

# 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

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99



Stichting Mathematisch Centrum

# JAARVERSLAG

86



Stichting Mathematisch Centrum



## VOORWOORD

In het jubileumjaar 1986 heeft de Stichting Mathematisch Centrum zich sterk naar buiten gericht. Hierbij werd voortgebouwd op de discussies die in de jaren 1984 en 1985, in het kader van de versterking van het CWI met middelen uit het Informatica-Stimuleringsplan van de overheid, werden gevoerd en de resultaten die daarbij zijn behaald. Via symposia, directe contacten en presentaties is de aandacht van bedrijfsleven en overheid gezocht voor het onderzoek en de mogelijke toepassingen ervan bij het CWI. Het aantal samenwerkingsprojecten in internationaal en nationaal verband werd verder uitgebreid met ESPRIT-projecten en projecten in het kader van SPIN, STW e.d. Hierbij valt in het bijzonder te vermelden de toezegging van Shell tot het financieren van twee fellowships voor fundamenteel onderzoek. Naast de activiteiten binnen het CWI vond ook het onderzoek binnen de Landelijke Projecten goede voortgang. Het nu aan u gepresenteerde jaarverslag doet gedetailleerd verslag van de vele activiteiten die de Stichting Mathematisch Centrum op het gebied van het wiskunde- en informatica-onderzoek in Nederland in 1986 heeft uitgevoerd.

Naast deze vroege ontwikkelingen zijn er echter ook zorgen. Zorgen om de continuïteit in de omvang van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek in relatie tot het strategisch en toepassingsgericht onderzoek bij het CWI en om de continuïteit van het wiskunde-onderzoek. De bezuinigingen op het reguliere ZWO-subsidie en de sterke zuigkracht die door mogelijke externe financiering van strategische projecten in de informatica wordt uitgeoefend op de onderzoekers leiden tot ongewenste verhoudingen. Het CWI dankt zijn reputatie aan de resultaten die zijn behaald in zuiver-wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de wiskunde en de informatica en de goede balans tussen deze twee disciplines. Het instandhouden van een zuiver-wetenschappelijke kennisbasis in beide disciplines is een *conditio sine qua non* voor het voortbestaan van het CWI op de wijze zoals het door het Curatorium en door de velen bij industrie en overheid, die in de laatste jaren bij de beleidsvorming van het CWI zijn betrokken, wordt beoogd. Aan deze problematiek zal in de jaren na 1986 uitdrukkelijk aandacht worden besteed. Ook binnen de werkgemeenschappen komt de toenemende druk op het zuiver-wetenschappelijk onderzoek in de wiskunde tot uiting door een sterk stijgende aanvraagdruk, waaraan helaas door de krimpende middelen niet kan worden tegemoet gekomen.

Tenslotte past waardering voor de grote inzet van velen, binnen en buiten de Stichting, waardoor het mogelijk is gebleken datgene uit te voeren waarvan dit jaarverslag getuigt. In het bijzonder past hier ook een woord van waardering voor de goede samenwerking met de belangrijkste subsidiegever van de Stichting: de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO.

P.J. Zandbergen  
Voorzitter Curatorium





# In Memoriam A. van Wijngaarden

directeur Mathematisch Centrum 1961 - 1980

Op 7 februari 1987 overleed prof.dr.ir. A. van Wijngaarden. Vrijwel vanaf de oprichting is Van Wijngaarden verbonden geweest aan het MC, aanvankelijk als medewerker (hoofd van de Rekenafdeling), vanaf 1961 tot september 1980 als directeur en daarna nog een jaar als adviseur van Curatorium en directie. In deze vijfendertig jaar heeft hij in hoge mate het gezicht van het MC bepaald. Als informaticapionier met wortels in de (numerieke) wiskunde belichaamde hij tevens een der uitgangspunten waaraan het MC bij het verichten van onderzoek altijd grote waarde heeft gehecht en nog steeds hecht: het hand in hand gaan van wiskunde en informatica. Ook buiten het MC, dat gedurende deze jaren uitgroeide van een handvol mensen tot een instituut met meer dan 150 werknemers, drukte Van Wijngaarden zijn stempel op diverse ontwikkelingen. De geboorte van de informatica in Nederland, en haar verdere uitgroei tot een voldragen wetenschap, is voor een belangrijk deel aan hem te danken. Internationaal zijn vooral zijn inbreng in het tot stand komen van de programmeertalen ALGOL 60 en ALGOL 68, en zijn rol in organisaties als IFIP van blijvende betekenis geweest.

Van Wijngaarden werd op 2 november 1916 in Rotterdam geboren. Hij studeerde werktuigbouwkunde aan de TH Delft waar hij in 1945 promoveerde op een proefschrift getiteld 'Enige toepassingen van Fourier-integralen op elastische problemen'. Voor zijn komst naar het Mathematisch Centrum op 1 januari 1947 vervulde hij posities aan de TH Delft en het Nationaal Luchtvaartlaboratorium (NLL). Onmiddellijk na zijn indiensttreding als hoofd van de nog op te bouwen Rekenafdeling maakte Van Wijngaarden een langdurige studiereis naar Engeland en de VS ter oriëntatie op de daar nieuw ontwikkelde rekenmachines, waarbij hij in contact kwam met computerpioniers als Wilkes, Turing, Wilkinson, Goldstine en Von Neumann. Een van zijn conclusies na terugkeer was dat het MC het beste zelf een rekenmachine kon

andere mensen denken dat we zeggen moesten. Die maken een project en zeggen: wil je 't hebben'. Op deze wijze heeft Van Wijngaarden geleefd en gewerkt: met groot stijlgevoel, met streven naar perfectie, maar tegelijk met aandacht en persoonlijke belangstelling voor de mensen om hem heen. Wij willen op deze plaats onze diepe erkentelijkheid uitspreken voor alles dat voor het Mathematisch Centrum en voor de wetenschappelijke wereld is gedaan door Adriaan van Wijngaarden, Nederlands wiskundige en informaticus.

P.C. Baayen  
J. Nuis



*A. van Wijngaarden, directeur Mathematisch Centrum 1961-1980*

# Inhoud

## DEEL I ALGEMEEN VERSLAG

<i>Inleiding</i>	1
Doelstelling van de Stichting Mathematisch Centrum	1
Organisatie van de Stichting Mathematisch Centrum	2
 <i>Algemene beschouwing</i>	 3
 <i>Algemeen verslag van de Stichting</i>	 8
Curatorium	8
Directie	10
Wetenschapscommissie	12
Verslag van de Ondernemingsraad	13
Financiën	17
Personeelszaken	18
Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA)	20
 <i>Verslag CWI</i>	 21
Interne overlegorganen	21
Externe adviesorganen	22
Verslagen van de vakadviescommissies	23
Verslag van de afdeling Zuivere Wiskunde	25
Verslag van de afdeling Toegepaste Wiskunde	26
Verslag van de afdeling Mathematische Statistiek	27
Verslag van de afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie	28
Verslag van de afdeling Numerieke Wiskunde	28

Verslag van de afdeling Programmatuur	29
Verslag van de afdeling Algoritmiek en Architectuur	30
Verslag van de afdeling Interactieve Systemen	31
Verslag van de Bibliotheek en Informatiedienst	32
Verslag van de Sector Computersystemen en Telematica	35
Verslag van de Sector Onderzoeksbeheer en Onderzoeksvoorlichting	35
Verslag van de Sector Sociaal-Economische Zaken	37
Verslag van de Sector Technische Ondersteuning	39
Overzicht van commissies, besturen e.d.	43
Computerinfrastructuur	53
<i>Verslag van de Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden</i>	54
Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde	54
Werkgemeenschap Stochastiek	55
Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie	56
Werkgemeenschap Discrete Wiskunde	58
Werkgemeenschap Analyse	59
Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde	60
Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde	60
Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica	61
<i>Bijlage 1 Overzicht van de bij (of via) de SMC op 31 december 1986 werkzame personen</i>	62
<i>Bijlage 2 Jaarrekening 1986</i>	70
<b>DEEL II WETENSCHAPPELIJK VERSLAG</b>	77
<i>Inleiding</i>	79
Concurrency	80
Lie-groepen	83
<i>Algemene CWI-activiteiten</i>	89
Educatieve werkzaamheden	89
Publikaties	94
<i>Verslag van de Afdeling Zuivere Wiskunde</i>	97
Overzicht van de onderzoeksprojecten	97
Deelname in projecten van andere afdelingen	97
Samenstelling van de afdeling	98
Wetenschappelijk verslag	98
Educatieve werkzaamheden	103
Samenwerking en consultaties	106
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	106
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	106
Bezoekers	108

Voordrachten door medewerkers	109
Publikaties	110
<i>Verslag van de afdeling Toegepaste Wiskunde</i>	113
Overzicht van de onderzoeksprojecten	113
Deelname in projecten van andere afdelingen	113
Samenstelling van de afdeling	113
Wetenschappelijk verslag	114
Educatieve werkzaamheden	118
Samenwerking en consultaties	122
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	122
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	122
Bezoekers	123
Voordrachten door medewerkers	123
Publikaties	125
<i>Verslag van de afdeling Mathematische Statistiek</i>	128
Overzicht van de onderzoeksprojecten	128
Samenstelling van de afdeling	129
Wetenschappelijk verslag	129
Educatieve werkzaamheden	138
Samenwerking en consultaties	140
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	142
Bezoekers	142
Voordrachten door medewerkers	143
Publikaties	144
<i>Verslag van de afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie</i>	146
Overzicht van de onderzoeksprojecten	146
Samenstelling van de afdeling	147
Wetenschappelijk verslag	147
Educatieve werkzaamheden	155
Consultaties	158
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	160
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	160
Bezoekers	163
Voordrachten door medewerkers	165
Publikaties	168
<i>Verslag van de afdeling Numerieke Wiskunde</i>	172
Overzicht van de onderzoeksprojecten	172
Deelname in projecten van andere afdelingen	172
Samenstelling van de afdeling	172
Wetenschappelijk verslag	173
Educatieve werkzaamheden	184
Samenwerking en consultaties	188



Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	189
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	189
Bezoekers	190
Voordrachten door medewerkers	191
Publikaties	193
<i>Verslag van de afdeling Programmatuur</i>	198
Overzicht van de onderzoeksprojecten	198
Samenstelling van de afdeling	198
Wetenschappelijk verslag	199
Educatieve werkzaamheden	206
Samenwerking en consultaties	210
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	211
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	211
Bezoekers	213
Voordrachten door medewerkers	213
Publikaties	216
<i>Verslag van de afdeling Algoritmiek en Architectuur</i>	220
Overzicht van de onderzoeksprojecten	220
Samenstelling van de afdeling	220
Wetenschappelijk verslag	221
Educatieve werkzaamheden	232
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	233
Bezoekers	235
Voordrachten door medewerkers	236
Publikaties	238
<i>Verslag van de afdeling Interactieve Systemen</i>	241
Overzicht van de onderzoeksprojecten	241
Samenstelling van de afdeling	241
Wetenschappelijk verslag	242
Educatieve werkzaamheden	247
Samenwerking en consultaties	248
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	248
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	248
Bezoekers	249
Voordrachten door medewerkers	249
Publikaties	250
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde</i>	252
Overzicht van de uitgevoerde projecten	252
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	252
Verslag van de projecten	254
Educatieve werkzaamheden	257

<i>Verslag van de Werkgemeenschap Stochastiek</i>	259
Overzicht van de uitgevoerde projecten	259
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	259
Verslag van de projecten	259
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie</i>	266
Overzicht van de uitgevoerde projecten	266
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	266
Wetenschappelijke activiteiten	267
Verslag van de projecten	268
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Discrete Wiskunde</i>	276
Overzicht van de projecten	276
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	276
Verslag van de projecten	277
Educatieve werkzaamheden en externe contacten	277
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Analyse</i>	279
Overzicht van de uitgevoerde projecten	279
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	280
Verslag van de projecten	280
<i>Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde</i>	294
Overzicht van de uitgevoerde projecten	294
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	294
Verslag van de projecten	295
<i>Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde</i>	303
Overzicht van de uitgevoerde projecten	303
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	303
Verslag van de projecten	304
Educatieve werkzaamheden	305
<i>Verslag van het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica</i>	306
Overzicht van de uitgevoerde projecten	306
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	306
Verslag van de projecten	307
Colloquia, cursussen e.d.	308



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. Koksma, 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 ZWO-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 telt momenteel acht wetenschappelijke afdelingen en vijf ondersteunende sectoren.

Hieronder volgt een overzicht van de organisatie van de Stichting.

### *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 Algoritmië en Architectuur (AA)

Afdeling Interactieve Systemen (IS)

#### ● Ondersteunende sectoren

Bibliotheek en Informatiedienst

Sector Computersystemen en Telematica (CST)

Sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting (OBV)

Sector Sociaal-Economische Zaken (SEZ)

Sector Technische Ondersteuning (STO)

### *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

1986 was voor de Stichting Mathematisch Centrum een belangrijk jaar. Op 11 februari kon, op die dag nog in besloten kring van SMC-ers en oud SMC-ers, de veertigste verjaardag worden gevierd van de Stichting. Een aantal malen is gedurende het verslagjaar aandacht aan dit achtste lustrum besteed. Op 11 juni werd een symposium georganiseerd onder de naam *Wetenschap in Bedrijf*. De lezingen die tijdens dit symposium door respectievelijk dr. E. van Spiegel (namens de minister van Onderwijs en Wetenschappen), mr.ir. F.C. Rauwenhoff (Philips), dr.ir. H.L. Beckers (Shell), prof.dr. P.C. Baayen (SMC), prof. L.G.L.T. Meertens (CWI) en dr. H.J. van der Molen (ZWO) werden gehouden, zullen begin 1987 in boekvorm verschijnen. Aan de deelnemers aan dit symposium werden verschillende toepassingen van CWI-onderzoek gedemonstreerd. Op 6 en 7 oktober werd een wetenschappelijk symposium georganiseerd onder de titel *Mathematics and Computer Science; Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*. Tenslotte zal 11 februari 1987 op initiatief van het CWI bij Teylers Museum in Haarlem een tentoonstelling worden gepresenteerd van voorlopers van de huidige rekenmachines onder de titel *Rekenen met raderen*. Voor meer gedetailleerde informatie over de genoemde symposia wordt verwezen naar het wetenschappelijk verslag van het CWI in deel II.

De doelstelling van de Stichting Mathematisch Centrum is in de veertig jaar van haar bestaan niet gewijzigd. Wel zijn de middelen aangepast aan de eisen van de tijd. Verwezenlijking van de doelstelling geschiedt in 1986 enerzijds door coördinatie en ondersteuning van landelijk projectonderzoek op het gebied van de wiskunde en het instandhouden van werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden hiervoor, anderzijds door de activiteiten van het onderzoeksinstituut van de Stichting, het CWI.

Het CWI is traditioneel een centrum dat zich primair richt op het uitvoeren

van fundamenteel (zuiver-wetenschappelijk en toepassingsgericht) onderzoek op het gebied van de wiskunde en informatica. Nadrukkelijk wordt hierbij het samengaan van beide disciplines, wiskunde en informatica, in één instituut bevorderd.

Binnen het kader van het Informatica-Stimuleringsplan van de overheid ontving het CWI ook in 1986, zoals dat ingaande 1984 voor vijf jaar werd toegezegd, een subsidie ten bedrage van f2.000.000,- van de overheid teneinde te kunnen uitgroeien tot een 'toonaangevend centrum' voor fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek op het gebied van de informatica. Deze middelen zijn gebruikt voor voortzetting, zij het op beperkter schaal, van de uitvoering van het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek en de nadere uitwerking hiervan, zoals deze in 1984 en 1985 via ZWO aan de bewindslieden van Onderwijs en Wetenschappen en van Economische Zaken werden voorgelegd en positief beoordeeld werden door de Technisch-Wetenschappelijke Adviesraad (TWAR) van het door deze bewindslieden ingestelde Stimuleringsprojectteam Informatica (SPIN). Bedoelde beperking was geboden gezien het besluit van de bewindslieden eind 1985 om niet de benodigde 18 mln. doch de reeds eerder bestemde 10 mln. ter beschikking te stellen. Voor de voortgang van de in dit kader aangevangen of versterkte onderzoeksprojecten wordt verwezen naar de wetenschappelijke verslagen in deel II.

Mede naar aanleiding van discussies tijdens een in mei 1985 gehouden workshop betreffende de functie en taken van het CWI als 'centre d'excellence' werd een reorganisatie van de ondersteunende diensten van het CWI gerealiseerd per 1 januari 1986. Door invoering van een aantal ondersteunende sectoren, waarin bestaande diensten en nieuwe taken zijn ondergebracht, kan beter worden ingespeeld op de eisen die intern door het groeiend aantal onderzoekers en extern door overheid en bedrijfsleven aan het management van het Centrum worden gesteld. De, mede naar aanleiding van de workshop, gestarte herbezinning op de adviesstructuur van het CWI leidde tot een herverdeling van taken. De advisering over de wetenschappelijke plannen van het CWI werd door de Wetenschapscommissie tezamen met het SION-bestuur overgenomen van de Raad van Advies. Naar verwachting zal in 1987 een Adviesraad worden ingesteld die zal adviseren over strategische aspecten van het beleid en waarin vertegenwoordigers van bedrijfsleven en onderzoekswereld zitting zullen hebben. Vooruitlopend hierop werd de Raad van Advies opgeheven. Op deze plaats past een woord van dank aan diegenen die als lid van de Raad van Advies hebben bijgedragen aan wetenschapsbeleidsvorming. Voor meer details betreffende de adviesstructuur wordt verwezen naar de betreffende paragraaf in dit deel van het jaarverslag. Midden 1987 zal een eerste internationale 'visiting committee' zich buigen over een belangrijk deel van het wiskunde-onderzoek bij het CWI. Het is de opzet om ongeveer eens per één à twee jaar een 'visiting committee' een oordeel te vragen over een deel van de activiteiten van het CWI, zodat ongeveer eens per 5 à 6 jaar elk project wordt geëvalueerd. Tenslotte is intern een Adviesgroep CWI ingesteld. Deze Adviesgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van de wetenschappelijke afdelingen en de sector OBV, heeft een coördinerende, initiërende en

stimulerende taak ten aanzien van de transfer van CWI-kennis en de relaties in dit verband met overheid en bedrijfsleven.

In het verslagjaar is versterking van inkomsten uit andere bronnen dan ZWO-subsidies een voortdurende zorg geweest. Zowel met subsidie van de zijde van de EEG (ESPRIT) als van de Nederlandse overheid (Informatica-Stimuleringsplan (INSP), de Nationale Faciliteit Informatica (NFI) en de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW)) konden projecten worden gestart, terwijl ook met diverse bedrijven de contacten zijn vernieuwd of versterkt. Via NFI- en STW-fondsen waren op 31 december 1986 8 ZWO-medewerkers bij het CWI gedetacheerd.

Het beleid van de Stichting is gericht op een evenwichtige ontwikkeling van wiskunde en informatica. Bijzondere aandacht werd daarom gegeven aan het wiskunde-onderzoek en het onderzoek op het randgebied van wiskunde en informatica. Het vele waardevolle wiskunde-onderzoek mag immers niet door de versterking van de informatica worden teruggedrongen. Integendeel, allerlei nieuwe ontwikkelingen dienen te worden gestimuleerd. Helaas konden echter veel voorgenomen plannen niet met het regulier ZWO-subsidie ten uitvoer worden gebracht. Het reguliere subsidie van ZWO onderging nauwelijks enige verhoging, terwijl de kosten, vooral voor het onderhouden van de computer-infrastructuur, stegen. Vooral het wiskunde-onderzoek lijdt onder beperking van de ruimte binnen het regulier ZWO-subsidie, omdat in tegenstelling tot het informatica-onderzoek, voor het wiskunde-onderzoek weinig andere subsidiebronnen toegankelijk zijn.

De Stichting steunde in 1986 32 landelijke projecten met in totaal 36 onderzoekersplaatsen. Hiervan zijn er 5 gestart in 1986, terwijl drie projecten werden afgerond in het verslagjaar. Het overleg met FOM betreffende een landelijk samenwerkingsverband op het gebied van de Mathematische Fysica leidde tot de formele oprichting in juni. Er werd reeds een drietal projecten vanaf begin 1986 gesteund. De gedetailleerde verslagen van de landelijke projecten worden gegeven in deel II.

De belangrijke financiële steun van ZWO aan de Stichting Mathematisch Centrum bedroeg f 11.164.000,- ten behoeve van exploitatie van het CWI en f 1.823.000,- ten behoeve van de landelijke projecten. In het verstrekte instituutssubsidie was voor 1986 een bijdrage in de exploitatie van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA) begrepen van max. f 1.700.000,-. Deze bijdrage betreft de financiering van het computergebruik bij SARA door het CWI en door andere met ZWO gelieerde instanties en onderzoekers die door tussenkomst van de Stichting toegang hadden tot de SARA-apparatuur. Voorts werd een investeringssubsidie van ZWO ontvangen ter grootte van f 1.650.000,-. Deze subsidie valt uiteen in een reguliere bijdrage van f 900.000,- (waarvan f 300.000,- als bijdrage in de kapitaalsbegroting van SARA en f 600.000,- als bijdrage voor het CWI) en een bijdrage van f 750.000,- die in het kader van het Intentioneel Apparatuur Schema (IAS) is toegewezen aan het CWI. Voor nadere financiële gegevens wordt verwezen naar het hoofdstuk Financiën elders in dit deel van het jaarverslag.

Evenals in voorgaande jaren vond naast het regelmatig contact van

Curatorium en Directie met overheidsinstanties, uitwisseling van informatie plaats met ZWO en het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, mede door vertegenwoordiging van de minister van genoemd departement in het Curatorium en door het bijwonen van de vergaderingen van dit college door de directeur van ZWO. In het bijzonder werd ook overleg gevoerd met het Directoraat-Generaal voor Wetenschapsbeleid en het Directoraat-Generaal voor Hoger en Wetenschappelijk Onderwijs van vermeld ministerie en de Directies Algemeen Industriebeleid en Algemeen Technologiebeleid van het Ministerie van Economische Zaken. Contacten bestonden ook met landelijke commissies en verenigingen, zoals de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU), de Commissie Nationale Faciliteit Informatica, de Technisch Wetenschappelijke Adviesraad (TWAR) van het Stimuleringsprojectteam Informatica (SPIN), het Wiskundig Genootschap (WG), het Nederlands Genootschap voor Informatica (NGI) en de Vereniging voor Statistiek (VVS). Het bureau van de laatste is sedert 1984 gevestigd bij het CWI. Verder werd overleg gevoerd met instellingen voor wetenschappelijk onderzoek en onderwijs, zowel nationaal als internationaal (o.a. INRIA en GMD) betreffende mogelijkheden tot samenwerking op diverse gebieden.

De contacten met het bedrijfsleven, grote technische instituten en TNO hebben bijzondere aandacht gehad. Met TNO werd een raamovereenkomst gesloten, gevolgd door enkele deelprojectovereenkomsten. Tezamen met de Universiteit van Amsterdam en de Vrije Universiteit werd een raamovereenkomst gesloten met IBM. Invulling daarvan met projectovereenkomsten zal naar verwachting reeds vroeg in 1987 plaatsvinden. Shell Research heeft het CWI middelen ter beschikking gesteld voor financiering van twee 'fellowships', onderzoeksplaatsen op post-doctoraal niveau bij fundamentele onderzoeksprojecten die voor het werk bij Shell-laboratoria van belang zijn. In diverse extern gefinancierde projecten (ESPRIT, SPIN, IOP, STW) wordt samengewerkt met bedrijven en instellingen in binnen- en buitenland, zoals Philips, PTT-DNL, BSO, NLR, Siemens en INRIA. Met verschillende andere bedrijven is overleg gaande over mogelijkheden tot samenwerking. Ook het bestaande contact met de Vereniging Computer Service- en Software Bureaus (COSSO) heeft nader aandacht gekregen. Het CWI was in mei van het verslagjaar de gastheer van de Informatica-sociëteit, een informele bijeenkomst van personen uit de informaticawereld vanuit de overheid, het bedrijfsleven en het onderzoek.

Onder auspiciën van het CWI werd in november 'Frontiers in Information Technology' (FIT) opgericht. Deze raamorganisatie heeft als doel het stimuleren van internationale contacten in de informatietechnologie, vooral door het organiseren van conferenties op geavanceerde deelgebieden. FIT wordt bestuurd door een 'Permanent Board' bestaande uit vertegenwoordigers van de Nederlandse onderzoekswereld, industrie en overheid. In een 'Honorary Board' hebben vooraanstaande personen uit de internationale informaticawereld zitting.

Verder verdient vermelding het regelmatig contact met de Gemeente Amsterdam en met de instellingen binnen het verband van het Wetenschappelijk

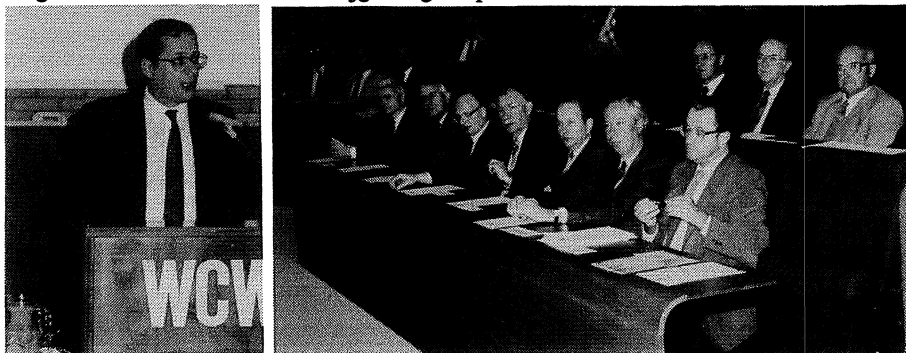
Centrum Watergraafsmeer (WCW). Onder meer wordt overleg gevoerd over mogelijke gezamenlijke activiteiten, over de opzet van een bedrijvencentrum en 'science park' WCW en over een bestemmingsplan WCW en de bijbehorende ontsluiting.

De relatie met de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION), waarvan het bureau is gevestigd bij het CWI, verdient aparte vermelding. SION is nauw betrokken bij de ontwikkeling en uitvoering van het beleid van het CWI op het gebied van de informatica. Daartoe is in het verleden op bestuursniveau een Vaste Overlegcommissie SMC-SION ingesteld die adviseert over zaken van gezamenlijk belang op bestuursniveau. Een ad hoc commissie bestaande uit vertegenwoordigers van het SION-bestuur en van de Wetenschapscommissie SMC adviseerde over het Wetenschappelijk Programma 1987/ Meerjarenplan 1988-1992 van het CWI. SION adviseert ook bij de benoeming van leden van de Adviescommissie voor de Informatica.

De SMC verrichtte ook in 1986 veel ondersteunend werk ten behoeve van derden. Nadere details hierover treft men aan in de gedetailleerde verslagen van de betreffende ondersteunende sectoren.

Binnen de stichting functioneert een Ondernemingsraad. Met betrekking tot de activiteiten van dit orgaan wordt verwezen naar het onder verantwoordelijkheid van deze raad opgenomen OR-jaarverslag elders in het Algemeen Deel van dit verslag.

Tenslotte wordt in dit jubileum-jaarverslag van de Stichting Mathematisch Centrum, niet zonder enige trots, teruggezien op vele belangrijke activiteiten en vruchtbare ontwikkelingen, vooral wat betreft de versterking van het CWI als centrum voor onderzoek op het gebied van wiskunde en informatica. Aan al diegenen die hiertoe hebben bijgedragen, past een woord van dank.



*In oktober werd, in aanwezigheid van de minister van Onderwijs en Wetenschappen, drs. W.J. Deetman, een overeenkomst ondertekend tussen IBM, de beide Amsterdamse universiteiten en de SMC. Tot 1990 zullen enkele tientallen onderwijs- en onderzoeksprojecten met materiële en personele steun van IBM worden uitgevoerd. Deze overeenkomst is gericht op ondersteuning en stimulering van informatica-toepassingen in het wetenschappelijk onderwijs en onderzoek in Amsterdam. In zijn toespraak juichte de minister deze betrokkenheid van het bedrijfsleven in het wetenschappelijk onderwijs en onderzoek toe.*



## Algemeen Verslag van de Stichting

### CURATORIUM

De samenstelling van het Curatorium onderging in 1986 wijziging door het aftreden van prof.dr. P. Verburg per 1 februari (zitting sedert 1973) en mw.drs. M.J. Rietveld per 1 maart (zitting sedert 1984).

Als lid traden toe prof.drs. B.K. Brussaard en dr. G. Nieuwpoort, beiden per 1 maart, de laatste als vertegenwoordiger in het college van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen, opvolger van mw. Rietveld.

Verdere veranderingen deden zich niet voor, zodat op 31 december 1986 het Curatorium 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	
prof.ir. W.A. Koumans	
ir. W. Loeve	
prof.dr. T.A. Springer	

Drs. F.J.M. Barning, ambtelijk secretaris Curatorium sedert 1965, trad in september als zodanig af; hij werd opgevolgd door dr. J.C.P. Bus.

Van drie curatoren t.w. de heren Van der Sluis, De Wolff en Zandbergen verstreek in 1986 de benoemingstermijn; zij allen werden herbenoemd voor een periode van drie jaar.

Het Curatorium kwam in het verslagjaar vier maal met de Directie in vergadering bijeen en wel op 3 februari, 16 mei, 22 september en 1 december.

Het Dagelijks Bestuur (bestaande uit voorzitter, secretaris-penningmeester en diens plaatsvervangers) vergaderde met de Directie in 1986 vijf maal, op data gerelateerd aan die van de Curatoriumvergaderingen met het oog op de agendering en voorbereiding van deze.

Naast zaken van algemene aard op het gebied van wiskunde en informatica werd in het verslagjaar onder meer vergaderd over de volgende onderwerpen:

- de samenstelling van het Curatorium, het inspelen op toekomstige ontwikkelingen;
- de toekomstige directiestructuur, aanpassing aan de uitbreiding van de organisatie;
- de herziene begroting en exploitatie 1986;
- de beleidsbegroting 1987, annex meerjarenraming, voor het CWI en de landelijke samenwerkingsorganen en in dit kader mede de door de Wetenschapscommissie en SION (speciaal inzake het informatica-deel CWI) terzake uitgebrachte adviezen;
- de bestedingsbegroting 1987 en het Wetenschappelijk Programma 1987/Meerjarenplan 1988-1992 en het overleg aangaande de financiering met de ZWO-gebiedsraad i.o. exacte wetenschappen;
- de verslaglegging met betrekking tot het jaar 1985, wetenschappelijk en financieel in jaarverslag (ook Engelstalig verslag) resp. accountantsrapport (jaarrekening en verantwoording);
- de ruimteproblematiek als gevolg van de personele en materiële groei CWI en de opstelling van een programma van eisen voor beoogde nieuwbouw;
- de oprichting van een samenwerkingsverband FOM/SMC m.b.t. de mathematische fysica;
- de herbezinningsoperatie ZWO (met name de toekomstige positie van de instituten in ZWO-verband) en de ontwikkelingen ten aanzien van de overgang van ZWO naar NWO;
- externe contacten en het aangaan van samenwerkingsverbanden;
- personele zaken: aanstellingen en benoeming o.a. van een tweetal sectorchefs op technisch resp. sociaal-economisch gebied;
- het beleid van het instituut ten aanzien van de onderzoekers in opleiding in het kader van de tweefasenstructuur w.o.;
- de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA), o.a. wat betreft de toekomstige deelname;
- het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW), o.a. inzake de beoogde oprichting van een bedrijventrum op het terrein.

Op diverse plaatsen in dit jaarverslag b.v. in de Algemene Beschouwing wordt op enkele van de genoemde onderwerpen nader ingegaan.

De vergaderingen van het Curatorium werden behalve door Directie en ambtelijk secretaris, ook bijgewoond door de directeur van ZWO (prof.dr. R. van Lieshout en na diens aftreden zijn opvolger dr. H.J. van der Molen).

Prof.dr. G. de Leve trad ook in het verslagjaar op als beleidsadviseur voor

Curatorium en Directie. Een deel van zijn taak bestond uit het adviseren bij de contacten met overheid en bedrijfsleven.

#### DIRECTIE

Tot de taak van de Directie behoort, naast de dagelijkse leiding en de representatie, onder meer de voorbereiding en coördinatie alsmede de uitvoering van het beleid, zoals dat door het Curatorium in grote lijnen is vastgesteld. Dit geldt uiteraard zowel voor het instituut van de stichting, het CWI, als voor de landelijke werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden, die op het gebied van de wiskunde in ZWO-verband onder de SMC als Nederlandse Stichting voor de Wiskunde ressorteren. Voor een opsomming van de onderwerpen, die in dit kader in 1986 aan de orde kwamen, wordt verwezen naar het in voorgaande paragraaf over het Curatorium daaromtrent vermelde.

Bij de voorbereiding en uitvoering van het onderzoeksbeleid vond geregeld overleg plaats met adviesorganen, waarvan in het bijzonder in instituuts- en landelijk verband de Wetenschapscommissie wordt genoemd. Deze werd nauw betrokken onder meer bij de behandeling van de door de Directie opgestelde beleidsbegroting en van het Wetenschappelijk Programma van de Stichting. Tevens dient in dit verband vermeld te worden het overleg met de ZWO-stichting i.o. SION, in het bijzonder met betrekking tot de onderzoeksplannen op het gebied van de informatica.

De samenstelling van de Directie onderging in het verslagjaar geen wijziging. Zij bestond op 31 december 1986 derhalve uit:

prof.dr. P.C. Baayen	wetenschappelijk directeur
drs. F.J.M. Barning	adjunct-directeur
drs. J. Nuis	directeur beheerszaken

De sterke groei die het instituut van de Stichting doormaakt vereist aanpassing van de organisatie, met name ook in directieverband. Overeenstemming werd bereikt over een nieuwe directiestructuur, te realiseren in de loop van 1987. De administratieve ondersteuning van de directie werd verzorgd door het directiesecretariaat. De samenstelling van het directiesecretariaat onderging geen wijziging. Wel was het noodzakelijk, in verband met ziekte van het personeel, uitzendkrachten in te schakelen.

Een belangrijk deel van de taak van de Directie van de Stichting bestond uit de dagelijkse leiding en het beheer van het instituut, het CWI en de behartiging van de in- en externe contacten. Bij de voorbereiding en de uitvoering van het beleid werd de Directie terzijde gestaan door de wetenschappelijke afdelingen en de ondersteunende diensten, alsook door de adviseur prof.dr. G. de Leve.

Het interne overleg vond in gestructureerde vorm plaats binnen het Managementteam en de daarnaast, eveneens per 1 januari van het verslagjaar ingestelde overlegorganen voor beleid en voor beheer.

Extern werd met talrijke instanties en functionarissen uit kringen van rijk en gemeente, wetenschap, industrie en bedrijfsleven, intensief contact

onderhouden, nationaal zowel als internationaal. Wat het laatste betreft verdienen hier vermelding de werkbezoeken die de wetenschappelijk directeur bracht aan INRIA - Sophia Antipolis, Frankrijk, 24 april; Mathematical Sciences Research Institute, Berkeley, USA, 12 augustus; Carnegie Mellon University, Pittsburgh (Department of Computer Science), USA, 18-19 september.

Aangaande het interne beraad en overleg dient in het bijzonder ook te worden genoemd het contact met de Ondernemingsraad van de Stichting, via de directeur beheerszaken. De overleg-vergaderingen werden ook bijgewoond door de adjunct-directeur. Verder zij hier nog vermeld, dat ook in het verslagjaar voor algemene berichtgeving aan het personeel in aanmerking komende onderwerpen onder meer werden geannonceerd via de *Mededelingen Directie*. Van dit orgaan verschenen in 1986 drie afleveringen.

Van andere activiteiten waarbij de Directie nauw was betrokken, worden in het bijzonder hier genoemd die welke in het teken stonden van het 40-jarig jubileum van de stichting en haar instituut, aan welke aangelegenheid in de inleiding en het algemeen verslag van het CWI aandacht is gegeven.

Met de directies van de andere instituten van het WCW vond geregeld overleg plaats over zaken van gemeenschappelijk belang. Als onderwerpen kunnen worden genoemd:

- het overleg met het oog op de ruimtelijke voorzieningen;
- verbetering van de bereikbaarheid der instituten met het openbare vervoer;
- de organisatie van Open Dagen;
- de aanleg van een WCW-datacommunicatienetwerk;
- het bezien van de mogelijkheden voor de vestiging van een bedrijfsverzamelgebouw;
- de verdere wetenschappelijke ontwikkelingen van het WCW op basis van sterke punten van WCW-instituten.

In het bijzonder de contacten met de Gemeente Amsterdam via de Beheersstichting WCW speelden bij het overleg een belangrijke rol. Om te komen tot een Ontwikkelingsplan WCW met het oog op een op te stellen bestemmingsplan voor het gebied is door de Gemeente Amsterdam een werkgroep WCW ingesteld, waarvan de directeur beheerszaken lid is.

De steeds nijpender wordende ruimtenood binnen het CWI noodzaakte tot uitbreidingsactiviteiten. Een programma van eisen voor nieuwbouw kwam in het verslagjaar gereed en werd aan ZWO aangeboden met het verzoek tot goedkeuring en doorzending naar het departement.

## WETENSCHAPSCOMMISSIE

De Wetenschapscommissie bestond op 31 december 1986 uit de volgende personen:

prof.dr. O. Diekmann  
 prof.dr. L.F.M. de Haan  
 prof.dr.ir. H. Kwakernaak  
 prof.dr. H.W. Lenstra, Jr.  
 prof.dr. J.K. Lenstra  
 prof.dr. J.H. van Lint  
 prof.dr.ir. L.A. Peletier  
 prof.dr. M. van der Put  
 prof.dr. E.G.F. Thomas  
 prof.dr. R. Tijdeman  
 prof.dr. A.S. Troelstra  
 prof.dr. G.W. Veltkamp (vice-voorzitter)  
 prof.dr. W.R. van Zwet (voorzitter)  
 benevens met raadgevende stem:  
 prof.dr. P.C. Baayen, wetenschappelijk directeur SMC  
 en als secretaris: H.J.M. Wijers.

Prof.dr. L.F.M. de Haan en prof.dr.ir. H. Kwakernaak werden in mei benoemd als opvolgers van de aftredende leden prof.dr. J.Th. Runnenburg en prof.dr.ir. J.C. Willems. Het lidmaatschap met raadgevende stem vanuit de Nederlandse Commissie voor de Wiskunde (NCW) van de KNAW en het WG werd in 1986 niet vervuld omdat de voorzitter van de NCW, prof.dr. J.H. van Lint, reeds uit andere hoofde gewoon lid was van de Wetenschapscommissie.

Het Dagelijks Bestuur van de Wetenschapscommissie werd gevormd door prof.dr. W.R. van Zwet (voorzitter), prof.dr. G.W. Veltkamp (vice-voorzitter), dr. J.C.P. Bus (secretaris, tot mei 1986) en H.J.M. Wijers (secretaris, vanaf mei 1986). De vergaderingen van de Wetenschapscommissie werden bijgewoond door dr. H. Weijma (ZWO) en prof.dr. T.A. Springer (namens het Curatorium van de Stichting).

De Wetenschapscommissie kwam in het verslagjaar twee maal bijeen, op 2 mei en 13 oktober.

De mei-vergadering was gewijd aan de consequenties van de nieuwe adviesstructuur van de SMC en aan de beleidsbegroting 1987. Over deze beleidsbegroting werd een advies uitgebracht aan het Curatorium. In de naaste toekomst zal door een commissie, gezamenlijk in te stellen door de Wetenschapscommissie en het bestuur van SION, een advies over de beleidsbegroting en het wetenschappelijk programma worden voorbereid. Voorts werd een advies uitgebracht over het reglement voor het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica (dat later op 19 juni werd opgericht) en werd wederom een commissie ad hoc ingesteld die de beoordeling van de aan de SMC in het kader van de externe beoordeling Voorwaardelijke Financiering voorgelegde projecten op zich nam.

De oktober-vergadering was voornamelijk gewijd aan de advisering

betreffende de beoordeling en priorering van de projectaanvragen in het kader van de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde. In totaal werden 28 continueringsaanvragen ingediend, die alle voor honorering werden voorgedragen. Daarnaast werd geadviseerd tot honorering met hoge prioriteit van acht nieuwe aanvragen, uit in totaal 22 nieuwe projectaanvragen. Vijf aanvragen werden tevens zeer honorabel geacht, doch wegens beperkte financiële ruimte van lagere prioriteit. Over het Wetenschappelijk Programma van de SMC adviseerde op 31 oktober een commissie ingesteld door de Wetenschapscommissie en het bestuur van SION.

De Wetenschapscommissie besteedde in beide vergaderingen aandacht aan de voortgang van de lopende projecten.

#### JAARVERSLAG 1986 VAN DE ONDERNEMINGSRAAD VAN DE STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

##### *Samenstelling*

De Ondernemingsraad (OR) bestond op 1 januari 1986 uit:

W.A.M. Aspers	secretaris
P. Beertema	voorzitter
J.G. Blom	plv. secretaris
L.M. Brown	
A. Janssen	
S.J. Mullender	
S. Pemberton	plv. voorzitter

Wegens drukke werkzaamheden, onder andere het waarnemend chefschap van de sector Computersystemen en Telematica, verliet S.J. Mullender op 3 februari de OR. Zijn plaats bleef vacant. Op 22 september stapte P. Beertema (voorzitter), eveneens wegens drukke werkzaamheden, uit de OR. Zijn taak werd overgenomen door de vice-voorzitter S. Pemberton. Op 1 december werd de OR versterkt met F. Kuiper en F.H. Schippers. Deze CWI-medewerkers hadden zich reeds verkiesbaar gesteld voor de OR-verkiezingen in 1987.

Op 31 december was de samenstelling van de OR als volgt:

W.A.M. Aspers	secretaris
J.G. Blom	plv. secretaris
L.M. Brown	
A. Janssen	
F. Kuiper	
S. Pemberton	voorzitter
F.H. Schippers	

De OR heeft als vaste commissie de Kleine Commissie bestaande uit:

L.M. Brown  
F. Kuiper



*Algemeen*

De OR vergaderde op 30 juni. De OR kwam geregeld bijeen om de lopende zaken te bespreken, maar hield weinig officiële vergaderingen, ook niet wanneer dit wettelijk verplicht zou zijn geweest.

Op 3 februari, 7 april, 16 mei, 23 juni, 22 september en 1 december werden overlegvergaderingen gehouden. Circa 2 weken voor elke overlegvergadering is er een informele bijeenkomst geweest van de directeur Beheerszaken en 2 leden van de OR, meestal geheel of gedeeltelijk bijgewoond door iemand van de Personeelsdienst. Op deze bijeenkomsten werden de lopende zaken besproken, onder andere ter voorbereiding van de overlegvergaderingen. Dit informeel overleg werd door de OR als efficiëntie-bevorderend beoordeeld.

De OR hecht veel waarde aan een regelmatig contact met het Curatorium (Stichtingsbestuur). Daartoe wordt altijd in aanwezigheid van één curator een voorbespreking van de curatorenvergadering gehouden. Bij de twee overlegvergaderingen waar de algemene gang van zaken aan de orde komt, is altijd een vertegenwoordiger van het Curatorium aanwezig.

*Reorganisatie CWI*

Met ingang van 1 januari 1986 werd de nieuwe organisatiestructuur van kracht. Naast de acht wetenschappelijke afdelingen (ZW, TW, MS, MB, NW, AP, AA en IS) kende het CWI vanaf dat tijdstip vier nieuwe sectoren, te weten Onderzoeksbeheer en Voorlichting (OBV), Computersystemen en Telematica (CST), Technische Ondersteuning (STO) en Sociaal- en Economische Zaken (SEZ). De Bibliotheek en Informatiedienst bleef een eigen plaats innemen. Over de uitbreiding van de directie bestond er begin 1986 nog steeds onduidelijkheid.

In het voorjaar machtigde het Curatorium het Dagelijks Bestuur besluiten te nemen met betrekking tot de directiestructuur. Er werd besloten de directie te versterken met een derde directeur. De structuur zou dan moeten worden: een algemeen directeur, een wetenschappelijk directeur en een directeur beheerszaken. De OR vroeg zich daarbij af in hoeverre het mogelijk was de nieuw aan te stellen directeur voor tijdelijk te benoemen. Volgens de directie zou dat vrijwel onmogelijk zijn, omdat er binnen het CWI geen mogelijkheden zijn over te schakelen naar een functie op hetzelfde niveau. Tenslotte ontving de OR een brief van de directie om advies met betrekking tot een driehoofdige directie. De OR reageerde hierop positief. De OR stelde daarbij voor om na enige jaren, bijvoorbeeld na de INSP-periode, de nieuwe organisatiestructuur te evalueren. Verder werd besloten de benoemingsprocedure 'derde directeur' zo goed mogelijk te volgen; een OR-lid maakte deel uit van de benoemingsadviescommissie.

### *ADV*

Op 14 januari wendde de OR zich op een lunchmeeting tot het personeel ten einde tot een definitieve regeling van de 5% arbeidsduurverkorting te komen. Het directievoorstel (d.d. 17 december 1985) was aan alle personeelsleden ter beschikking gesteld.

Het personeel dat deze lunchmeeting bezocht, was het niet eens met het voorstel van de directie de 'inverdien'-regeling voor sluiting van het CWI tussen Kerst en Nieuwjaar af te schaffen. Dat was de belangrijkste reden dat de OR op dat moment niet kon instemmen met het directievoorstel. Na informeel overleg met de directie en onderling overleg besloot de OR een enquête uit te schrijven met een toelichting van de directie aangaande de afschaffing van de inverdienregeling. Uiteindelijk koos het personeel voor het voorstel van de OR dat onderstaande punten omvatte:

- de inverdienregeling komt te vervallen; in plaats daarvan worden op te nemen ADV-dagen aangewend om het CWI te sluiten tussen Kerst en Nieuwjaar
- de overige ADV-dagen worden verdeeld over 2 roosterperioden van 6 maanden
- de 'motie-Beckers'-parttimers worden in de gelegenheid gesteld hun overeengekomen werktijd te verlengen ter compensatie van de extra vrije tijd

Op 18 maart ontving de OR van de directie een verzoek tot instemming met de definitieve regeling van de 5% arbeidsduurverkorting. De OR stemde in.

### *Reorganisatiecode*

In augustus ontving de OR een brief van de directie met het verzoek te reageren op een ontwerp-reorganisatiecode, die was opgesteld in het Georganiseerd Overleg ZWO/FOM/SMC met de vakbonden. In deze code worden procedures vastgelegd die in werking treden bij ingrijpende wijzigingen in de organisatiestructuur binnen het CWI. De OR had geen essentiële punten van kritiek op de ontwerp-code. Zij voelt er veel voor de kennis van de vakbonden, bijvoorbeeld bij het opstellen van een sociaal plan, te gebruiken mede omdat de OR in het algemeen te weinig juridische kennis heeft om zulke taken goed te vervullen. In dit verband is de OR van mening dat de vakbonden actief bij het overleg over reorganisaties betrokken moet worden.

### *Pensioenregeling*

Er is een plan te komen tot een wijziging van de pensioenregeling voor diegenen die pensioen aan het CBP hebben betaald. Tot nu toe was het zo dat het loonindexcijfer van het huidige jaar gedeeld door dat van het jaar waarin een werknemer met pensioen ging altijd meer dan 1.03 was. In dat geval steeg het pensioen jaarlijks met 3%. In de nieuwe regeling zal dit niet veranderen.

Als het genoemde quotiënt minder dan 1.03 wordt, iets wat tot voor kort niet voorkwam en waarmee dan ook nauwelijks rekening werd gehouden, werd het pensioen met een evenredig deel verminderd en werd het geld dat het

pensioenfonds overhield opgespaard voor latere jaren. In principe kreeg degene die deze reserve had opgebouwd deze later uitbetaald, eventueel zijn weduwe of de collectieve pensioentrekkers van de SMC.

In de nieuwe regeling wordt voorgesteld het pensioen jaarlijks met 3% te laten stijgen, onafhankelijk van het loonindexcijfer. De OR is van mening dat dit een goed voorstel is en zal dit, indien er om instemming gevraagd wordt, zeker steunen.

### *Onderzoekers in opleiding (Oio's)*

De minister van Onderwijs en Wetenschappen heeft ZWO opgedragen een categorie personeel te introduceren die vergelijkbaar is met de categorie assistenten in opleiding (aio's) aan de universiteiten. Voor deze personeels-categorie (onderzoekers in opleiding (oio's)) zouden de genoemde stichtingen zelf een reglement moeten opstellen inzake arbeidsvoorwaarden. Het eerste concept van dit reglement werd aan het Curatorium voorgelegd. De curatoren reageerden verdeeld: sommigen vonden het evident dat het CWI de opleiding van de onderzoekers voor haar rekening neemt, anderen vonden dat het CWI een onderzoekscentrum is waar principieel geen plaats is voor opleidingen. Er werd besloten in deze het concept-reglement van ZWO te volgen, hetgeen betekent dat het CWI de opleidingen niet zal verzorgen.

In een volgende fase kreeg de OR het 'reglement onderzoekers in opleiding ZWO/FOM/SMC' aangeboden. De OR verzocht in een schrijven aan de gebiedsraad i.o. voor de exacte wetenschappen bij de opstelling van het definitieve reglement aandacht te besteden aan de volgende punten:

- de verantwoordelijkheid met betrekking tot het verlenen van toestemming om meer dan 10% van de tijd aan bestuurs- en of beheerswerkzaamheden te besteden
- het opnemen van een beoordelingsprocedure
- het opnemen van een bezwaarschriftprocedure

De uiteindelijke regeling zal in januari 1987 ter instemming aan de OR worden voorgelegd.

### *Huisvestingsproblematiek*

Stagiaires, wetenschappelijk assistenten en enkele IS-medewerkers werden geacht naar Z010 te verhuizen, met dien verstande dat mensen die nog binnen hun afdeling konden blijven zitten voorlopig niet weg hoefden. De OR merkte op dat er bij veel medewerkers de indruk is gewekt dat de verhuizing gedwongen werd uitgevoerd.

De OR vroeg wat de criteria waren om juist een deel van IS naar beneden te laten verhuizen. Het antwoord was dat de afdeling IS de snelst groeiende afdeling is en er is een groep binnen IS die geen apparatuur op de kamer nodig heeft.

Wat gebeurt er op langere termijn als de nieuwbouw niet doorgaat, wordt er gedacht aan porta-cabins? Voorlopig probeert de directie de nieuwbouw te realiseren. Het gevaar van porta-cabins is dat ze blijvend kunnen worden,

hetgeen niet de bedoeling kan zijn. Zelfs als de nieuwbouw niet door mocht gaan, is de directie tegen porta-cabins.

De directie kreeg de indruk dat het ruimteprobleem niet zo groot is als eerst werd aangenomen. De OR bestreed dit ten zeerste.

#### *Varia*

Naast de bovengenoemde punten en naast zaken waar het om instemmingsrecht of adviesrecht ging, heeft de OR zich beziggehouden met het controleren van en het informeren naar onder meer de volgende zaken:

- invoering van de BBRA'84 (Bezoldigingsbesluit Burgerlijke Rijksambtenaren 1984)
- het WCW-takenpakket dat op de schouders van het CWI rust met name op die van de drukkerij
- ontsluiting van het WCW-terrein
- plannen voor nieuwbouw
- diefstal uit geparkeerde auto's en uit WCW-gebouwen
- realisatie van een bedrijvencentrum op het WCW-terrein
- overbelasting van de computersystemen CWI
- inschakeling extern adviesbureau Publikatiedienst
- informatiestroom van directie naar OR

#### *Zaken waarover aan de OR advies is gevraagd*

*Reorganisatie CWI.* Overeenkomstig het voorgenomen besluit was het advies van de OR inzake de directiestructuur als volgt:

- invoering van een driehoofdige directie bestaande uit een algemeen directeur, een wetenschappelijk directeur en een directeur beheerszaken;
- opheffing van de functie van adjunct-directeur bij pensionering of VUT van de huidige functionaris

#### *Zaken waarover aan de OR instemming is gevraagd*

*5% arbeidsduurverkorting.* Daar over de regeling voor de ADV zowel met de directie als met het personeel uitvoerig overleg was gepleegd, was de instemming met deze regeling een formaliteit. De OR ging tevens accoord met het voorstel de reeds inverdiende dag op 2 januari 1987 te consumeren, ervan uitgaande dat de ADV-regeling per 1 april 1986 inging.

#### FINANCIËN

Door het accountantskantoor Van Dien & Co is een afzonderlijk rapport uitgebracht over de financieel-administratieve verantwoording inzake het boekjaar 1986. In bijlage 2 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 1986 en 1985.

In 1986 bedroegen de personele kosten van de Stichting f13.859.000,- waarvan f1.824.000,- ten behoeve van de Landelijke Samenwerkingsverbanden en

Werkgemeenschappen en f12.095.000,- ten behoeve van het CWI. De materiële en overige kosten, inclusief de CWI-bijdrage in de exploitatie van SARA, bedroegen f4.435.000,-. Uitgaven tezamen derhalve f18.294.000,-.

De inkomsten, in totaal f18.324.000,- bestonden uit subsidies van de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO, (f1.823.000,- ter financiering van de landelijke onderzoeksprojecten en f11.164.000,- voor het CWI), het Prioriteiten Programma Informatica (PPI) (f120.000,-), de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION) (f 82.000,-), Informatica Stimuleringsplan (INSP) (f1.750.000,-)<sup>1</sup>, de Gemeente Amsterdam en de Vrije Universiteit (per saldo f75.000,-), de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW) (f31.000,-), Nationale Faciliteit Informatica (NFI) (f19.000,-) en uit bijdragen van de Commissie Europese Gemeenschappen (ESPRIT) (f1.261.000,-), alsmede uit vergoedingen voor ten behoeve van derden uitgevoerde opdrachten en voor het gebruik van elektronische apparatuur, ontvangsten uit hoofde van cursussen, verkoop van publikaties enz. (f2.137.000,-).

Blijkens vorengenoemde cijfers resulteerde het boekjaar 1986 in een voordelig saldo van de SMC ten bedrage van f30.000,-. Dit bedrag is als volgt opgebouwd: f36.000,- negatief saldo betreffende de landelijke projecten en een overschot van f66.000,- voor het CWI.

#### PERSONEELSAZAKEN

Als gevolg van de Arbeids Omstandigheden Wet (ARBO-wet) dient er met ingang van 1986 een zogenaamd Sociaal Jaarverslag te worden opgesteld. Dit heeft tot gevolg gehad dat er een aantal gegevens over het sociale beleid van de Stichting die in vorige jaarverslagen wel zijn opgenomen in dit jaarverslag niet terug te vinden zijn. Het betreft hier gegevens over de arbeidsvoorwaarden, een uitsplitsing naar full-time en part-time personeel, het ziekteverzuim en de arbeidsomstandigheden. Deze zijn in het apart verschenen Sociaal Jaarverslag gepubliceerd. Met de OR is afgesproken dat in de loop van 1987 nader naar de inhoud van het Sociaal Jaarverslag zal worden gekeken.

Dit alles betekent dat de gegevens met betrekking tot de personeelszaken zijn beperkt tot een meerjarenoverzicht van de personeelsbezetting (in aantallen) van het instituut van de Stichting (ultimo 1983 tot en met 1986). Zie hiervoor de bijgaande tabel<sup>2</sup>, alsmede een overzicht van werkzame personen (bijlage 1 van deel I).

1. Uit het toegekende INSP-subsidie is ook voor 1986 een bijdrage van f2.000.000,- beschikbaar. De bijdrage voor dit verslagjaar is echter gesplitst in een bijdrage in de exploitatie ter grootte van f1.750.000,- en een bijdrage in de investeringen van f250.000,- voor het CWI.

2. In de tabel treft men niet aan de aan het instituut verbonden wetenschappelijk adviseurs, noch de personen die in STW-dienst of als stagiair werkzaam waren en de bij de Stichting in dienst zijnde personeelsleden van de WCW-kantine. De betreffende personen zijn wel opgenomen in het personeelsoverzicht in bijlage 1 van deel I.

	ultimo 1983	ultimo 1984	ultimo 1985	ultimo 1986
<b>Directie</b>				
directeuren	2	2	2	2
adjunct-directeuren	1	1	1	1
adviseur Curatorium/Directie	-	1	1	1
stafmedewerkers	1	2	2	-
<b>Wetenschappelijke afdelingen</b>				
chefs	6	6	8	8
souschefs	5	4	4	4
wetenschappelijk medewerkers	51	48	67	77
afd. Zuivere Wiskunde	10	7	8	8
afd. Toegepaste Wiskunde	7	4	6	5
afd. Math. Statistiek	5	5	6	6
afd. Math. Besliskunde	9	8	10	10
afd. Numerieke Wiskunde	4	6	6	7
afd. Programmatuur	-	-	14	19
afd. Algoritmie en Architectuur	-	-	11	13
afd. Interactieve Systemen	-	-	6	9
wetenschappelijk assistenten	6	3	6	6
afd. Zuivere Wiskunde	1	-	-	-
afd. Toegepaste Wiskunde	1	1	2	2
afd. Math. Statistiek	2	2	3	2
afd. Numerieke Wiskunde	2	-	-	1
afd. Programmatuur	-	-	-	1
afd. Interactieve Systemen	-	-	1	-
programmeurs	9	9	11	17
afd. Numerieke Wiskunde	5	5	6	6
afd. Algoritmie en Architectuur	4	4	4	4
afd. Interactieve Systemen	-	-	1	1
afd. Computer Systemen en Tel.	-	-	-	6
<b>Algemene Dienst</b>				
SEZ	9	7	9	15
OBV	8	12	16	16
STO	36	37	37	35
Bibliotheek	12	11	10	10
<b>totaal</b>	<b>148</b>	<b>143</b>	<b>174</b>	<b>192</b>

### STICHTING ACADEMISCH REKENCENTRUM AMSTERDAM (SARA)

De Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit en de Stichting Mathematisch Centrum (SMC) zijn de drie stichters van SARA. De computer-faciliteiten 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 bureau's van ZWO en FOM. Van de drie stichters is de SMC de kleinste gebruiker van SARA.

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

De twee CDC computersystemen Cyber 750 bij SARA zijn in 1986 tot tevredenheid in bedrijf geweest. In de noodzakelijke vergroting van de capaciteit van de administratieve automatisering kon in de loop van het jaar worden voorzien door de vervanging van de IBM-4341 door een IBM-4381 computersysteem. In de tweede helft van het jaar nam het landelijk gebruik van de eveneens bij SARA opgestelde supercomputer Cyber 205 behoorlijk toe, ten gevolge van een door de Werkgroep Supercomputers tot stand gebrachte financieringsregeling.

Het gebruik via de SMC van de Cybers 750 bedroeg in 1986 19.783.000 lp-equiv, hetgeen een stijging van 57% betekende ten opzichte van 1985 met een gebruik van 12.581.000 lp-equiv. De stijging werd nagenoeg geheel veroorzaakt door de ZWO- en FOM-gebruikers, die in 1986 13.627.000 lp-equiv gebruikten, zijnde een stijging van 95% ten opzichte van 1985 met 6.971.000 lp-equiv. Voor het CWI was het gebruik van 6.156.000 lp-equiv in 1986 ongeveer gelijk aan dat in 1985 met 5.610.000 lp-equiv.

De twee huidige Cyber 750 mainframes zijn verouderd, en modernisering en uitbreiding daarvan dient op korte termijn plaats te vinden. In het verslagjaar 1986 is door SARA en de drie stichters met hun gebruikers veel werk verzet om de komst van nieuwe apparatuur voor te bereiden. Aan het einde van het jaar is besloten om in 1987 over te gaan op twee sporen en wel om de twee Cyber 750 mainframes te vervangen door een Cyber 990 van CDC en een IBM 3090-180. Bij het CDC-spoor zal het accent worden gelegd op continuering van de huidige dienstverlening, groot rekenwerk en samenhang met het gebruik van de supercomputer Cyber 205. Bij het IBM-spoor zal het accent worden gelegd op database gebruik en archivering.

Voor een overzicht van de SMC-vertegenwoordigers in het SARA-bestuur en in SARA-commissies wordt verwezen naar het Overzicht van commissies, besturen e.d.

# Verslag CWI

## INTERNE OVERLEGORGANEN

Ingaande 1 januari 1986 werd een aantal wijzigingen ingevoerd ten aanzien van de interne overlegstructuur, mede in verband met de reorganisatie van de Algemene Dienst. De vergaderingen van de Beleidsraad werden tot nader order opgeschort. Daarvoor in de plaats kwam een *Overleg Beleidszaken*, dat in de regel maandelijks plaats vond. Aan dit overleg namen deel de wetenschappelijk directeur (als voorzitter), de directeur beheerszaken, de chefs van de wetenschappelijke afdelingen en de chefs van de sectoren CST en OBV (de laatste als secretaris).

De directievergaderingen werden vervangen door vergaderingen (om de veertien dagen) van een *Managementteam*, bestaande uit de directieleden en de chefs van de sectoren OBV, SEZ en STO. Het voorzitterschap werd vervuld door de wetenschappelijk directeur en het secretariaat door de chef OBV. In verband met het feit dat de vacature van chef SEZ pas op 1 september werd vervuld, hebben gedurende het verslagjaar ook de hoofden van de Financiële Dienst (FD) en Personeelsdienst (PD) deelgenomen aan het overleg van het Managementteam.

Maandelijks, met enkele uitzonderingen, werd het *Overleg Beheerszaken* gehouden. Hieraan namen de chefs van alle afdelingen en sectoren deel. De directeur beheerszaken is hiervan de voorzitter en de chef SEZ voert hiervan het secretariaat. Tot 1 september werd het secretariaat waargenomen door G.M.A. Reniers (PD).

Ter stimulering van de contacten met en de kennistransfer naar bedrijfsleven en overheid en advisering daarover aan de Directie werd een *Adviesgroep CWI* in het leven geroepen in plaats van de Commissie Consultaties. De Adviesgroep bestond uit: prof.dr. G. de Leve (voorzitter), dr. J.C.P. Bus (OBV), prof.dr. M. Hazewinkel (ZW), dr. N.M. Temme (TW), prof.dr. R.D.



Gill (MS), J.M. Anthonisse (MB), drs. J. Kok (NW), drs. P.J.F. Lucas (AP), dr. M.L. Kersten (AA), drs. P.J.W. ten Hagen (IS) en drs. F. Bakker (STO). Het secretariaat werd verzorgd door OBV.

Enkele malen vond het *Overleg Computervoorzieningen* plaats. Taak van dit overleg is vooral de coördinatie en priorering van de aanschaffingen van computerapparatuur. Aan het overleg namen de directie en vertegenwoordigers uit alle afdelingen en sectoren deel. Het secretariaat werd verzorgd door de chef STO.

Ten behoeve van de Bibliotheek functioneert een *Bibliotheekcommissie*. Voor taak en samenstelling hiervan wordt verwezen naar het verslag van de Bibliotheek en Informatiedienst.

De ontwikkelingen ten aanzien van de kantoorautomatisering leidden tot de instelling van een *Stuurgroep Kantoorautomatisering* bestaande uit de chefs van de sectoren OBV, SEZ en STO.

Gedurende het verslagjaar heeft een *Commissie Projectbeheer* gewerkt aan ideeën over projectbeheer en -organisatie. Deze commissie functioneerde tevens als begeleidingscommissie voor de stagiair V.P.M. Verheul die vanaf mei bij OBV werkzaam was. Aan de werkzaamheden namen deel dr. J.C.P. Bus (voorzitter), drs. F. Bakker (STO), prof.dr. R.D. Gill (MS), W.J. Mol (FD), G.M.A. Reniers (PD) en prof.dr. J.C. van Vliet (AP). De commissie beëindigde haar taak in december met de bespreking van een notitie in het Overleg Beleidszaken.

Voor de organisatie van het *Algemeen CWI-colloquium* droeg een commissie zorg bestaande uit dr.ir. J.H. van Schuppen (voorzitter), drs. C.L. Blom, drs. N.W.P. van Diepen, prof.dr. M. Hazewinkel, dr.ir. H.J.A.M. Heijmans, dr. R. Helmers, drs. A. Janssen en drs. J. Kok. Door drs. A. Janssen en prof.dr. J.C. van Vliet werd gedurende het verslagjaar het *Informatica Colloquium* georganiseerd.

#### EXTERNE ADVIESORGANEN

Onder invloed van de ontwikkelingen naar aanleiding van de informatica-stimulering en de behoefte tot verbetering van de contacten met het bedrijfsleven en de overheid en mede naar aanleiding van de discussies op de workshop over het CWI in mei 1985 is besloten tot wijzigingen en aanpassingen in de adviesstructuur.

De invloed van het bedrijfsleven op het strategisch onderzoek bij het CWI zal worden gerealiseerd door instelling van een *Adviesraad*, waarin vertegenwoordigers van het bedrijfsleven, grote technische instituten, TNO en de academische wereld zitting zullen hebben. Naar verwachting zal deze raad midden 1987 kunnen worden ingesteld. Daarmee zullen enkele van de taken van de Raad van Advies worden overgenomen. Om deze reden is besloten tot opheffing van de Raad van Advies, een adviescollege dat vele jaren op voortreffelijke wijze als vertegenwoordiger van de academische onderzoeksweld over het onderzoek bij het CWI adviseerde. De taken van de Raad van Advies ten aanzien van de advisering over het wetenschappelijk programma van het CWI werden vanaf september overgenomen door de

*Wetenschapscommissie* tezamen met het *SION-bestuur*, die hiertoe een commissie ad hoc instelden bestaande uit prof.dr.ir. R.T. Boute, prof.dr.ir. A.J.W. Duijvestijn, prof.dr.ir. H. Kwakernaak en prof.dr. J.H. van Lint. Tot die tijd werd het SION-bestuur betrokken bij de advisering over het programma via de *Vaste Overlegcommissie* (VOC) SMC-SION. Deze commissie zal blijven bestaan, doch haar taak zal worden aangepast. Ze bestaat uit prof.dr. A. van der Sluis (SMC, voorzitter), prof.dr.ir. R.T. Boute en prof.dr. R.P. van de Riet namens SION en prof.dr. A.A. Verrijn Stuart. De wetenschappelijk directeur woonde de vergaderingen bij en het uitvoerend secretariaat werd verzorgd door dr. J.C.P. Bus (SMC).

De bestaande *vakadviescommissies* zullen in de nieuwe structuur niet langer adviseren aan de Raad van Advies, doch direct aan de afdelingsleiding en Directie. Over de noodzaak tot handhaven en over de precieze taakinvinging van deze commissies is overleg gaande. Samenstelling en verslag van de vakadviescommissies worden hieronder gegeven.

In 1986 is tevens het initiatief genomen tot het in het leven roepen van ad hoc 'visiting committees'. Ongeveer eens per één à twee jaar zal aan een dergelijke commissie, bestaande uit vooraanstaande personen uit de internationale onderzoeksweld, oordeel en advies worden gevraagd over een ruim onderzoeksgebied van het CWI.

#### VERSLAGEN VAN DE VAKADVIESCOMMISSIES

##### *Adviescommissie voor Zuivere Wiskunde*

###### *Samenstelling*

prof.dr. G. van Dijk	RU Leiden
prof.dr. J.J. Duistermaat	RU Utrecht
prof.dr. E.J.N. Looijenga	KU Nijmegen
prof.dr. E.G.F. Thomas	RU Groningen

*Verslag van de werkzaamheden.* De commissie kwam bijeen op 16 april. Tijdens deze vergadering werd de beleidsbegroting 1987 besproken; ook werd gediscussieerd over mogelijk toekomstig onderzoek binnen de afdeling ZW. Het Wetenschappelijk Programma 1987/Meerjarenplan 1988-1992 werd, in het najaar, schriftelijk becommentarieerd.

##### *Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde*

###### *Samenstelling*

prof.dr.ir. G.Y. Nieuwland	VU Amsterdam (voorzitter)
prof.dr. A.O.H. Axelsson	KU Nijmegen
prof.dr. J. Boersma	TU Eindhoven
dr. A. van Harten	Rijkswaterstaat/RU Utrecht

prof.dr. E.M. de Jager  
 prof.dr. M.N. Spijker

Universiteit van Amsterdam  
 RU Leiden

*Verslag van de werkzaamheden.* De commissie kwam bijeen op 4 april, 26 juni en op 27 november. Tijdens de voorjaarsvergadering werd de beleidsbegroting 1987 besproken. De (extra) vergadering van 26 juni was gewijd aan een beleidsnotitie van de afdeling TW met betrekking tot de personele situatie en de daarmee verband houdende programmering van het wiskunde-onderzoek op deze afdeling. Tijdens de najaarsvergadering werden de wetenschappelijke programma's 1987 van de afdelingen TW en NW besproken. Voorts kwam aan de orde de suggestie van het Curatorium tot opheffing van de adviescommissie.

*Adviescommissie voor Statistiek en Waarschijnlijkheidsrekening*

*Samenstelling*

prof.dr. J.Th. Runnenburg	Universiteit van Amsterdam (voorzitter)
prof.dr. W. Albers	RU Limburg
prof.dr. M.S. Keane	TU Delft
prof.dr. J. Oosterhoff	VU Amsterdam
prof.dr. F.H. Ruyngaert	KU Nijmegen
prof.dr.ir. J.H.A. de Smit	Universiteit Twente

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar twee maal bijeen. Tijdens de voorjaarsbijeenkomst besprak en beoordeelde de commissie de beleidsbegroting 1987 en het jaarverslag 1985 van de afdeling MS. De najaarsbijeenkomst was onder meer gewijd aan het meerjarenplan van de afdeling.

*Adviescommissie voor Besliskunde in brede zin*

*Samenstelling*

prof.dr.ir. H. Kwakernaak	Universiteit Twente (voorzitter)
prof.dr. P. van Beek	LU Wageningen
prof.dr.ir. M.L.J. Hautus	TU Eindhoven
prof.dr. K.M. van Hee	TU Eindhoven
prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan	EU Rotterdam
prof.dr. H.C. Tijms	VU Amsterdam

*Verslag van de werkzaamheden.* De commissie kwam in het verslagjaar twee maal bijeen. Zij besprak op 19 maart de beleidsbegroting 1987 van de afdeling MB en op 1 oktober het Wetenschappelijk Programma 1987/Meerjarenplan 1988-1992.

### *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

De heren Apers, Nijman, Otten en Rem zijn per 1 april tot de commissie toetreden.

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar twee maal bijeen. In het voorjaar (8 april) werd gesproken en geadviseerd over de beleidsbegroting 1987. In het najaar (2 oktober) werd gesproken en geadviseerd over het Wetenschappelijk Programma 1987/Meerjarenplan 1988-1992.

### VERSLAG VAN DE AFDELING ZUIVERE WISKUNDE

#### *Algemeen*

De leiding van de afdeling was in handen van prof.dr. M. Hazewinkel; souschef was dr. J. de Vries. Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Zuivere Wiskunde.

Gastmedewerker dr. R. Peralta (gefinancierd door NFI), vanaf 7 november 1985 aan de afdeling verbonden, vertrok op 20 februari (naar de Univ. Catolica de Chile, Santiago, Chili).

In juni keerde dr. A.E. Brouwer terug na een verblijf van 9 maanden aan de Universiteit van Aalborg (Denemarken). Met ingang van 1 augustus werd hij benoemd tot gewoon hoogleraar aan de TU Eindhoven; hij bleef voor 0.1 van de werktijd verbonden aan de afdeling ZW. De TU Eindhoven versterkte haar reputatie als vaste afnemer van medewerkers van de afdeling ZW door dr. J.C. van der Meer aan te stellen als universitair docent; hij beëindigde derhalve het dienstverband binnen de afdeling op 31 augustus. Op 1 augustus werd dr. H. den Boer aangesteld als medewerker en op 1 september drs. G.C.M. Ruitenburg. Met ingang van 1 oktober begon dr. S.N.M. Ruijsenaars zijn

werkzaamheden binnen de afdeling ZW (gefinancierd met een C&C Huygens stipendium). Evenals het vorig jaar was dr. A.M. Cohen voor 1 dag per week verbonden aan de RU Utrecht en dr. T.H. Koornwinder voor 2 dagen per week aan de RU Leiden.

Mw. W.E.G. van Eijk en mw. N. Mitrovič verrichtten secretariële werkzaamheden ten behoeve van de afdeling, laatstgenoemde in het bijzonder voor de afdelingschef.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. discrete wiskunde en cryptografie;
2. analyse;
3. algebraïsche mathematische fysica;
4. dynamische systemen.

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

## VERSLAG VAN DE AFDELING TOEGEPASTE WISKUNDE

### *Algemeen*

De leiding van de afdeling berustte bij prof.dr. H.A. Lauwerier. De dagelijkse leiding was in handen van de souschef dr. N.M. Temme.

Als adviseur was aan de afdeling verbonden prof.dr. J.A.J. Metz (Instituut voor Theoretische Biologie, RU Leiden). Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde.

Met ingang van 1 januari werden dr. O. Diekmann en dr. J.A.J. Metz benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de biomathematica aan de RU Leiden. De oratie vond plaats op 14 november. J.A.P. Heesterbeek legde op 29 juni met predikaat cum laude het ingenieursexamen af aan de LU Wageningen en trad per 1 juli in dienst als wetenschappelijk assistent. Mw. M. van Herwijnen verbleef van 16 juni tot 15 december als stagiaire op de afdeling. Dr.ir. J. Grasman verliet de afdeling per 31 augustus en trad in dienst bij de RU Utrecht.

Mw. W.E.G. van Eijk verrichtte secretariële werkzaamheden ten behoeve van de afdeling.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. stochastische aspecten van dynamische systemen;
2. asymptotiek en toegepaste analyse;
3. niet-lineaire analyse en biomathematica;
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

*Algemeen*

De leiding van de afdeling berustte bij prof.dr. R.D. Gill; souschef was dr. R. Helmers.

Met ingang van 1 januari werd R.D. Gill, vanwege de Stichting Leids Universiteits Fonds, benoemd tot bijzonder hoogleraar in de toepassingen van de wiskunde.

Als adviseur waren aan de afdeling verbonden prof.dr. P. Groeneboom (Universiteit van Amsterdam) en prof.dr. L.F.M. de Haan (EU Rotterdam). Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Statistiek en Waarschijnlijkheidsrekening.

Drs. E.A.G. Weits werd per 1 april aangesteld als STW-medewerker. Prof.dr. A. Verbeek (0.6 fte) verliet de afdeling op 31 oktober, drs. A. Hoogendoorn verbleef vanaf 16 november op de afdeling, in verband met de vervulling van zijn vervangende dienstplicht. Prof.dr. T. Louis (Harvard University, Boston, USA), dr. E. Mammen (Universität Heidelberg, Heidelberg, BRD) en dr. J. Smith (Johns Hopkins University, Baltimore, USA) verbleven tot resp. 1 september, 1 februari en 15 augustus als gast op de afdeling. Dr. E. Valkeila (Computing Centre, Helsinki, Finland) was vanaf 1 oktober als gast op de afdeling werkzaam.

Administratieve en organisatorische assistentie werd verleend door mw. H.B. Mettrop (tot 1 augustus) en mw. G.K.C. Sloterdijk (vanaf 1 augustus).

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. semiparametrische statistiek;
2. stochastische processen;
3. toegepaste statistiek.

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

## VERSLAG VAN DE AFDELING MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

### *Algemeen*

De leiding van de afdeling beruiste bij prof.dr. J.K. Lenstra. Als adviseur was prof.dr.ir. J.W. Cohen (RU Utrecht) aan de afdeling verbonden. Bij de planning en evaluatie van het onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Besliskunde in brede zin.

Bij het project *Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken* werden drs. J.L. van den Berg en drs. W.P. Groenendijk, stagiairs vanaf 1 augustus 1985, per 1 februari aangesteld tot wetenschappelijk medewerker.

Bij het project *Systeem- en regeltheorie* trad ir. P.R. de Waal per 1 februari in dienst ten behoeve van een STW-deelproject. M. Stöhr (Universität Kaiserslautern, BRD) werd per 1 november voor een periode van negen maanden bij dit project gedetacheerd.

Mw. H.B. Mettrop verrichtte secretariële werkzaamheden ten behoeve van de afdeling van 1 februari tot 1 augustus. Zij werd opgevolgd door mw. G.K.C. van Sloterdijk.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. combinatorische optimalisering;
2. analyse en besturing van informatiestromen in netwerken;
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

### *Algemeen*

De leiding van de afdeling beruiste bij prof.dr. P.J. van der Houwen; souschef was dr.ir. H.J.J. te Riele. Als adviseur waren aan de afdeling verbonden prof.dr.ir. P. Wesseling (TU Delft) en prof.dr. H.A. van der Vorst (TU Delft). 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 voor 0.1 deeltijd werkzaam voor de Rijksuniversiteit Utrecht, waar hij o.a. een caputcollege numerieke wiskunde (randwaardeproblemen en numerieke stromingsleer) verzorgde.

Per 1 januari traden M. Bergman en E.D. de Goede in dienst als wetenschappelijk assistent. Drs. E.D. de Goede werd per 1 november benoemd

tot wetenschappelijk medewerker.

In het kader van haar studie numerieke wiskunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam verbleef mw. C.B.M. Boon vanaf 1 augustus als stagiaire op de afdeling.

Mw. W.E.G. van Eijk verrichtte secretariële werkzaamheden voor de afdeling.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. discretisatie van beginwaardeproblemen;
2. multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen;
3. getaltheorie m.b.v. de computer;
4. numerieke programmatuur.

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

## VERSLAG VAN DE AFDELING PROGRAMMATUUR

### *Algemeen*

De leiding van de afdeling berustte bij prof.dr. J.W. de Bakker. Als adviseur was prof.dr. J.A. Bergstra (Universiteit van Amsterdam/RU Utrecht) aan de afdeling verbonden. Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

Dr. J.C. van Vliet was tot 1 maart voor 2 dagen per week gedetacheerd bij de Open Universiteit te Heerlen. Per 1 maart werd hij benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de Informatica aan deze universiteit en per 1 januari 1987 tot gewoon hoogleraar in de Informatica aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. Dr. J.W. Klop werd per 1 september benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de Toegepaste Logica aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. Prof.dr. P. Klint was gedurende het verslagjaar deeltijds werkzaam als buitengewoon hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam.

Als wetenschappelijk medewerker traden in dienst S. van Egmond en F.C. Heeman (1 mei, voorheen als stagiair bij de afdeling werkzaam), A.P.W. Eliëns (1 september, voorheen als stagiair bij de afdeling werkzaam), M.A. Bezem (1 oktober) en J.G. Rekers (1 november, voorheen als stagiair bij de afdeling werkzaam). De afdeling werd verlaten door dr. P.M. Rodenburg (30 november), drs. S. van Egmond, drs. F.C. Heeman, drs. J.B. Warmer en prof.dr. J.C. van Vliet (allen per 31 december).

Bij de afdeling waren gedetacheerd drs. A. Verhoog (BSO, tot 1 oktober), drs. M.H. Logger (BSO, vanaf 1 oktober) en drs. H. Goeman (RU Leiden, vanaf 15 november).

Als stagiair waren bij de afdeling werkzaam M.H.J. Berndsen en H.B.P.



Knops (IHBO De Maere, Enschede), A.P.W. Eliëns (Universiteit van Amsterdam, tot 1 september), S. van Egmond en F.C. Heeman (VU Amsterdam, tot 1 mei), J.G. Rekers (Universiteit van Amsterdam, tot 1 november).

Mw. L. Vasmel-Kaarsemaker verrichtte secretariële werkzaamheden voor de afdeling.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. concurrency;
2. formele specificatiemethoden;
3. uitbreidbare programmeeromgevingen;
4. interactieve tekstverwerking;
5. expertsystemen en andere aspecten van kunstmatige intelligentie;
6. software engineering.

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

## VERSLAG VAN DE AFDELING ALGORITMIEK EN ARCHITECTUUR

### *Algemeen*

De leiding van de afdeling berustte bij prof. L.G.L.T. Meertens. Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

Prof. L.G.L.T. Meertens was als bijzonder hoogleraar tevens verbonden aan de TU Delft. Dr. M.L. Kersten is voor 0.2 fte. in dienst bij de Vrije Universiteit. Dr. S.J. Mullender trad van 1 januari tot 15 september op als interim chef van de Sector Computer Systemen en Telematica. Daarin werd hij opgevolgd door prof. L.G.L.T. Meertens. In september van het verslagjaar startte dr. S.J. Mullender met een gastonderzoekerschap van een half jaar bij het Systems Research Center van Digital Equipment Corporation in Palo Alto, Californië.

Prof.dr. T.A. Budd (University of Arizona) verbleef tot 1 augustus als gast-medewerker op de afdeling. Drs. A. Janssen, medewerker bij het Amoeba-project, verliet de afdeling per 31 december. Prof.dr. L.M. Kirousis (University of Patras, Griekenland) verblijft sinds 1 september als gast-medewerker bij de afdeling. Verder traden in dienst: dr. E. Kranakis, medewerker bij het project complexiteit en algoritmen per 1 januari; drs. C. van der Meer, medewerker bij het DAISY-project per 8 september; I. Shizgal M.S., medewerker bij het Amoeba-project m.i.v. 1 oktober.

Als stagiair waren werkzaam: S.E. Advokaat (VU Amsterdam), m.i.v. 1 augustus; H.W.K. Boenink (IHBO De Maere, Enschede) m.i.v. 1 september; E.D.G. Boeve (HTS Amsterdam) m.i.v. 7 augustus; M.M. Cathalina (HIO Eindhoven) van 10 februari tot 18 juli; H. Nijbacker (IHBO De Maere,

Enschede), m.i.v. 18 augustus; M.R. Roorda (IHBO De Maere, Enschede) m.i.v. 18 augustus; mw. M. Snyder (University of Oregon, USA) van 18 augustus tot 29 november; H. Tempelman (IHBO De Maere, Enschede) m.i.v. 1 september; E. Verweij (TU Delft), tot 1 juli; S. van der Zee (HTS Amsterdam), van 1 februari tot 18 juli; J. Zwaan (IHBO De Maere, Enschede), tot 1 februari en R.P. Zwart (IHBO De Maere, Enschede), van 1 februari tot 1 juli.

Mw. M.W.A. Hegt verrichtte secretariële werkzaamheden voor de afdeling.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. Complexiteit en algoritmen;
2. Transparantie van architecturen;
3. ABC;
4. Gespreide adaptieve informatiesystemen;
5. Constructieve algoritmie.

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

## VERSLAG VAN DE AFDELING INTERACTIEVE SYSTEMEN

### *Algemeen*

De leiding van de afdeling berustte bij drs. P.J.W. ten Hagen. Bij de planning van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

De volgende gastmedewerkers kwamen en gingen: T. Takala (Helsinki University of Technology) van 15 september tot 15 december en Y. Yamaguchi (universiteit van Tokio) van 1 maart tot 1 augustus.

De afdeling werd versterkt door de komst van: drs. D. Soede per 1 februari, als programmeur gedetacheerd door STO, drs. J.A. Kaandorp, die een tijdelijke aanstelling kreeg in afwachting van een STW-project plaats, drs. P.J. Veerkamp, als wetenschappelijk medewerker, per 1 oktober, dr. V. Akman, als wetenschappelijk medewerker, per 1 november, dr. J.L.H. Rogier, als wetenschappelijk medewerker gedetacheerd door TNO-ITT en dr. P. Bernus, als gastmedewerker voor een jaar, per 1 november. Als stagiair waren H.A.G. Hoogendoorn en R.J. Honing werkzaam.

Mw. M.W.A. Hegt verrichtte secretariële werkzaamheden voor de afdeling.

Voor de personeelssamenstelling van de afdeling op 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De hoofdgebieden van onderzoek van de afdeling waren:

1. computergrafiek;
2. interactieve werkstations;
3. dialoogprogrammering;
4. intelligente CAD-sytemen.

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

#### VERSLAG VAN DE BIBLIOTHEEK EN INFORMATIEDIENST

In het verslagjaar kwam de Bibliotheekcommissie (samenstelling per 1 januari: prof.dr. H.A. Lauwerier (voorzitter), L.J.M. Geurts (AA), dr. R. Helmers (MS), drs. B.J. Lageweg (MB), dr.ir. H.J.J. te Riele (NW), dr. N.M. Temme (TW) en dr. J. de Vries (ZW)) zeven maal bijeen. Het commissielid L.J.M. Geurts werd per 27 oktober opgevolgd door mw. ir. L.C. van der Gaag (AP).

De vergaderingen werden door de bibliothecaris bijgewoond; mw. J. Steringa trad op als notuliste.

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. De herindeling van de ZW-collectie is vrijwel afgerond. Alle monografieën zijn nu opgenomen in de microfichecatalogus. Data-entry (STO) verzorgde een belangrijk deel van de invoer van nieuwe rapporten in het rapportenbestand.

De Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek te Göttingen en de CWI-bibliotheek spraken in het verslagjaar af de uitwisseling van tapes met "grijze" literatuur (vnl. rapporten) verder uit te werken.

Bij wijze van proef kwamen de titelgegevens van de boekenaanwinsten voor raadpleging binnen het WCW beschikbaar op het USENET.

Door de bibliotheek van het Mathematisch Instituut van de RU Groningen is aan de CWI-bibliotheek advies gevraagd over het toekennen van boeknummers en de kastplaatsing van boeken. De bibliotheek van het Mathematisch Instituut van de RU Leiden vroeg advies over de mogelijkheid van het overnemen van door het CWI aan publikaties toegekende classificatiecodes.

In het verslagjaar werd begonnen met het organiseren van rondleidingen in de bibliotheek voor nieuwe CWI-medewerkers en andere belangstellenden in het instituut. Hierbij werd uitleg gegeven over het gebruik van de bibliotheek.

Tijdens een symposium, dat georganiseerd werd ter gelegenheid van het 40-jarig bestaan van de Stichting Mathematisch Centrum, verzorgde de bibliotheek een tentoonstelling van boeken. Deze waren voor dit doel tijdelijk ter beschikking gesteld door een aantal uitgevers. In het verslagjaar werd ook een tentoonstelling gehouden van boeken uit de bibliotheek tijdens de vakantie cursus voor leraren te Eindhoven en Amsterdam. Dit werd gerealiseerd in samenwerking met de bibliotheek van het Mathematisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam, een boekhandel en een aantal uitgevers.

Van prof.dr. M. Mauve te Laren ontving de bibliotheek een schenking van publikaties van L.E.J. Brouwer. Het grootste gedeelte hiervan bestond uit overdrukken. Van mevr. M. Stieltjes-Mauve te Waalre ontving de bibliotheek een schenking van enige werken van Th. J. Stieltjes, Jr. Prof.dr. W. Bloemendal te Aerdenhout schonk de bibliotheek enkele jaargangen van *Indagationes Mathematicae* en het *Nieuw Archief voor Wiskunde*.

In het kader van de kantoorautomatisering is in het verslagjaar het INGRES-software-pakket beschikbaar gekomen. Door STO is begonnen met het automatiseren van de tijdschriftenadministratie met behulp van dit pakket. INGRES biedt uitgebreide mogelijkheden voor het raadplegen van computerbestanden. STO is daarom tevens begonnen met te onderzoeken of hiervan ook optimaal geprofiteerd kan worden ten behoeve van het raadplegen van de catalogusbestanden van de bibliotheek.

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 374 (v.j. 316) rapporten en andere publikaties gedistribueerd;
- de uitgave van de door de Bibliotheek verzorgde aanwinstenlijsten van boeken en rapporten (AW- en AR-series).

Via het interbibliothecair leenverkeer zijn 3278 aanvragen (v.j. 3004) binnengekomen, waarvan er 1884 (v.j. 1679) gehonoreerd konden worden. Van de aanvragen die niet gehonoreerd konden worden bleken 594 items (nog) niet aanwezig te zijn in de collectie. Daarnaast werden aan de bezoekers van buiten het CWI 1393 titels (v.j. 1308) uitgeleend en aan eigen medewerkers 1799 titels (v.j. 1452).

De informatiemedewerker S.I. Thé was ingeschakeld bij de informatievoorziening ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek. Daarbij werd gebruik gemaakt van moderne auto-dial-up-apparatuur voor het automatisch in contact treden met externe databases. Het aantal te raadplegen databases werd gedurende het verslagjaar belangrijk uitgebreid. In het verslagjaar zijn 57 (52 in 1985) opdrachten uitgevoerd.

De collectie van de bibliotheek werd uitgebreid met 1072 boeken (v.j. 1107), 5891 rapporten (v.j. 5455) en 82 nieuwe tijdschriftenabbonementen (v.j. 67), waarvan er 37 door ruil werden verworven. Hiervan is een aantal titels afkomstig uit de lopende WG-tijdschriftencollectie, die met ingang van het verslagjaar op het CWI is ondergebracht. Enkele nieuwe tijdschrifttitels zijn:

- *Algorithmica: an international journal in computer science* (Springer, New York)
- *Computational intelligence: an international journal* (National Research Council of Canada, Ottawa)
- *Discrete & computational geometry* (Springer, New York)
- *Dynamics and stability of systems: an international journal* (Oxford U.P., Oxford)
- *Future computing systems: an international journal* (Oxford U.P., Oxford)

- IEEE expert: intelligence systems and their applications (IEEE Comp. Soc., New York)
- Journal of complexity (Academic Press, Orlando)
- Journal of geometry and physics (Pitagora, Bologna)
- Journal of scientific computing (Plenum Press, New York)
- Journal of symbolic computation (Academic Press, London)
- Queueing systems: theory and applications (Baltzer, Basel)
- Statistical science: a review journal of the Institute of Mathematical Statistics (I.M.S., Hayward)
- Systems research and information science (Gordon and Breach, New York)
- Zeszyty naukowe Geometria (Wydawnictwo Politechnika Poznańskiej, Poznań)
- Zeszyty naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego. Prace informatyczne (P.W.N. Warszawa)

Op 23 januari brachten mw. C.G.J. Klompen en de bibliothecaris drs. F.A. Roos een werkbezoek aan Swets Subscription Service te Lisse. Mw. A.L. Ong bracht op 29 april een werkbezoek aan de Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek te Göttingen.

Op uitnodiging van de Stichting prof.dr. H.J. van der Schroeff-bibliotheek bezocht F.A. Roos op 13 mei een bijeenkomst op de KU Brabant, waar de integratie van de voormalige NOVI-bibliotheek met de collectie van de KU Brabant nader werd toegelicht.

Aan de algemene vergadering van het Overlegorgaan Literatuurverzorging Beta- en Medisch gebied werd op 6 juni deelgenomen door mw. A.L. Ong. Op 23 juni werd door mw. A.L. Ong en F.A. Roos een werkbezoek afgelegd aan de Commissie Informatie Lopend Onderzoek (CILO) te Amsterdam. Medewerkers van CILO gaven een demonstratie van het retrieval-softwarepakket BASIS.

De Online Informatie Konferentie Nederland, die op 22 en 23 oktober te Rotterdam plaats vond, werd bezocht door S.I. Thé en F.A. Roos.

Aan de algemene ledenvergadering van de VOGIN (Vereniging van Online Gebruikers In Nederland), zowel als aan de bijeenkomsten van de Werkgroep PAD (Programmatuur, Apparatuur en Datatransmissie) van genoemde vereniging werd door S.I. Thé deelgenomen.

Op 16 september vond de 15de bijeenkomst van de Werkgroep PAD plaats op het CWI. Bij deze gelegenheid hielden J.N. Akkerhuis (CST) en D. Chaum (ZW) beiden een lezing.

Wegens de aanvaarding van een functie elders verliet J.G. Klein de Bibliotheek per 1 september. Mw. C.G.J. Klompen slaagde in juni voor de cursus GO-A3.

## VERSLAG VAN DE SECTOR COMPUTERSYSTEMEN EN TELEMATICA

### *Algemeen*

Met ingang van 1 januari 1986 is het 'Computerlaboratorium', vroeger een onderdeel van de dienst Opdrachten en Ondersteuning (O&O), een afzonderlijke sector geworden, die zowel een beleids- en beheerstaak heeft ten aanzien van het realiseren en instandhouden van een infrastructuur, in de vorm van diverse computervoorzieningen, voor geavanceerd onderzoek, als een eigen wetenschappelijke onderzoekstaak. Vooralsnog zijn deze aspecten niet scherp gescheiden.

Dr. S.J. Mullender trad van 1 januari tot 15 september op als interim chef van de sector, daarin opgevolgd door prof. L.G.L.T. Meertens (beiden AA).

D.P. Kingston III verliet de sector per 30 juni. Mw. C. Orange was als gastprogrammeur aan de sector verbonden van 1 mei tot 1 augustus. Mw. D.L. Draper trad in dienst als systeemprogrammeur per 1 juli.

Mw. M.J. Leen verrichtte secretariële werkzaamheden voor de sector. Bovendien werd secretariële bijstand verleend door mw. M.W.A. Hegt.

F. Kuiper verzorgde de distributie voor de European Unix Users Group (EUUG) van een tiental distributiepakketten op magneetband met programmatuur.

Ten behoeve van de EUUG verzorgde J.N. Akkerhuis de productie van de EUUG-Newsletter. Voor de Usenix Winter Conferentie, die in januari 1987 in Washington (USA) zal plaatsvinden, produceerde J.N. Akkerhuis een gedeelte van de proceedings.

Voor de personeelssamenstelling van de sector per 31 december 1986 wordt verwezen naar bijlage 1 bij deel I.

### *Aandachtsgebieden*

De hoofdgebieden van aandacht van de sector waren:

1. Minicomputersystemen, UNIX en local area networks;
2. Wide area networks;
3. Tekstverwerking en computer typesetting;
4. Microcomputersystemen.

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

## VERSLAG VAN DE SECTOR ONDERZOEKSBEHEER EN -VOORLICHTING

De sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting (OBV) werd per 1 januari 1986 ingesteld. OBV nam de taken over van het Bureau van de Stichting, alsmede een aantal taken van de voormalige dienst O&O t.a.v. de ondersteuning bij contacten met derden. De leiding van de sector OBV berustte bij dr. J.C.P. Bus. Verschillende taakgroepen kunnen worden onderscheiden.

OBV verzorgde de begeleiding van beoordeling en uitvoering van de landelijke projecten van de Stichting, alsmede het bureau van de Stichting i.o. Informatica-onderzoek in Nederland (SION). De dagelijkse werkzaamheden

hiervoor en voor de onder de SMC en SION vallende STW-projecten werden uitgevoerd door H.J.M. Wijers, die per 1 januari in dienst trad. Bus trad op als uitvoerend secretaris van SION. Wijers nam in mei het secretariaat van de Wetenschapscommissie van Bus over. Bovendien had Wijers als waarnemer namens de STW zitting in de Gebruikerscommissies van de verschillende door de SMC en SION begeleide STW-projecten.

Ook per 1 januari trad in dienst dr. H.M. Nieland, ten behoeve van de wetenschapsvoorlichting en -presentatie. Hij verrichtte veel werk aan jaarlijks terugkerende publikaties zoals de Beleidsbegroting, het Jaarverslag, het Annual Report en het Wetenschappelijk Programma/Meerjarenplan. Als voorzitter van de 'Jubileumcommissie 40 jaar SMC' was hij belast met coördinatie en uitvoering van de activiteiten die in dit verband in het jubileumjaar 1986 plaatsvonden. Nadere informatie daarover kan worden gevonden in de inleidingen tot beide delen en in het hoofdstuk over de algemene CWI-activiteiten in deel II. Als wetenschapsvoorlichter verzorgde Nieland de berichtgeving over de CWI-activiteiten via persberichten en artikelen. Er werd een serie van wat langere achtergrondartikelen gestart voor de pers onder de naam WIN. Tenslotte was hij geheel of gedeeltelijk betrokken bij de voorbereiding van diverse (groeps-)bezoeken aan het CWI. Per 1 mei verliet mw. drs. J. Sterringa (bibliotheekmedewerkster, voor één dag per week bij OBV werkzaam) de sector. Haar taken, met name de redactie van het Annual Report, werden overgenomen door Nieland.

De stafondersteuning aan directie en bestuur, alsmede de ondersteuning bij opzet en beheer van samenwerkingsprojecten met het bedrijfsleven werd verzorgd door Bus. Ter ondersteuning bij deze taken werd per 1 september aangesteld mw. mr.dr. M.Y. van der Heijden. Zij besteedde vooral aandacht aan de opstelling van contracten en licenties en andere zaken van juridische aard, alsmede aan externe contacten. Ook per 1 september trad in dienst mw. J.E.M. Smal, die werd belast met diverse werkzaamheden ten behoeve van bestandsbeheer en overige taken ter ondersteuning van de wetenschapsvoorlichting en planning en beheer. In mei werd een stagiair, V.P.M. Verheul van de TU Eindhoven, aangetrokken voor werkzaamheden aan de opzet van een informatiesysteem ten behoeve van het management.

In september nam Bus het uitvoerend secretariaat van het Curatorium van drs. F.J.M. Barning over. Gedurende het verslagjaar verzorgde Bus tevens het secretariaat van het Overleg Beleidszaken en het Managementteam. Van diverse andere commissies en groepen werd het secretariaat door medewerkers van OBV verzorgd.

Mw.C.E. Both verleende organisatorische en administratieve ondersteuning bij de organisatie van cursussen, symposia, congressen, bezoeken e.d. door medewerkers van het CWI.

De verkoop en distributie van de door het CWI verzorgde publikaties, alsmede de verzorging van de Mededelingen van het WG, was in handen van C.E. Thomson, die hierin werd ondersteund door mw. D.C.M. Amende-Konijn.

OBV verzorgde de secretariële ondersteuning van de afdelingen en sectoren.

Mw. H.B. Mettrop, die op 1 januari het secretariaat van de afdelingen MS en MB overnam van mw. A.K. van den Berg - per 1 februari overgeplaatst naar de Personeelsdienst -, verliet op 1 september het CWI. In haar plaats werd benoemd mw. G.K.C. van Sloterdijck. Mw. M.J. Leen nam op 1 augustus de functie van secretaresse van STO over van mw. J.M.F. Kleijnen. Op 1 november verliet zij de dienst. Per dezelfde datum verliet ook mw. S.P. Dammer, secretaresse OBV, het CWI.

Ingaande 1 januari werd de bureauredacteur geplaatst in de sector Technische Ondersteuning bij de Publikatiedienst.

In het verslagjaar nam Bus deel aan een Intermediair Seminar op 6 februari in de RAI te Amsterdam over het afsluiten van licenties, aan het *NGI-SION symposium* op 2 en 3 april in Utrecht, aan de afsluitende bijeenkomst van de *PAO-cursus Beleidsontwikkeling en besluitvorming* op 11 april, aan de *Conference Applying Information Technology: the key to the future*, op 18 en 19 september, aan de *ESPRIT Technical Week* op 29 september t/m 2 oktober in Brussel en aan het *Symposium Greep op onderzoek* aan de TU Eindhoven op 16 oktober. Mw. van der Heijden nam op 24 oktober deel aan een Euroforum Studiedag over BTW in het Okura Hotel te Amsterdam, tezamen met het hoofd van de Financiële Dienst.

#### VERSLAG VAN DE SECTOR SOCIAAL-ECONOMISCHE ZAKEN

Deze sector is verantwoordelijk voor het financieel beheer, de personele en civiele zaken van de stichting.

Per 1 september trad drs. G.F.C. Hardeveld Kleuver in dienst als chef van deze sector. Hij is belast met de organisatie en coördinatie van de werkzaamheden die door het drietal onder deze sector regarderende diensten t.w. de Financiële Dienst, de Personeelsdienst en de Civiele Dienst, worden verricht.

In oktober kwam een programma van eisen voor uitbreiding van het huidige gebouw van het CWI gereed. Dit programma werd aan ZWO verstuurd met het verzoek om instemming en doorzending naar het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.

#### *Financiële Dienst*

De Financiële Dienst 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. Bij de uitvoering van deze taken werd veelvuldig gebruik gemaakt van



de beschikbare computerfaciliteiten.

Op 16 augustus trad in dienst mw. M.H.W. Seveke-Bloedjes.

#### *Personeelsdienst*

De Personeelsdienst was belast met de 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 Burgerlijk Pensioenfonds verbonden administratie en correspondentie werd eveneens door de Personeelsdienst verzorgd.

Tevens verleende de Personeelsdienst bemiddeling bij de ontvangst en huisvesting van buitenlandse gasten.

Op 1 februari werd als gevolg van een interne verschuiving mw. A.K. van den Berg aan de dienst toegevoegd als administratief medewerkster.

#### *Civiele Dienst*

De taken van de Civiele Dienst 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 (een in 1986 toegenomen activiteit), het beheer van zalen, magazijnen en kantoorartikelen, alsmede de postverwerking. In 1986 is de toewijzing van kamerruimten aan medewerkers ook een taak van deze dienst geworden. 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. Op 1 juli traden in dienst mw. G.K.C. van Sloterdijck en mw. I. Breed. Op 1 augustus kwam mw. D. Slager-Van Mourik de receptie versterken. Zij verliet de dienst echter weer op 31 augustus. Per 1 september trad mw. M.I. Braxhoofden-Lieuwen in dienst.

De kantine is een gemeenschappelijke voorziening voor het WCW-complex. De medewerkers/sters verzorgen de maaltijdverstrekking, recepties en lunches voor 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.

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

Als uitvloeisel van de nieuwe organisatiestructuur functioneert per 1 januari 1986 de Sector Technische Ondersteuning (STO). Daartoe behoren de taakgroep Computerservice en Applicatie Programmering (CAP) en de Publikatiedienst. De taakgroep CAP vormde daarvoor tezamen met het Computerlaboratorium de toenmalige dienst Opdrachten en Ondersteuning (O&O). Het Computerlaboratorium werd per 1 januari een zelfstandige sector onder de naam Computer Systemen en Telematica (CST).

Mw. J.M.F. Kleynen was tot 1 maart werkzaam als secretaresse bij STO. Van 1 augustus tot november werden haar werkzaamheden overgenomen door mw. M.J. Leen. Per 1 maart is drs. F. Bakker in dienst getreden als chef van deze sector.

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

Naast de twee reeds bestaande groepen voor applicatie programmering werd een groep voor service en ondersteuning gevormd. Daarmee bestaat de taakgroep CAP uit de volgende drie onderdelen:

- Computer Services en Ondersteuning (CSO)
- Applicatie Programmering 1 (AP1)
- Applicatie Programmering 2 (AP2)

De verschuiving in de aard van het werk en in het bijzonder van de gebruikte computersystemen heeft zich verder doorgezet. De toename in interne programmeerondersteuning - waaronder ondersteuning van wetenschappelijke afdelingen, o.a. bij de door die afdelingen uitgevoerde externe opdrachten - en de afname in werkzaamheden voor eigen externe opdrachtgevers, zetten zich voort. Mede hierdoor verschoof het zwaartepunt van het computergebruik van de Cybers 750 bij SARA naar eigen CWI-computers (UNIX) en de personal computers.

*Computer Services en Ondersteuning (CSO).* Aan het begin van het verslagjaar werd de groep CSO ingesteld. Deze heeft tot taak de gebruikers van de eigen UNIX-systemen, personal computers en externe computersystemen (voor zover daar niet anders in is voorzien) te ondersteunen. Deze taak omvat naast de Data-entry o.a. het geven van voorlichting, opleidingen, eerste-lijns ondersteuning, testen en acceptatie van gebruikersprogrammatuur en vervaardiging van documentatie (handleidingen). In het bijzonder wordt ondersteuning verleend aan de Publikatiedienst (Tekstverwerking). De leiding van de groep kwam bij drs. J. Wolleswinkel. De bemanning bestaat uit een viertal data-typistes en een programmeur. Eind 1986 kon worden begonnen met het aantrekken van een tweede programmeur.

E.W. Wolters, programmeur, verliet per 1 september het CWI en werd per die datum opgevolgd door J. van der Steen. Mw. S.E. Willemse beëindigde per 31 december haar dienstverband als data-typiste met het CWI.

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

- *Externe Opdrachten*

In de hieronder staande lijst van opdrachten van derden, uitgevoerd door of met medewerking van de taakgroep CAP, worden alleen de wat omvangrijker projecten vermeld. Opdrachten waarbij uitsluitend gebruik gemaakt werd van SPSS-standaardprogrammatuur voor beschrijvende statistiek blijven hier onvermeld.

- Citaten analyses (overheidsinstelling)
- Berekening tabellen voor kredieten (bankinstelling)
- Analyses bijbelteksten (faculteit)
- Ontwikkeling controlesysteem (bank)
- Onderzoek capaciteit van autosnelwegen (overheidsinstituut)
- Verwerking meetgegevens Oosterschelde (overheidsinstituut)
- Cursussen Pascal (overheidsinstelling)
- Archivering van chemische analyses (universitair instituut)
- Trajectberekeningen (overheidsinstituut)
- Evaluatie tentamen- en examengegevens (enkele instituten)
- Hypotheekberekeningen (bankinstelling)
- Implementatie grafische programmatuur (stichting)
- Ontwikkeling en onderhoud tabellenpakket (overheidsinstituut)
- Ontwikkeling en onderhoud uniformeringspakket programmatuur (overheidsinstituut)
- Complete automatisering wetenschappelijke taalkundige gegevens (wetenschappelijk instituut)
- Onderzoek basispeilen kustgebied (overheidsinstituut)
- Berekening absorptie-simulatie-modellen (industrie)

Ter illustratie volgt hieronder een korte beschrijving van de laatst genoemde opdracht.

- *Berekening van absorptie-simulatie-modellen*

In opdracht van een bedrijf rekent het CWI modellen door die de absorptie van vaste stof uit vloeistof door actieve kool wiskundig beschrijven. Deze rekenmodellen zijn van belang in verband met de zuivering van afvalwater door middel van actieve kool.

Het betreft niet-lineaire transportvergelijkingen van de vorm

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{x^2} \frac{\partial}{\partial x} \left[ x^2 \frac{\partial}{\partial x} [f(u)] \right], \quad 0 < x < 1; t \geq 0;$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad x = 0;$$

$$\frac{\partial [f(u)]}{\partial x} = A[V(t) - u(1, t)], \quad x = 1; V(t) = 1 - B \int_0^1 x^2 u(x, t) dx;$$

$$u(x, 0) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1;$$

A en B zijn nog te variëren positieve parameters en  $f(u)$  is een niet-lineaire functie van  $u$  met  $\partial f/\partial u > 0$ .  $t$  en  $x$  zijn de geschaalde tijd- en ruimtevariabele.

Dit probleem wordt opgelost met behulp van een eindige elementenmethode voor de discretisering in  $x$  en een Runge-Kutta-Chebyshev-methode (programmatuur afkomstig van B.P. Sommeijer (NW)) voor de tijdsintegratie.

De optimale waarden van A en B worden geschat door vergelijking van meetwaarden van  $V(t)$  met de door het computerprogramma gegenereerde waarden. Daartoe dient de gesimuleerde curve van  $V(t)$  zo goed mogelijk samen te vallen met de meetwaarden.

Als criterium daarvoor dient de reeks 'waarnemingen'

$$D_i = t_i T_i, \quad i = 1, \dots, n;$$

$t_i$  en  $T_i$  zijn de numerieke, resp. experimentele tijdstippen van de meetwaarden van  $V(t)$ . Het gemiddelde van de reeks

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i$$

dient een zo gering mogelijke variantie

$$\sigma^2(D) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [\bar{D} - D_i]^2$$

te hebben.

In de afgelopen jaren zijn voor diverse koolstoftypes (ca. 100) verschillende modellen doorgerekend. Het project wordt voortgezet.

- *Ondersteuning wetenschappelijke afdelingen*

Dit betreft:

- Uitgebreide ondersteuning van de afdeling Interactieve Systemen op het gebied van grafische programmatuur, waaronder werk aan GKS (Grafical Kernel System) en een project voor de Nederlandse Spoorwegen.
- Ondersteuning van de afdeling Numerieke Wiskunde bij projecten voor de EEG (het Diamond-project) en voor Philips.
- Ondersteuning van de afdeling Mathematische Statistiek (o.a. het STATAL-project en diverse consultaties).

Ter vervulling van een in 1985 ontstane vacature trad per 1 april drs. D. Soede als programmeur in dienst. Drs. C.Th. Everaars werd m.i.v. 16 oktober als programmeur aangesteld.

*Applicatie Programmering 2 (AP2).* Deze groep verricht werkzaamheden op het gebied van tekstverwerking en de kantoor- en bibliotheekautomatisering van het CWI.

- *Tekstverwerking*

Bestaande tekstverwerkingsprogrammatuur is verbeterd. Voorts is er programmatuur ontwikkeld om teksten, die met een tekstverwerker op een personal computer aangemaakt zijn, om te zetten naar teksten, die verder behandeld kunnen worden met het onder UNIX werkende tekstverwerkingsstelsel.

Door de Groep wordt tevens een intensieve toepassing van tekstverwerking en databases bij een uitgeverij begeleid.

- *Kantoor- en bibliotheekautomatisering*

De werkzaamheden ten behoeve van kantoor- en bibliotheekautomatisering werden gedomineerd door onderzoek naar aanschaf van en het opdoen van ervaring met een Data Base Management Systeem (DBMS) onder UNIX. In het begin van het verslagjaar werd het DBMS INGRES aangeboden op zodanig concurrerende voorwaarden, dat het onderzoek een wending nam naar een uitgebreide praktische evaluatie van dit produkt. Deze evaluatie leidde ertoe, dat besloten werd INGRES aan te schaffen. Inmiddels zijn de eerste applicaties, die met behulp hiervan vervaardigd zijn, operationeel.

Aanvankelijk was, in het bijzonder voor de bibliotheekautomatisering, in het Information Retrieval pakket BRS-SEARCH voorzien. Op uitgebreide wijze is onderzocht of dit pakket bruikbaar en noodzakelijk was. Enerzijds is gebleken, dat de noodzakelijke koppeling tussen dit pakket en INGRES technisch realiseerbaar is. Maar anderzijds zijn er mogelijkheden gevonden om, althans in de nabije toekomst, de bibliotheekautomatisering alleen op basis van INGRES te laten plaatsvinden. Geadviseerd werd om de aanschaf van een (duur) retrieval pakket in ieder geval tot 1988 uit te stellen, terwijl er een gerede kans is, dat helemaal van deze aanschaf afgezien kan worden.

Wat betreft de bibliotheekautomatisering valt verder op te merken, dat de laatste programmeerwerkzaamheden in het kader van het tot dusverre gebruikte batch-geïntegreerde bibliotheek stelsel gerealiseerd zijn. Inmiddels is begonnen met de realisering van een interactief stelsel op basis van INGRES. Met name is gestart met een pilot-project voor tijdschriftenadministratie.

De programmeur drs. A.C. Veldkamp verliet per 1 maart het CWI en werd per 1 juni opgevolgd door drs. M. de Vries.

*Publikatiedienst.* Met ingang van dit jaar omvat de Publikatiedienst de onderdelen Tekstverwerking, Redactie, Ontwerp en Reproductie. Zij heeft tot taak de redactie, grafische verzorging, typen en reproduceren (drukken) van de publikaties. Dit betreft met name de wetenschappelijke publikaties zoals Newsletters, Monographs, Tracts, Syllabi en rapporten van het CWI,

proefschriften, maar ook b.v. jaarverslagen en brochures. Voorts worden werkzaamheden voor derden uitgevoerd, o.a. voor het Wiskundig Genootschap (Mededelingen, Nieuw Archief voor Wiskunde), de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland, de Vereniging voor Statistiek en voor instellingen in ZWO- en WCW-verband. Voor de tekstverwerking wordt gebruik gemaakt van het pakket DITROFF, dat een van het uitvoerapparaat onafhankelijke variant is van het pakket TROFF.

Met ingang van 1 januari werd in het kader van de reorganisatiestructuur W.A.M. Aspers (bureauredacteur) ingedeeld bij de Publikatiedienst. Bij de Tekstverwerking trad met ingang van 1 januari mw. E.P.M. Meys in dienst en met ingang van 1 februari M. Delussu. F.J.C. Swenneker beëindigde per 1 maart zijn werkzaamheden op de Reproductie en werd per 1 juli opgevolgd door H. Spekkers.

#### 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 1986 zitting hadden. In enkele gevallen is een korte toelichting gegeven op de werkzaamheden. Ook het lidmaatschap van enkele redactiecommissies is in het overzicht opgenomen.

##### *Ada-Europe Numerics Working Group*

drs. J. Kok (secretaris)

D.T. Winter (lid)

##### *Ad-hoc commissie landelijk gebruik Cyber 205*

drs. J. Nuis (lid namens ZWO)

##### *Aegean Workshop on Computing, VLSI Algorithms and Architectures (2nd International Workshop on Parallel Computing and VLSI), Loutraki-Corinth, Greece 1986*

dr. P.M.B. Vitányi (lid technische commissie)

##### *Amsterdamse Adviescommissie Informaticastimulering*

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

##### *ASI/NGI jaardag over databases*

drs. A.P.J.M. Siebes (lid programmacomité)

##### *Benoemingsvoorbereidingscommissie buitengewoon hoogleraar Toegepaste Logica VU Amsterdam*

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

##### *Benoemingsvoorbereidingscommissie buitengewoon hoogleraar Bestuurlijke Informatieverzorging Open Universiteit*

prof.dr. J.C. van Vliet (adviseur)

##### *Benoemingscommissie hoogleraar Numerieke Wiskunde aan de Universiteit van Fribourg (Zwitserland)*

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

##### *Bernoulli Society, European Regional Committee*

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

*BIBOS IV: Random processes - mathematics and industrial applications*

prof.dr. M. Hazewinkel (co-organizer)

*Bijeenkomst van mathematisch beslistkundigen en systeemtheoretici 1985 en 1986*

drs. B.J. Lageweg (organisator)

dr. J.M. Schumacher (organisator)

dr.ir. J.H. van Schuppen (organisator)

*Bijeenkomst van stochastici*

dr. R. Helmers (lid organisatiecommissie)

*Chartergroup ESMI*

prof.dr. M. Hazewinkel

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

prof.dr. P.C. Baayen

*Commissie Nationale Faciliteit Informatica*

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

prof. L.G.L.T. Meertens (lid, m.i.v. 1 april ter opvolging van prof.dr. P.C. Baayen)

*Commissie Persoonlijke Archieven Wiskundigen*

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

drs. J. Nuis (lid)

*Commissie Vakantiecursus voor Leraren*

drs. F.J.M. Barning (lid)

prof.dr. M. Hazewinkel (lid)

mw. N. Mitrovič/mw. C.E. Both (organisatie)

*Commissie van Voorbereiding PAO Wiskunde*

prof.dr. M. Hazewinkel (voorzitter)

dr. J. de Vries (plaatsvervangend lid)

*Concurrency Colloquium C<sup>3</sup>/LPC, Amsterdam, 1986*

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

*Conference Computing Science in the Netherlands (SION)*

prof.dr. P. Klint (lid programmacommissie)

dr. J.C.P. Bus (lid programmacommissie)

mw. C.E. Both (secretaris programmacommissie)

*Conference Parallel Architectures and Languages Europe (PARLE)*

prof.dr. J.W. de Bakker (co-chairman program committee)

*Congres Intelligent Autonomous Systems, Amsterdam, 1986*

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

*Coördinatiegroep Beroepsopleiding Informatica (RU Utrecht, UvA, VU Amsterdam en CWI)*

prof.dr. P.C. Baayen

dr. J.C.P. Bus

*COST-11 project Distributed Systems Management (MANDIS)*

drs. A. Janssen (lid)

dr. S.J. Mullender (lid)

*CREST Committee on Training in Informatics*

dr. P.M.B. Vitányi (afgevaardigde voor Nederland)

*Curatorium Leerstoel TU Delft*

prof.dr. P.C. Baayen

*ESPRIT Project Parallel Architectures and Languages*

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

*Eurocrypt 86*

dr. D. Chaum (member program committee)

*Eurocrypt 87*

dr. D. Chaum (general chairman)

drs. J.A.M. van de Graaf (lid organisatiecommissie)

*European Association for Computer Graphics*

drs. P.J.W. ten Hagen (vice-chairman)

*Europese Associatie voor Theoretische Informatica*

prof.dr. J.W. de Bakker (council member)

*De Europese Associatie voor Computer Grafiek*

Drs. P.J.W. ten Hagen was in het verslagjaar voorzitter van de Associatie.

Drs. M.M. de Ruiter werd chief-editor van het internationale tijdschrift van de Associatie: Computer Graphics Forum.

**EUROGRAPHICS**

Drs. P.J.W. ten Hagen was lid van het programmacomité van *EUROGRAPHICS 86*. Ten Hagen is voorzitter en drs. W. Eshuis is secretaris van het organiserend comité van *EUROGRAPHICS 87*.

*Frontiers in Computing (FiC)*

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

dr. J.C.P. Bus (lid organisatiecommissie)

*Frontiers in Information Technology (FiT)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid Honorary Board, treasurer Permanent Board)

dr. J.C.P. Bus (executive secretary Permanent Board)

*Functionality subcommittee of the EMC Database committee*

prof.dr. M. Hazewinkel (chairman)

*Gecommitteerde HIO, Enschede*

dr. P. Klint (lid)

*25th IEEE Conference on Decision and Control*

prof.dr. M. Hazewinkel (co-organizer of special session on parametrization problems)

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

dr. P.W. Hemker (associate fellow)

drs. J. Kok (associate fellow)

*International Association for Cryptologic Research (IACR)*

dr. D. Chaum (member board of directors)

*International Conference on Text Processing and Document Manipulation, Nottingham, 1986*

prof.dr. J.C. van Vliet (lid program committee)

*International Conference on Text Processing and Document Manipulation, Nice, 1988*

prof.dr. J.C. van Vliet (lid program committee)



*International Conference on Very Large Databases 1989*

dr. M.L. Kersten (organizing chairman)

*International Congress on Computational and Applied Mathematics, Leuven, 1986*

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

*International Federation for Information Processing (IFIP)*

L.G.L.T. Meertens, lid van Working Group 2.1 on ALGOL, tevens lid van Working Group 2.1 Task Force on CIP-L.

Prof.dr. J.W. de Bakker, lid van Working Group 2.2 on Formal Description of Programming Concepts.

Drs. P.J.W. ten Hagen, lid van Working Group 5.2 on Computer Aided Design.

Dr.ir. O.J. Boxma, lid van Working Group 7.3.

*IFIP TC2 Working Conference Formal Description of Programming Concepts, Ebberup, 1986*

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

*IFIP TC2 Working Conference on Program Specification and Transformation, Bad Tolz, 1986*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid program committee, proceedings editor)

*IFIP Working Group TC 11.6*

dr. D. Chaum (chairman)

*International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*

dr.ir. O.J. Boxma (lid organisatiecomité)

*International Steering Committee BAIL Conferences*

dr. P.W. Hemker (lid)

*ISO/TC 97/SC 5/WG 2 on Graphics*

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

*ISO/TC 97/SC 18/ WG 8 on Text Interchange and Processing*

prof.dr. J.C. van Vliet (lid)

*Joint Conference on Theory and Practice of Software Development, Pisa, 1987*

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

*Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde SMC*

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

*Mathematical Programming Society*

prof.dr. J.K. Lenstra (voorzitter Publications Committee; voorzitter Executive Committee vanaf 1 september)

*NAG*

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

*NAG Technical Policy Committee*

drs. J. Kok (lid)

*NATO-ARW Geometry and Groups, Finite and Algebraic, 1986*

dr. A.M. Cohen

prof.dr. M. Hazewinkel

*NATO-ASI Deformation Theory of Algebras and Applications*

prof.dr. M. Hazewinkel (director)

*NDI/Informatiesystemen*

- dr. M.L. Kersten (vertegenwoordiger van de database club in het bestuur)  
*Nederlands Genootschap voor Informatica (NGI)*  
 dr. J.C.P. Bus (bestuurslid)  
*Nederlands Instituut voor Registeraccountants (NIVRA)*  
 J.M. Anthonisse (lid examencommissie keuzerichting wiskundige methoden)  
*Nederlands Normalisatie Instituut*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (lid van subcommissie 30053050 voor programmeertalen)  
*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 ZWO) en prof.dr. J.W. de Bakker.  
*Nederlandse Werkgroep Grafische Standaards*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (voorzitter)  
*NGI/ECI*  
 prof.dr. P.C. Baayen (lid voor NGI)  
*NGI/SION Symposium, 1986*  
 dr. J.C.P. Bus (lid programmacommissie)  
*NLUUG (National Unix Systems User Group The Netherlands)*  
 drs. G. van Rossum (bestuurslid tot 27 november)  
*Orgaanbestuur PAO Informatica*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (lid)  
 prof.dr. J.C. van Vliet (plaatsvervangend lid)  
*PAO Informatica*  
 prof.dr. J.C. van Vliet (lid programmacommissie)  
*Performance 1987*  
 dr.ir. O.J. Boxma (lid organisatiecomité en programmacomité)  
*Promotiecommissies*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (A. de Bruin, VU Amsterdam, 2 mei)  
 dr. A.M. Cohen (N. Hekster, UvA, 1 juli)  
 prof.dr. O. Diekmann (J. Hulshof, RU Leiden, 4 juni)  
 prof.dr. O. Diekmann (S.B. Angenent, RU Leiden, 12 juni)  
 prof.dr. R.D. Gill (J.G. Bethlehem, UvA, 29 april)  
 prof.dr. R.D. Gill (J. Meuleman, RU Leiden, 29 oktober)  
 prof.dr. R.D. Gill (O. Kardaun, RU Groningen, 22 december)  
 prof.dr. M. Hazewinkel (F. Kouwenhoven, RU Utrecht, 28 april)  
 prof.dr. M. Hazewinkel (B. Hanzon, EU Rotterdam, 20 november)  
 prof.dr. P.J. van der Houwen (R.H.J. Gmelig Meyling, UvA, 15 oktober)  
 prof.dr. P.J. van der Houwen (J.F.B.M. Kraaijevanger, RU Leiden, 11 december)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (R. Jonker, UvA, 12 november)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (H.L. Bodlaender, RU Utrecht, 19 november)  
 dr.ir. J.H. van Schuppen (B. Hanzon, EU Rotterdam, 20 november)  
*Réseaux Associés de Recherche Européenne (RARE)*  
 P. Beertema (lid working group 1)  
*Samenwerkende Universitaire Rekencentrum Faciliteiten (SURF)*

- P. Beertema (werkgroep 'naamgeving en adressering')  
*Scientific Advisory Committee of the Conference on Applications of Supercomputers in Engineering (Aachen, 1988)*  
 dr.ir. H.J.J. te Riele (member)
- Second European SIGOPS Workshop "Making Distributed Systems Works"*  
 dr. S.J. Mullender (program chairman)
- Second International Workshop on Applied Mathematics and Performance/Reliability Models of Computer/Communication Systems*  
 dr.ir. O.J. Boxma (lid programmacomité)
- Sectie CAD/CAM van het Nederlands Genootschap voor Informatica*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (bestuurslid)
- Smart Card 2000*  
 dr. D. Chaum (co-general chairman)
- 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). 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 (ZWO) 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. Dr.ir. H.J.J. te Riele was voorzitter van de Cyber 205 gebruikersvergadering. Prof.dr. P.J. van der Houwen en dr. P.W. Hemker waren lid van de Subcommissie Numerieke Programmatuur.
- Stichting Beheer Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer*  
 drs. J. Nuis (voorzitter)  
 W.J. Mol (plv. lid)
- Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION)*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (lid bestuur)  
 dr. J.C.P. Bus (uitvoerend secretaris)
- SION Beoordelingscommissie Nationale Faciliteit Informatica (NFI)*  
 dr. J.C.P. Bus (uitvoerend secretaris)
- SION Landelijk Project Concurrency*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (contactpersoon)
- Stichting Compositio Mathematica*  
 prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)
- Stichting IIASA-Nederland*  
 prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)
- Stichting het Nationaal Exameninstituut voor Informatica (EXIN)*  
 L.J.M. Geurts (lid van de examencommissie P.1 van de P-sectorgroep van de Leerplancommissie Cursorisch Informatica-onderwijs)
- Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW)*

- Het secretariaat van de STW-gebruikerscommissies van de door SMC en SION begeleide projecten werd beheerd door H.J.M. Wijers (OBV).
- Gebruikerscommissie project 'Mathematische methoden voor de analyse van spectrale atmosferische modellen' (TW 1.2)
- dr.ir. J. Grasman (voorzitter)
- Gebruikerscommissie project 'Statistische analyse van verkeersstromen' (MS 2.3)
- prof.dr. R.D. Gill (lid)
- Gebruikerscommissie project 'Ontwikkeling en implementatie van algoritmen voor de routing van voertuigen' (MB 1.5)
- drs. B.J. Lageweg (lid)
  - prof.dr. J.K. Lenstra (voorzitter)
- Gebruikerscommissie project 'Dynamic stabilization of large flexible space structures'
- dr. J.M. Schumacher (lid)
- Gebruikerscommissie project 'De regeling van overbelasting van communicatiesystemen' (MB 3.9)
- dr.ir. J.H. van Schuppen (voorzitter)
  - dr.ir. O.J. Boxma
- Gebruikerscommissie project 'Voorspellings- en regelproblemen voor autosnelwegen' (MB 3.6)
- dr.ir. J.H. van Schuppen (lid)
- Gebruikerscommissie project 'Evaluatie en stabilisering van numerieke methoden voor de ondiepwatervergelijkingen' (NW 1.7)
- prof.dr. P.J. van der Houwen (voorzitter)
- Gebruikerscommissie project 'Ontwikkeling van efficiënte numerieke methoden voor stromingen beschreven door de stationaire Euler-vergelijkingen' (NW 2.5)
- dr. P.W. Hemker (voorzitter)
- Gebruikerscommissie project 'Faciliteiten voor rastergrafiek in programmeertalen' (IS 1, IS 2)
- drs. P.J.W. ten Hagen (lid)
- Symposium on Algebraic Groups, Utrecht*  
dr. A.M. Cohen (co-organizer)
- 6th Symposium on Reliability in Distributed and Database Systems*  
dr. S.J. Mullender (lid programma-commissie)
- Technisch-Wetenschappelijke Adviesraad (TWAR) van het Stimulerings-Projectteam Informatica Nederland (SPIN)*  
prof.dr. P.C. Baayen (lid)
- Twelfth International Symposium Mathematical Foundation of Computer Science, Bratislava, 1986*  
prof.dr. J.W. de Bakker (lid program committee)
- Vaste Overlegcommissie (VOC) SMC-SION*  
prof.dr. P.C. Baayen  
prof.dr. A. van der Sluis, curator (voorzitter)  
dr. J.C.P. Bus (uitvoerend secretaris)

*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, vanaf 23 januari)

prof.dr. J.K. Lenstra (secretaris Landelijk Colloquium Optimalisering)

drs. S.L. van de Velde (lid Programmacommissie Sectie Operationele Research)

*Vorbereidingscommissie Conferentie van Numeriek Wiskundigen*

dr. J.G. Verwer (secretaris)

*Workshop Geometries and Groups, Finite and Algebraic*

dr. A.M. Cohen (main organizer)

*Werkcommissie Wiskunde- en Informaticabibliotheken (ingesteld door de Nederlandse Commissie voor de Wiskunde (NCW))*

prof.dr. P.C. Baayen

*Werkgemeenschap Interactieve Systemen SION*

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

*Werkgemeenschap Programmatuur en Architectuur SION*

prof.dr. J.C. van Vliet (lid werkgemeenschapscommissie)

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

*Werkgemeenschap Systeem- en Regeltheorie SMBT*

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

*Werkgemeenschap Theoretische Informatica SION*

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

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

*Werkgemeenschapscolloquium Numerieke Wiskunde*

Prof.dr. P.J. van der Houwen en dr. J.G. Verwer (secretaris) maakten deel uit van de organisatiecommissie van dit landelijk colloquium op het gebied van de numerieke wiskunde.

*Werkgroep Gebruik Supercomputers*

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

prof. dr. P. Klint (lid)

*Werkgroep WCW van Gemeente Amsterdam*

drs. J. Nuis (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)

Applied Scientific Research

- prof.dr. H.A. Lauwerier (editorial board)

Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science

- prof.dr. J.W. de Bakker (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 Newsletter

- dr. A.M. Cohen (editor)
- ir. J.C. Ebergen (editor)
- prof.dr. R.D. Gill (editor)

Computer Graphics Forum

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

European Journal of Operational Research

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

Fundamenta Informaticae

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

Future Generation Computer Systems

- prof.dr. J.C. van Vliet (editorial board)

Geometriae Dedicata

- dr. A.M. Cohen (editor)

Handbook of Algebra

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

IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology

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

Informatie

- prof.dr. J.C van Vliet (lid redactie)

Informatiebulletin Een Gemeenschappelijke Noemer

- dr. A.M. Cohen (redacteur)

Informatiebulletin Nieuws Analyse

- dr. N.M. Temme (redactielid)

International Abstracts in Operations Research

- drs. B.J. Lageweg (area editor for 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 for operations research)

Journal of Computational and Applied Mathematics

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

Journal of Computer and System Sciences

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

Journal of Cryptology

- dr. D. Chaum (editor)

Journal of Mathematical Biology

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

Management Science

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

Mathematics and Geophysics

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)  
Mathematics and its Applications
- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)  
Mathematics of Operations Research
- prof.dr. J.K. Lenstra (associate editor)  
Nieuw Archief voor Wiskunde
- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)
- prof.dr. P.J. van der Houwen (editor expository papers)
- dr. J. van de Lune (administrative editor)  
North-Holland Series in Applied Mathematics and Mechanics
- prof.dr. H.A. Lauwerier (editor)  
Operations Research
- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor for interfaces with computer science)  
ORDER

- prof.dr. J.K. Lenstra (lid editorial board)  
Queueing Systems: Theory and Applications
- dr.ir. O.J. Boxma (editor)  
SCIMA Special Series
- prof.dr. J.K. Lenstra (lid advisory board)  
Springer Verlag Series in Symbolic Computation
- drs. P.J.W. ten Hagen (editor)  
Statistica Neerlandica
- prof.dr. J.K. Lenstra (editor)  
System 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 Russian Encyclopedia of Mathematics
- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)  
Wiley-Interscience Series in Discrete Mathematics
- prof.dr. J.K. Lenstra (advisory editor)

*1987 Workshop on Algorithm, Architecture and Technology Issues in Models of Concurrent Computation, Dept of Electrical Engineering, Princeton University, Summer 1987*

dr. P.M.B. Vitányi (lid programmacommissie)

*Wiskundig Genootschap (WG)*

Prof.dr. P.C. Baayen was archivaris van het Wiskundig Genootschap.

Prof.dr. P.J. van der Houwen was lid van het bestuur en Inspecteur der Boekerij. Tevens vertegenwoordigde hij de Permanente Adviescommissie voor Wetenschappelijk Rekenen en Informatica (PAWRI).

In de plaatselijke examencommissie WRI te Amsterdam hadden van de zijde van het CWI zitting: drs. F.J.M. Barning, dr.ir. J. Grasman, prof.dr. P.J. van der Houwen en drs. J. Kok (secretaris).

Dr.ir. J.H. van Schuppen vertegenwoordigde in de Vertrouwenscommissie Besliskunde en Systemtheorie, dr. J.G. Verwer trad op als

vertegenwoordiger van de WGM Numerieke Wiskunde t.b.v. de Woudschoten-conferentie, terwijl drs. F.J.M. Barning in de commissie de Directie vertegenwoordigde.

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'.

*ZWO Werkgroep Taal- en Spraaktechnologie*  
 prof. L.G.L.T. Meertens (lid)

#### COMPUTERINFRASTRUCTUUR

Aan het einde van 1986 bestond het computerpark van het CWI uit vier VAX-11/750's, een VAX-11/780, een PDP-11, een Sun-3/180 fileserver, een Data General MV/4000, twee IBM PC/RT's en enkele werkstations, te weten twee Sun-2's, zes Sun-3's en vijf Whitechapel MG-1's. Bijna al deze machines zijn onderling verbonden via het lokale Ethernet-netwerk. De randapparatuur omvatte diverse printers, een Harris fotozetmachine, een Laserwriter en schijveneenheden met een gezamenlijke opslagruimte van circa 6,5 gigabyte. De diverse terminals en uitvoerapparaten zijn evenals de centrale computers aan een Micom poortselector verbonden, waardoor de terminals toegang gegeven tot alle centrale computers en deze van alle uitvoerapparaten gebruik kunnen maken.

Daarnaast zijn er een dertien Olivetti M-24 en 47 Apple Macintosh microcomputers, die voornamelijk stand-alone maar soms ook als terminal gebruikt worden, alsmede diverse andere microcomputers waaronder een Atari ST, een Grid en verscheidene IBM PC's.



# Verlag van de Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden

## WERKGEMEENSCHAP NUMERIEKE WISKUNDE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

De Werkgemeenschapscommissie van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde bestond eind 1986 uit de volgende leden:

prof.dr. G.W. Veltkamp	TU Eindhoven (voorzitter)
dr. P.W. Hemker	CWI (secretaris)
prof.dr. A.O.H. Axelsson	KU Nijmegen
dr.ir. J.W. Boerstoel	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
prof.dr.ir. P. Wesseling	TU Delft
prof.dr. W.W.E. Wetterling	Universiteit Twente

Tijdens de huishoudelijke vergadering op 30 september traden als lid van de commissie af: Axelsson, Boerstoel, Botta en Dekker. Tijdens de vergadering werden zij terstond 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 *Elfde Conferentie Numerieke Wiskunde*, Zeist, 29 september-1 oktober;
- Een wetenschappelijke bijeenkomst te Utrecht op 3 november;
- Bijeenkomsten van de Werkgemeenschapscommissie op 28 augustus te Utrecht en op 29 september te Zeist;
- Een huishoudelijke vergadering van de Werkgemeenschap op 30 september 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 1986 weer, volgens plan, 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 was in handen van 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. J. Oosterhoff	VU Amsterdam (secretaris)
prof.dr. W. Albers	RU Limburg
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	CWI/RU Leiden
prof.dr. P. Groeneboom	Universiteit van Amsterdam
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.Th. Runnenburg	Universiteit van Amsterdam

prof.dr. F.H. Ruymgaart	KU Nijmegen
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 dergelijke aanvragen.

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

- 1 september, 9de vergadering van de Werkgemeenschapscommissie te Amsterdam. Besproken werden twee nieuwe aanvragen van een onderzoeksproject, vijf continueringaanvragen en de opstelling van een landelijk project Statistiek voor grote parameterruimten.
- 17 november, 7de huishoudelijke vergadering van de Werkgemeenschap te Lunteren.

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

## WERKGEMEENSCHAP MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december was de Werkgemeenschapscommissie als volgt samengesteld:

prof.dr. J.K. Lenstra	CWI/KU Brabant (voorzitter)
dr. J.M. Schumacher	CWI (secretaris)
prof.dr. H.C. Tijms	VU Amsterdam (bestuurslid)
prof.dr. R.F. Curtain	RU Groningen
prof.dr.ir. J.J.M. Evers	TU Delft
prof.dr. G.J. Olsder	TU Delft
dr.ir. J. van der Wal	TU Eindhoven
drs. M. Zijlstra	CQM Philips 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*

De Werkgemeenschap droeg bij aan de organisatie van de *Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory* (waarin opgenomen de *1986 Benelux Meeting on Systems and Control*), die plaatsvond van 15 t/m 17 januari in het congrescentrum 'De Blijde Werelt' te Lunteren. Hier werd ook, op 16 januari, de algemene ledenvergadering gehouden. De Werkgemeenschapscommissie kwam eenmaal bijeen, te weten op 26 augustus te Utrecht.

### *Newsletter en Nieuwsbrief*

In juli verscheen een aflevering van de *Newsletter on the Mathematics of Operations Research and System Theory in the Netherlands*, bevattende een overzicht van de in 1985 verschenen publikaties van de leden van de Werkgemeenschap en een adreslijst van de leden van de Werkgemeenschap. Verder verscheen in augustus 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:

dr. R.H. Jeurissen	KU Nijmegen (voorzitter)
prof.dr. A.E. Brouwer	TU Eindhoven/CWI (secretaris)
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
prof.dr. H.W. Lenstra, Jr.	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. J.H. van Lint	TU Eindhoven
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 (grotweg 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 86 Nederlandse en 23 Belgische leden.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

De Werkgemeenschap vergaderde tijdens het *Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres* op 2 april aan de Universiteit Twente te Enschede.

De Werkgemeenschapscommissie kwam op 29 augustus bijeen aan de Katholieke Universiteit Brabant te Tilburg.

Er werden twee *Combinatorische Dagen* georganiseerd: op 29 januari de *Vierde Combinatorische Dag* aan de Universiteit Twente en op 29 augustus de *Vijfde Combinatorische Dag* aan de Katholieke Universiteit Brabant te Tilburg.

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

### *Informatiebulletin*

In 1986 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. E.G.F. Thomas	RU Groningen (voorzitter)
<i>Subcommissie Theoretische Analyse</i>	
prof.dr. M.A. Kaashoek	VU Amsterdam (voorzitter)
prof.dr. Ph. Clément	TU Delft
prof.dr. G. van Dijk	RU Leiden
prof.dr. J.J. Duistermaat	RU Utrecht
prof.dr. L.S. Frank	KU Nijmegen
dr. J.A.C. Kolk	RU Utrecht
<i>Subcommissie Toegepaste Analyse</i>	
dr. A. van Harten	RU Utrecht (voorzitter)
prof.dr. O. Diekmann	CWI/RU Leiden
dr.ir. J. Grasman	RU Utrecht
prof.dr.ir. A.T. de Hoop	TU Delft
prof.dr. H.A. Lauwierier	Universiteit van Amsterdam/CWI
prof.dr. J.A. Sparenberg	RU Groningen

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

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

De 6de jaarvergadering van de Werkgemeenschap werd gehouden tijdens het *Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres* aan de Universiteit Twente op 2 april. Op deze vergadering werden onder andere vier nieuwe bestuursleden gekozen.

De commissie vergaderde op 29 augustus in het Mathematisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam. Beoordeeld werden acht nieuwe subsidieaanvragen. Verder werden acht continueringaanvragen beoordeeld.

### *Nieuwsbrief*

Van de nieuwsbrief *Nieuws Analyse* verschenen de afleveringen 15 (januari) en 16 (juli).

## LANDELIJK SAMENWERKINGSVERBAND ALGEBRA EN MEETKUNDE

*Samenstelling Coördinatiecommissie*

De coördinatiecommissie was op 31 december als volgt samengesteld:

prof.dr. E.J.N. Looijenga	KU Nijmegen (voorzitter)
prof.dr. M. van der Put	RU Groningen (secretaris)
prof.dr. P.C. Baayen	CWI/VU Amsterdam
prof.dr. H.W. Lenstra, Jr.	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. T.A. Springer	RU Utrecht

*Algemeen*

Het werkterrein 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.

Wegens vertrek naar het buitenland heeft prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. zijn lidmaatschap per 1 januari 1987 opgezegd. De coördinatiecommissie heeft geen aanleiding gehad voor een formele vergadering.

*Nieuwsbulletin*

Er verscheen in 1986 één nummer van het nieuwsbulletin: *Een Gemeenschappelijke Noemer*. De samensteller was dr. A.M. Cohen en de publikatie werd 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 (coördinator)
drs. H.C. Doets	Universiteit van Amsterdam (secretaris)

*Algemeen*

De doelstelling van het 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.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

Het LSV heeft haar jaarvergadering verschoven naar 30 januari 1987.

*Nieuwsbrief*

Het LSV heeft geen aparte nieuwsbrief. De leden ontvangen 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	RU Leiden (voorzitter)
dr. H. Maassen	KU Nijmegen (secretaris)
dr. P. Bongaarts	RU Leiden
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. Het samenwerkingsverband is 19 juni 1986 opgericht tijdens de mathematisch fysische conferentie te Scheveningen door de daar aanwezige wiskundige en natuurkundige onderzoekers. De oprichting was voorbereid door een Contactcommissie, bestaande uit prof.dr. N.M. Hugenholtz, prof.dr. E.M. de Jager, prof.dr. C.L. Scheffer en prof.dr. E.G.F. Thomas.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

Het Samenwerkingsverband (en de voormalige Contactcommissie) organiseerde de volgende bijeenkomsten:

- De *Conferentie Mathematische Fysica 1986*, Scheveningen, 19 en 20 juni;
- Een vergadering van het voltallige bestuurscommissie op 12 november;
- Maandelijks bijeenkomsten van een deel van het bestuur.

*Nieuwsbrief*

Een eerste nummer van de *Nieuwsbrief Mathematische Fysica* verscheen in december, onder redactie van dr. P. Bongaarts en dr. H. Maassen en met technische verzorging van de SMC.



## BIJLAGE 1

*Overzicht van de bij (of via) de SMC op 31 december 1986 werkzame personen*

## DIRECTIE

wetenschappelijk directeur:	prof.dr. P.C. Baayen
adjunct-directeur:	drs. F.J.M. Barning
beleidsadviseur:	prof.dr. G. de Leve
directeur beheerszaken:	drs. J. Nuis
secretaressen:	mw. J.J. Bruné-Streefkerk mw. L.C. Verdonk-Heeneman

## CENTRUM VOOR WISKUNDE EN INFORMATICA

## WETENSCHAPPELIJKE AFDELINGEN

*Afdeling Zuivere Wiskunde*

chef:	prof.dr. M. Hazewinkel
souschef:	dr. J. de Vries
wetenschappelijk medewerkers:	drs. J.T.M. van Bon prof.dr. A.E. Brouwer dr. A.M. Cohen dr. J.H. Evertse dr. T.H. Koorwinder dr. J. van de Lune drs. G.C.M. Ruitenburg drs. J.K. Scholma drs. J.A.M. van de Graaf
vervangende mil. dienstplicht:	

*Afdeling Toegepaste Wiskunde*

chef:	prof.dr. H.A. Lauwerier
adviseur:	prof.dr. J.A.J. Metz
souschef:	dr. N.M. Temme
wetenschappelijk medewerkers:	prof.dr. O. Diekmann drs. B. Dijkhuis dr.ir. H.J.A.M. Heijmans dr. J.B.T.M. Roerdink drs. H.N.M. Roozen drs. H.E. de Swart B. de Kerf J.A.P. Heesterbeek
STW-medewerker:	
wetenschappelijk assistenten:	

*Afdeling Mathematische Statistiek*

chef:

adviseurs:

souschef:

wetenschappelijk medewerkers:

STW-medewerker:

wetenschappelijk assistenten:

stagiaire:

prof.dr. R.D. Gill

prof.dr. P. Groeneboom

prof.dr. L.F.M. de Haan

dr. R. Helmers

dr. H.C.P. Berbee

drs. A.L.M. Dekkers

dr. K.O. Dzhaparidze

mw. drs. S.A. van de Geer

mw. drs. C.C. Heesterman

drs. A.P. van der Plas

drs. E.A.G. Weits

mw. M.J. Rottschäfer

M.M. Voors

mw. M.M. Corstjens

*Afdeling Mathematische Besliskunde  
en Systeemtheorie*

chef:

adviseur:

wetenschappelijk medewerkers:

STW-medewerker:

prof.dr. J.K. Lenstra

prof.dr.ir. J.W. Cohen

J.M. Anthonisse

drs. J.L. van den Berg

dr.ir. O.J. Boxma

drs. W.P. Groenendijk

drs. B.J.B.M. Lageweg

drs. J.W. Polderman

drs. M.W.P. Savelsbergh

prof.dr. A. Schrijver

dr. J.M. Schumacher

dr.ir. J.H. van Schuppen

drs. P.J.C. Spreij

ir. S.A. Smulders

*Afdeling Numerieke Wiskunde*

chef:

adviseurs:

souschef:

wetenschappelijk medewerkers:

STW-medewerkers:

prof.dr. P.J. van der Houwen

prof.dr. H.A. van der Vorst

prof.dr.ir. P. Wesseling

dr.ir. H.J.J. te Riele

drs. E. de Goede

dr. P.W. Hemker

dr. W.H. Hundsdorfer

drs. J. Kok

ir. S.P. Spekreijse

ir. J.H.M. ten Thije Boonkamp

dr. J.G. Verwer

ir. B. Koren

programmeurs:

ir. F.W. Wubs  
mw. drs. J.G. Blom  
W.M. Lioen  
mw. drs. M. Louter-Nool  
B.P. Sommeijer  
D.T. Winter  
drs. P.M. de Zeeuw  
M. Bergman  
mw. C.B.M. Boon

wetenschappelijk assistent:  
stagiaire:

*Afdeling Programmatuur*

chef:

adviseur:

wetenschappelijk medewerkers:

prof.dr. J.W. de Bakker  
prof.dr. J.A. Bergstra  
dr. M.A. Bezem  
drs. F.S. de Boer  
drs. N.W.P. van Diepen  
mw. drs. S. van Egmond  
drs. A.P.W. Eliëns  
mw. ir. L.C. van der Gaag  
drs. R.J. van Glabbeek  
drs. F.C. Heeman  
J. Heering  
drs. P.R.H. Hendriks  
prof.dr. P. Klint  
prof.dr. J.W. Klop  
drs. J.N. Kok  
drs. P.J.F. Lucas  
drs. J.G. Rekers  
drs. J.J.M.M. Rutten  
drs. F.W. Vaandrager  
prof.dr. J.C. van Vliet  
drs. J.B. Warmer  
H.W. Lenferink

wetenschappelijk assistent:

*Afdeling Algoritmiek en Architectuur*

chef:

wetenschappelijk medewerkers:

prof. L.G.L.T. Meertens  
ir. J.C. Ebergen  
L.J.M. Geurts  
drs. A. Janssen  
dr. M.L. Kersten  
dr. E. Kranakis  
drs. C. van der Meer  
dr. S.J. Mullender  
S. Pemberton  
drs. G. van Rossum  
drs. F.H. Schippers

- programmeurs:  
 I. Shizgal M.Sc.  
 drs. A.P.J.M. Siebes  
 dr.ir. P.M.B. Vitányi  
 drs. F. van Dijk  
 A.J. Jansen  
 drs. T.J.G. Krijnen  
 mw. J.G. Steiner B.A.
- stagiairs:  
 H.W.K. Boenink  
 E.D.G. Boeve  
 H. Nijbacker  
 M.R. Roorda  
 H. Tempelman
- Afdeling Interactieve Systemen*  
 chef:  
 wetenschappelijk medewerkers:  
 drs. P.J.W. ten Hagen  
 dr. V. Akman  
 drs. C.L. Blom  
 drs. W. Eshuis  
 drs. J.A. Kaandorp  
 drs. A.A.M. Kuijk  
 drs. M.M. de Ruiten  
 drs. H.J. Schouten  
 dr. T. Tomiyama  
 drs. P.J. Veerkamp  
 drs. C.G. Trienekens  
 R. van Liere
- STW-medewerker:  
 programmeur:  
 R. van Liere
- Bibliotheek en Informatiedienst*  
 hoofd:  
 informatiemedewerker:  
 medewerkers:  
 drs. F.A. Roos  
 S.I. Thé  
 H.A. Meyer  
 mw. A.L. Ong  
 R.M. van Rooijen  
 mw. drs. J. Sterringa  
 H.W. Stoffel
- assistenten:  
 mw. K.J. van Gemert  
 mw. E.J. Herweijer  
 mw. C.G.J. Klompen
- Sector Computer Systemen en Telematica*  
 programmeurs:  
 J.N. Akkerhuis  
 P. Beertema  
 D.P. Kingston III  
 F. Kuiper  
 F.M. Rahmani  
 A.C. IJsselstein

*Sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting*

chef:

stafmedewerkers:

medewerker:

administratief medewerksters:

secretarissen:

stagiair:

dr. J.C.P. Bus

mw. mr.drs. M.J. van der Heijden

dr. H.M. Nieland

H.J.M. Wijers

C.E. Thomson

mw. D.C.M. Amende-Konijn

mw. J.E.M. Smal

mw. A.C. Baanders

mw. C.E. Both

mw. W.E.G. van Eijk

mw. M.W.A. Hegt

mw. N. Mitrović

mw. G.K.C. van Sloterdijk

V.P.M. Verheul

*Sector Sociaal-Economische Zaken*

chef:

drs. G.F.C. Hardeveld Kleuver

## Financiële Dienst

hoofd:

medewerker:

assistenten:

W.J. Mol

H.G. van den Berg

E. de Boer

mw. J.A. Breij-Vermeulen

J.T. Schlepers

mw. M.H.W. Seveke-Bloedjes

## Personeelsdienst

stafmedewerkers:

administratief medewerkster:

P.W. den Hertog

G.M.A. Reniers

mw. A.K. van den Berg

## Civiele Dienst

hoofd:

conciërge:

telefonistes/receptionistes:

T.A.C. van Campenhout

R.J.B. Heerenveen

mw. E. Binnenmarsch-Nagtegaal

mw. M.I. Braxhoofden-Lieuwen

mw. I. Breed

## Kantine WCW

kok:

assistenten:

R. Mos

mw. M. Beemer

mw. A.W. van Doren-Hoegen

mw. G.H.A. Hemminga-Meijer

mw. M. Steehouder- van Nigtevegt

*Sector Technische Ondersteuning*

hoofd:

medewerker:

drs. F. Bakker

dr. M. Bakker

## Computerservices en Ondersteuning

coördinator:

programmeur:

data-entry typistes:

drs. J. Wolleswinkel

J. van der Steen

mw. T.G.H.M.E. Feijen-Collast

mw. M.C. Principaal-la Bast

mw. Y.E. Samseer

mw. S.E. Willemse

## Applicatie Programmering

coördinatoren:

programmeurs:

H.P. Dijkhuis

drs. H. Noot

F.J. Burger

drs. C.T.H. Everaars

K. van 't Hoff

R. van der Horst

M.C. Nieuwland

B.P. Rouwhorst

A.G. Steenbeek

drs. D. Soede

drs. M. de Vries

## Publikatiedienst

hoofd:

grafisch ontwerper:

redacteur:

Reproductie:

D. Zwarst

R.T. Baanders

W.A.M. Aspers

J. Schipper

H. Spekkers

J. Suiker

J.W. van der Werf

mw. L.M. Brown

M. Delussu

mw. N. Koetsier

mw. J. Kustina

mw. E.P.M. Meys

mw. E. Middelberg

mw. R.W.T. Riechelmann-Huis

mw. C.J. Swagerman

mw. G. Verloop-Woudman

## Tekstverwerking:

## WERKGEMEENSCHAPPEN EN LANDELIJKE SAMENWERKINGSVERBANDEN

*Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde*

medewerkers:

drs. H.W.J. Lenferink  
 drs. J.M.L. Maubach  
 drs. B.J.W. Polman

*Werkgemeenschap Stochastiek*

medewerkers:

drs. H.A. Brozius  
 drs. G.J.J. Gerritse  
 drs. H.P. Lopuhaä  
 ir. M. Martens  
 drs. A. Sieders  
 drs. V. de Valk

*Werkgemeenschap Mathematische  
Besliskunde en Systeemtheorie*

medewerkers:

drs. O.E. Flippo  
 ir. A.H.W. Geerts  
 ir. C.A.J. Hurkens  
 drs. S.J. de Klein  
 drs. F.M. Spijksma  
 drs. F. Thuijsman  
 drs. H.J. Zwart

*Werkgemeenschap Discrete Wiskunde*

medewerker:

ir. H.J. Tiersma

*Werkgemeenschap Analyse*

medewerkers:

drs. C.G.A. van der Beek  
 drs. R.G.M. Brummelhuis  
 drs. M.A. Fekken  
 ir. W.T. van Horssen  
 drs. G.B. Huitema  
 drs. M.F.E. de Jeu  
 drs. D.A.M. van Rossum du Chattel  
 drs. G.H. Sweers

*Landelijk Samenwerkingsverband*  
*Algebra en Meetkunde*  
medewerkers:

drs. W. Bosma  
drs. C.F. Faber  
drs. Th. de Jong  
drs. L. van der Marel  
drs. D. van Straten  
drs. J. Top  
drs. B.M.M. de Weger

*Samenwerkingsverband FOM/SMC*  
*Mathematische Fysica*  
medewerker:

drs. T.J.H. Smit



## Balansen per 31 december 1986 en 1985

ACTIVA	1986	1985	PASSIVA	1986	1985
	f	f		f	f
1.1 Belegde fondsen	226.891,00	232.634,00	2.1 Fondsen	231.047,96	235.532,35
1.2 Vaste activa	p.m.	p.m.	2.2 Stichtingskapitaal	150,--	150,--
1.3 Vorderingen op lange termijn	1.534.008,02	1.577.138,89	2.3 Voorzieningen	1.402.583,66	1.433.214,53
1.4 Vorderingen op korte termijn	4.162.350,61	5.110.455,57	2.4 Schulden op lange termijn	137.500,00	150.000,00
1.5 Liquide middelen	1.037.794,48	563.210,99	2.5 Schulden op korte termijn	5.189.762,49	5.664.542,57
	<u>6.961.044,11</u>	<u>7.483.439,45</u>		<u>6.961.044,11</u>	<u>7.483.439,45</u>

## Rekeningen van baten en lasten gewone dienst over 1986 en 1985

LASTEN	1986	1985	BATEN	1986	1985
	f	f		f	f
3.1 Personele kosten	13.858.988,25	12.149.861,98	4.1 Subsidies en andere bijdragen	16.187.239,56	15.139.586,69
3.2 Materiële kosten	2.398.248,93	2.125.417,35	4.2 Opdrachten en cursussen	1.517.331,88	1.423.030,41
3.3 Overige kosten	2.036.774,71	2.579.998,24	4.3 Verkoop publikaties	131.985,47	112.322,54
3.4 Voordelig Saldo	30.193,47	348.732,39	4.4 Overige inkomsten	487.648,45	529.070,32
	<u>18.324.205,36</u>	<u>17.204.009,96</u>		<u>18.324.205,36</u>	<u>17.204.009,96</u>

## Rekeningen van baten en lasten buitengewone dienst over 1986 en 1985

LASTEN	1986	1985	BATEN	1986	1985
	f	f		f	f
5.1 Rekenapparatuur	1.600.000,--	1.670.000,--	6.1 Subsidies	1.900.000,--	1.850.000,--
5.2 Bijdrage in de kapitaalsdienst SARA	300.000,--	180.000,--			
	<u>1.900.000,--</u>	<u>1.850.000,--</u>		<u>1.900.000,--</u>	<u>1.850.000,--</u>

## JAARREKENING 1986

### TOELICHTING

#### Algemeen

De in deze toelichting tussen haakjes geplaatste bedragen hebben betrekking op het boekjaar 1985. De presentatie van de jaarrekening is aangepast aan de door de overheid gehanteerde begrotingstechniek.

Het toegepaste systeem van waarderingsgrondslagen 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.

#### 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). In 1986 vond voor een aanschaffing gedaan in het kader van de 40-jarige jubileumviering een onttrekking plaats aan de fondsen.

##### 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 werden gebracht. Onder de duurzame activa worden gerekend de bezittingen inventaris, bibliotheek, rekenapparatuur en accessoires alsmede technische apparatuur en technische voorzieningen.

##### Post 1.3

Deze post is als volgt samengesteld:

a)	Vordering op de gemeente Amsterdam (zie ook post 2.4)	f	131.424,36	(f	143.924,36)
b)	Depot Centraal Beheer		1.402.583,66	(	1.433.214,53)
		f	<u>1.534.008,02</u>	(f	<u>1.577.138,89</u> )

Post 1.4	Deze post is als volgt samengesteld:				
1.4.1	Te ontvangen subsidies en andere bijdragen:				
1.4.1.1	ZWO subsidie Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen	f	38.185,40	(f	403.116,03)
	Investeringssubsidie CWI		20.419,14	(	750.000,--)
	Subsidie SION		--	(	59.013,11)
	Intentioneel Apparatuur Schema IAS		420.000,--	(	--)
	Prioriteiten Programma Informatica PPI		--	(	202.229,82)
1.4.1.2	ESPRIT e.d.		374.913,91	(	159.334,53)
1.4.1.3	Gemeente Amsterdam		15.687,50	(	15.953,13)
1.4.1.4	Vrije Universiteit		75.000,--	(	27.000,--)
1.4.1.5	Stichting voor de Technische Wetenschappen STW		--	(	52.359,91)
1.4.2	Opdracht- en Cursusdebiteuren		624.282,47	(	875.704,94)
1.4.3	Overige debiteuren		2.136.218,05	(	2.165.123,59)
1.4.4	Te ontvangen en vooruitbetaalde posten		457.644,14	(	400.620,51)
		f	<u>4.162.350,61</u>	(f	<u>5.110.455,57</u> )
Post 2.3	In verband met de overgang per 1 januari 1980 naar het Algemeen Burgerlijk Pensioenfonds heeft ZWO voor 1980 het toegekend subsidie gewone dienst verhoogd met f 1.000.000,--. 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 van het depot) per 31 december 1986 is gebaseerd op van Centraal Beheer tot die datum ontvangen afrekeningen. Het bedrag van de voorziening is beschikbaar voor eventuele aanpassing 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,--) welke in 1957 is gesloten bij de Postbank ter financiering van de verbouwing van de panden 2 <sup>e</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 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	1.035.722,78	(f	645.410,05)
2.5.2	Crediteuren		932.920,46	(	1.169.090,90)
2.5.3	Nog te betalen en vooruit ontvangen posten		1.420.668,59	(	1.833.723,38)
2.5.4	Nog te besteden investeringsubsidies		1.191.812,52	(	1.134.141,18)
2.5.5	Nog te besteden exploitatiesubsidie INSP		578.444,67	(	533.444,67)
2.5.6	Te verrekenen met de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO		30.193,47	(	348.732,39)
		f	<u>5.189.762,49</u>	(f	<u>5.664.542,57</u> )

Ad 2.5.4

Deze post betreft de nog niet bestede investeringssubsidies.

Stand op 1 januari 1986 (1985)	f	1.134.141,18	(f	2.640.855,95)
Uit dit saldo gedane investeringen		<u>120.214,25</u>	(	<u>1.867.257,85)</u>
Nog beschikbaar uit voorgaande subsidies	f	1.013.926,93	(f	773.598,10)
Bij: Toegekende subsidies buitengewone dienst 1986 (1985)		1.900.000,--	(	1.850.000,--)
Toegekend subsidie Prioriteiten Programma Informatica PPI		--	(	60.000,--)
Prijs- en taxatieverschillen en opbrengst verkoop/verhuur apparatuur		151.054,24	(	-/- 8.523,95)
	f	<u>3.064.981,17</u>	(f	<u>2.675.074,15)</u>
Af: Investerings inclusief bijdrage kapitaalsdienst SARA		1.873.168,65	(	1.540.932,97)
Stand van de voorziening per 31 december 1986 (1985)	f	<u><u>1.191.812,52</u></u>	(f	<u><u>1.134.141,18)</u></u>

Ad 2.5.5

Toegekend subsidie	f	2.000.000,--	(f	2.000.000,--)
Waarvan voor buitengewone dienst		<u>250.000,--</u>	(	<u>900.000,--)</u>
en voor gewone dienst		1.750.000,--	(	1.100.000,--)
Bested aan:				
Personeelskosten incl. opslag materiële kosten en overhead	f	<u>1.705.000,--</u>	(f	<u>566.555,33)</u>
Blijft nog te besteden		45.000,--	(f	533.444,67)
Bij: stand van de voorziening per 31 december 1985 (1984)	f	<u>533.444,67</u>	(	--)
Stand per 31 december 1986 (1985)	f	<u><u>578.444,67</u></u>	(f	<u><u>533.444,67)</u></u>

Ad 2.5.6

Het met ZWO te verrekenen bedrag bestaat uit:

a) Het nadelig (voordelig) saldo Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen	f	-/- 35.670,60	(f	326.892,52)
b) Het voordelig saldo op de exploitatie van het CWI		65.864,07	(	21.839,87)
Voordelig saldo over het boekjaar 1986 (1985)	f	<u><u>30.193,47</u></u>	(f	<u><u>348.732,39)</u></u>

**Rekening van baten en lasten gewone dienst**

Post 3.1	Onder deze post zijn opgenomen de personele lasten van:			
	a) De Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen	f	1.823.644,59	(f 1.503.682,33)
	b) Het Centrum voor Wiskunde en Informatica		12.035.343,66	( 10.646.179,65)
		f	<u>13.858.988,25</u>	(f <u>12.149.861,98</u> )
Post 3.2	Hierin zijn o.m. begrepen de aanschaffing van duurzame activa voor een bedrag van:	f	<u>571.285,21</u>	(f <u>487.880,36</u> )
Post 3.3	Deze post is samengesteld uit:			
	Bijdrage gemeenschappelijke voorzieningen Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer	f	211.701,50	(f 217.229,40)
	Buitenlandse bezoekers (via Vertrouwenscommissie Wiskundig Genootschap)		80.073,21	( 79.324,17)
	Bijdrage in de exploitatie van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam		1.700.000,--	( 1.750.000,--)
	Gereserveerd nog niet besteed exploitatie subsidie INSP		45.000,--	( 533.444,67)
		f	<u>2.036.774,71</u>	(f <u>2.579.998,24</u> )
Post 4.1	De volgende subsidies en bijdragen werden ontvangen:			
	a) Ten behoeve van de Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen van:			
	- ZWO	f	1.800.000,--	(f 1.853.400,--)
	b) Ten behoeve van het Centrum voor Wiskunde en Informatica van:			
	- ZWO		11.048.000,--	( 11.005.106,--)
	- PPI		120.572,15	( 102.229,82)
	- SION		82.481,40	( 59.013,11)
	- Informatica Stimuleringsplan INSP		1.750.000,--	( 1.100.000,--)
	- Commissie Europese Gemeenschappen (ESPRIT)		1.261.003,87	( 840.477,85)
	- Vrije Universiteit		75.000,--	( 127.000,--)
	- Stichting voor de Technische Wetenschappen STW		30.593,15	( 52.359,91)
	- Nationale Faculteit Informatica NFI		19.588,99	( -,-)
		f	<u>16.187.239,56</u>	(f <u>15.139.586,69</u> )
Post 4.2	De inkomsten uit cursussen bedroegen	f	<u>71.232,20</u>	(f <u>69.881,28</u> )
<b>Rekening van baten en lasten (buitengewone dienst)</b>				
Posten 5.1,	De volgende subsidies werden ontvangen:			
5.2 en 6.1	- Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO	f	900.000,--	(f 900.000,--)
	- Informatica Stimuleringsplan INSP		250.000,--	(f 950.000,--)
	- Intentioneel Apparatuur Schema IAS		750.000,--	(f -,-)
	Toegevoegd aan de post Nog te besteden investeringssubsidies (post 2.5.4.)	f	<u>1.900.000,--</u>	(f <u>1.850.000,--</u> )

**ACCOUNTANTSVERKLARING**

Wij hebben de jaarrekening 1986 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 1986.

Amsterdam, 29 april 1987

Van Dien + Co.



## Deel II

### Wetenschappelijk Verslag





## Inleiding

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

Voor de versterking van het informatica-onderzoek conform het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek, waarvoor tenslotte tot 1989 10 mln. in plaats van de benodigde 18 mln. beschikbaar werd gesteld, moest naar andere middelen worden gezocht. De voor 1986 toegekende middelen voor het Ontwikkelingsplan werden hoofdzakelijk besteed voor bekostiging van de extra aangestelde onderzoekers. Van de negen in het Ontwikkelingsplan voor stimulering voorgestelde projecten waren begin 1986 de volgende versterkt of gestart: *Interactieve planningsmethoden (MB1)*, *Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken (MB2)*, *Vectoralgoritmen (NW6)*, *Interactieve systemen (IS)*, *Gespreide bedrijfssystemen (AA2)*, *Gedistribueerde informatiesystemen (AA4)* en *Expertsystemen en andere aspecten van kunstmatige intelligentie (AP5)*. Twee projecten konden niet worden gestart, t.w. *Gedistribueerde algoritmen*, vooral bedoeld als theoretische ondersteuning voor de bovengenoemde AA2 en AA4, en *Statistische analyse van beeldgegevens*, een onderwerp dat van groot strategisch belang wordt geacht en vooral ook de mogelijke synthese tussen wiskunde en informatica benadrukt. Daarnaast was de versterking van AA2 te gering evenals de bereikte omvang van AP5, terwijl het niet mogelijk was met eigen middelen de gewenste omvang te realiseren.

De teruggang in reguliere middelen voor het CWI-onderzoek, veroorzaakt door gelijkblijvend ZWO-subsidie bij verhoging van exploitatiekosten door duurdere infrastructuur en ondersteuning, maakte het onmogelijk om de noodzakelijke reallocatie in en uitbreiding van het wiskunde-onderzoek te realiseren om de aansluiting bij de internationale ontwikkelingen te kunnen blijven behouden.

Helaas moest worden geconstateerd dat het CWI weliswaar door de tijdelijke stimulering aantrekkelijk was geworden als onderzoeksinstituut voor informatica en wiskundigen, doch dat er niet langer middelen waren om hen ook een aanstelling te kunnen bieden. Gelukkig bleek het mogelijk voor sommige van de gewenste onderzoeksprojecten via andere wegen financiering te vinden. 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 zijn hierbij zeker ook de door de Europese Commissie gesubsidieerde projecten (ESPRIT, COST-11 e.a.) en de STW-projecten. Maar ook het via SPIN gefinancierde onderzoek, het onderzoek dat wordt gefinancierd uit de NFI-middelen, alsmede de inmiddels door Shell toegezegde onderzoeksplaatsen getuigen van het vertrouwen in het CWI.

In juni werd bij het CWI het *International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation* georganiseerd. De organisatie hiervan lag voor een belangrijk deel bij de onderzoeksgroep MB2, die met INSP-middelen werd versterkt. Eveneens in juni organiseerde het CWI ter gelegenheid van de veertigste verjaardag van de Stichting een Symposium 'Wetenschap en Bedrijfsleven', hetgeen zich mocht verheugen in een grote interesse vanuit het bedrijfsleven. In oktober organiseerde het CWI ter gelegenheid van het lustrumjaar een wetenschappelijk symposium: 'Veertig jaar SMC', waar aandacht werd gegeven aan de rol van de Stichting Mathematisch Centrum gedurende haar bestaan binnen het wiskunde- en informatica-onderzoek in Nederland. Tenslotte werd in september de *Workshop on Distributed Operating Systems* georganiseerd.

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 het vervolg van dit wetenschappelijk verslag.

In het volgende hoofdstukje geven we traditiegetrouw een uitvoeriger toelichting op enkele specifieke onderzoeksprojecten. Dit jaar zijn daartoe gekozen het project *Concurrency* van het CWI en *Lie-groepen* als één van de landelijke projecten.

#### CONCURRENCY (J.W. de Bakker)

Gespreide gegevensverwerking is een centraal thema geworden in de informatica. Het is een uitgebreid terrein waarop men onder meer problemen van complexiteit, parallelisme en concurrency tegenkomt. Bij de afdeling Programmatuur op het CWI houdt men zich speciaal bezig met programmeerconcepten voor concurrency.

Waar een *sequentiële* berekening op slechts één processor wordt uitgevoerd, veronderstelt een *parallele* berekening de aanwezigheid van een aantal processoren die, afhankelijk van de situatie, op verschillende wijzen met elkaar in wisselwerking staan. Op macroscopisch niveau spreekt men veelal van *gespreide systemen*, bijvoorbeeld computernetwerken of gespreide gegevensbanken. Op microscopisch niveau vormen parallele architecturen het voornaamste

voorbeeld: binnen een computersysteem werken soms wel duizenden - meest identieke - processoren samen in één berekening. De organisatie van zo'n computersysteem is een kernpunt in het hedendaagse onderzoek in de algoritmië.

Het wiskundig modelleren is voor concurrente programmeerconcepten wezenlijk moeilijker dan in het sequentiële geval. In een sequentieel programma hangt de uitvoer alleen af van de invoer, maar in parallelle programma's hangt de uitvoer ook af van de geschiedenis der verwerking. Daarvoor is een gestructureerde weergave van de tussenliggende acties en toestanden noodzakelijk. Het volgende voorbeeld geeft een idee van de moeilijkheden die men tegenkomt bij het definiëren van een zinvolle semantiek voor parallelle berekeningen.

Een sequentieel programma  $S$  kan semantisch worden gezien als een functie  $\phi$  die een gegeven begintoestand  $\sigma$  overvoert in een eindtoestand  $\sigma'$ . Zo zal bijvoorbeeld het assignment  $x := x + 1$  een toestand waar  $x$  gelijk is aan nul overvoeren in een toestand waar  $x$  gelijk is aan één. Uitgedrukt in symbolen luidt dit  $\llbracket S \rrbracket = \phi \in \Sigma \rightarrow \Sigma$ , of: de betekenis  $\llbracket S \rrbracket$  van  $S$  is een functie  $\phi$  van domein  $\Sigma$  op codomein  $\Sigma$ . Sequentiële compositie  $S_1; S_2$  (voer eerst  $S_1$  uit en vervolgens  $S_2$ ) kan direct worden gemodelleerd op de wijze van compositie van functies. Opnemen van niet-deterministische constructies in sequentiële programma's geeft geen serieuze semantische problemen. We breiden dan eenvoudig codomein  $\Sigma$  uit tot de machtsverzameling  $\mathcal{P}(\Sigma)$ , d.w.z. de verzameling van alle deelverzamelingen van  $\Sigma$ . Veronderstel nu bijvoorbeeld dat er in een bepaalde fase van de uitvoering een keuze komt tussen twee programma's  $S_1$  en  $S_2$ , uitgedrukt door het symbool  $S_1 \square S_2$ , dan kunnen we zijn betekenis  $\llbracket S_1 \square S_2 \rrbracket$  modelleren met de functie  $\lambda \sigma \cdot (\llbracket S_1 \rrbracket(\sigma) \cup \llbracket S_2 \rrbracket(\sigma))$ , waar de twee operanden van de vereniging 'U' in deze functie elementen zijn van de machtsverzameling  $\mathcal{P}(\Sigma)$ .

We stuiten echter op een essentiële moeilijkheid als we deze benadering trachten uit te breiden tot de taalconstructie  $S_1 \parallel S_2$ , d.w.z. de parallelle uitvoering van  $S_1$  en  $S_2$ , hier en vaak ook elders opgevat als een willekeurige afwisseling van de elementaire ('atomaire') acties waaruit  $S_1$  en  $S_2$  zijn opgebouwd. Er is niet direct een wiskundige operator voorhanden voor het modelleren van het programmeerbegrip 'parallelle verwerking' en in het semantisch onderzoek zijn er verschillende wegen ingeslagen om dit probleem op te lossen.

Een der methoden - die slechts een gedeeltelijke oplossing biedt - is om programma's niet te beschouwen als transformaties van toestanden, maar ze te beschrijven op een hoger abstractieniveau uitsluitend in termen van 'atomaire' of niet-geïnterpreteerde acties. In deze beschrijving wordt het assignment  $x := x + 1$  gezien als een 'atoom' zonder enige inwendige structuur. Zulke modellen bestaan uit verzamelingen van rijen of boom-achtige structuren opgebouwd uit atomaire bouwstenen. Ze hebben veel weg van de theorie van formele talen, en rijen van atomaire acties zijn zeer geschikt om er de 'merge'-

operatie op toe te passen, hetgeen niet het geval is bij (toestanden transformerende) functies.

Een andere methode, waaraan wij bij het CWI al enige tijd werken, is de invoering van een domein  $P$  van zogenaamde processen  $p$  als oplossing van de vergelijking  $P = \{p_0\} \cup (\sum \rightarrow \mathcal{P}_{\text{closed}}(\sum \times P))$ . We kunnen deze vergelijking als volgt lezen. Ieder proces  $p$  dat tot  $P$  behoort, is hetzij het 'nul-proces'  $p_0$ , dat geen enkele actie kan ondernemen, hetzij een functie, waarvoor het dan zinvol is te schrijven  $\langle \sigma', p' \rangle \in p(\sigma)$ : voor begintoestand  $\sigma$  geeft proces  $p$  eindtoestand  $\sigma'$  samen met de zogenaamde *resumptie*  $p'$  (een concept afkomstig van Plotkin). Aan de vorm van de vergelijking is te zien dat de processen die behoren tot een oplossing van de vergelijking, een structuur bezitten waarin kenmerken van rijen ( $\sum \times P$ ), verzamelingen ( $\mathcal{P}_{\text{closed}}(\dots)$ ) en functies ( $\sum \rightarrow \dots$ ) zijn gecombineerd. Het blijkt dat nu de semantische operatoren '.' (compositie), 'U' (vereniging) en '||' (parallel) alle bevredigend kunnen worden gedefinieerd. Hierdoor kunnen we vergelijkingen neerschrijven als  $\llbracket S_1 || S_2 \rrbracket = \llbracket S_1 \rrbracket || \llbracket S_2 \rrbracket$ . Veel meer details over deze stijl van semantische definities treft men aan in [2].

In het concurrency project op het CWI ligt de nadruk op *talen* voor parallelisme en meer in het bijzonder op formele modellen voor parallelle programmeerconcepten. Er wordt deelgenomen in twee samenwerkingsverbanden: ESPRIT-project 415 en het Landelijk Project Concurrency.

ESPRIT is het Europese Strategische Programma voor Onderzoek en Ontwikkeling in de Informatietechnologie. In project 415 werken zes grote Europese industrieën, met Philips als hoofdaannemer, samen aan 'Parallele architecturen en talen voor geavanceerde informatieverwerking: een VLSI-gerichte benadering'. In zes deelprojecten onderzoekt men parallelle architecturen gebaseerd op diverse stijlen van parallel programmeren, zoals object-georiënteerd, functioneel en dataflow, en logisch programmeren. Hun activiteiten op het gebied van semantiek en bewijstechnieken, en van architectuur en toepassingen zijn gebundeld in twee werkgroepen. Het CWI neemt deel aan het wiskundig modelleren van de parallelle object-georiënteerde taal POOL, ontwikkeld door Philips als basis voor het architectuurontwerp van zijn 'Gespreide object-georiënteerde machine' (DOOM). Tot dusverre hebben we gezamenlijk een operationele en denotationele semantiek ontworpen voor POOL [1], [2] en hebben de eerste stappen gezet op weg naar een bewijstheorie. Het CWI leidt verder de activiteiten in de werkgroep voor semantiek en bewijstechnieken.

Het Landelijk Project Concurrency (LPC) is actief sinds begin 1984 en wordt voornamelijk gesponsord via de Nederlandse stichting voor informatica-onderzoek SION. Het project richt zich op syntactische, semantische en bewijstheoretische aspecten van concurrency. Op het CWI doet men in dit kader onderzoek aan de semantiek van niet-deterministische gegevensstromen, een rekenmodel dat ten grondslag ligt aan een belangrijke tak van hedendaags onderzoek aan parallelle architecturen. Een recent resultaat was het ontwerp

van een 'volledig abstract' wiskundig model, waarin juist genoeg details zijn bevat zó dat equivalente programma's in iedere context hetzelfde observeerbare gedrag vertonen. Het LPC neemt ook deel in diverse organisatorische activiteiten. Een daarvan is een geregeld contact met twee andere nationale programma's: het Franse  $C^3$  programma (Coöperatie, Concurrency en Communicatie) en het Engelse Alvey programma (hoofdstuk Formele Aspecten van Informatica).



*Het logo van het Landelijk Project Concurrency*

Naast het werk in deze projecten doet het CWI ook onderzoek naar de grondslagen van concurrente semantiek, in samenwerking met enkele universiteiten (VU Amsterdam, Kiel en SUNY te Buffalo, zie [3] voor een overzicht). De *metrische procestheorie*, ontwikkeld samen met J.I. Zucker (SUNY), bleek een zeer nuttig hulpmiddel voor onze denotationele semantiek voor POOL en wordt nu ook toegepast bij het ontwerpen van diverse modellen voor het nieuwe programmeerbegrip *procescreatie*. Ook wordt getracht semantische modellen voor *logisch programmeren* te verenigen en met elkaar in verband te brengen.

#### REFERENTIES

1. P. AMERICA, J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.J.M.M. RUTTEN (1986). *Operational semantics of a parallel object-oriented language*, 13de ACM Symposium over Principes van Programmeertalen (St. Petersburg, Florida).
2. P. AMERICA, J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.J.M.M. RUTTEN (1986). *A denotational semantics of a parallel object-oriented language*, Rapport CS-R8626, CWI Amsterdam.
3. J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.-J.CH. MEYER, E.-R. OLDEROG, J.I. ZUCKER (1986). *Contrasting themes in the semantics of imperative concurrency*, in: Current Trends in Concurrency, Springer LNCS 224.

#### LIE-GROEPEN (T.H. Koorwinder)

Onderzoek op het gebied van de Lie-groepen heeft in Nederland een lange traditie. Als samenwerkingsverband van RU Leiden en het CWI functioneert al geruime tijd de werkgroep Analyse op Lie-groepen. Verleden jaar is een overkoepelend landelijk project Lie-groepen tot stand gebracht. Reeds lopende en nieuwe SMC-projecten op het gebied van de Lie-groepen kunnen hierin worden ingebracht. De meest geacht bepalende activiteit is een jaarlijks Lie

groups seminar, in het kader waarvan telkens een paar buitenlandse gasten worden uitgenodigd.

Hieronder beschrijven we de belangrijkste onderzoeksthema's en de recent door onze medewerkers behaalde onderzoeksresultaten. De literatuurlijst aan het eind zal geïnteresseerden verder helpen.

### 1. *Harmonische analyse*

Hierin beschouwt men de decompositie van  $L^2(M)$  (met  $M$  een geschikte homogene ruimte) als directe som of integraal van irreducibele ruimtes. Voor  $M$  gelijk aan de cirkel of de reële rechte is dit de klassieke Fourier-analyse; voor  $M$  gelijk aan de sfeer waarop de rotatiegroep werkt, wordt dit de ontbinding in sferische harmonischen. Voor een grote klasse van homogene ruimtes verkrijgt men op analoge wijze sferische functies en distributies, die vaak uit te drukken zijn in termen van bekende speciale functies (zie deel 4).

Vaak wordt het probleem van ontbinding van  $L^2(M)$  teruggebracht tot het diagonaliseren van de invariante differentiaaloperatoren op  $M$ . In het geval van halfenkelvoudige (pseudo-)Riemannse symmetrische ruimtes van rang 1, waar er essentieel slechts één invariante differentiaaloperator is, heeft dit geleid tot een volledig expliciete harmonische analyse. Zie het werk van Faraut [11] en van van Dijk, M.T. Kosters, W. Kosters en Poel [20], [8], [21], [26].

In het geval van algemene rang zijn expliciete algemene oplossingen minder gemakkelijk te verkrijgen. Niettemin kunnen ook dan algemene stellingen bewezen worden, geformuleerd in termen van de zeer verfijnde structuurtheorie van halfenkelvoudige Lie-groepen. Voor het Riemannse en het groepsgeval is de theorie voltooid, cf. Helgason [17], Harish-Chandra [13]. Voor het pseudo-Riemannse geval is er belangrijk werk verricht door Oshima e.a. [24] en Flensted-Jensen [12] op het gebied van de discrete series representaties. E.P. van den Ban [1] maakt voortgang met het onderzoek naar matrixelementen van principal series representaties. Hierbij spelen asymptotische technieken een belangrijke rol.

### 2. *Asymptotiek van eigenfuncties*

De studie van eigenfuncties en eigendistributies van invariante operatoren is niet alleen van belang als gereedschap in de harmonische analyse, maar heeft ook haar intrinsieke waarde. Zij verschaft voorbeelden van (stelsels van) partiële differentiaalvergelijkingen, waarvoor men veel gedetailleerder informatie over de oplossingen kan verkrijgen dan algemeen het geval is. Algemene principes voor bijvoorbeeld elliptische of holonome systemen, tezamen met de extra informatie verkregen uit de groepsacties, leiden o.a. tot asymptotische en convergente ontwikkelingen, integraalformules, meromorfe uitbreidingen en analyse van singulariteiten. Voor parameterwaarden die niet noodzakelijk behoren bij de  $L^2$ -ontbinding kunnen deze ontwikkelingen ook worden gebruikt bij de constructie van nieuwe groepsrepresentaties, bijvoorbeeld bij reductieve groepen de diverse globalisaties van de Harish-Chandra-modulen.

Zie de referenties in deel 1 alsmede Duistermaat-Kolk-Varadarajan [10] voor

asymptotiek van sferische functies  $\phi_\lambda$  als  $\lambda \rightarrow \infty$  en van den Ban-Schlichtkrull [3] voor een nieuwe benadering tot wat bekend staat als Helgason's conjecture.

### 3. Meetkundige structuur van Lie-groepen en Lie-groepsacties

Dit onderwerp is noodzakelijk bij de uitvoering van deel 2 en was vanaf de begintijd van de theorie der Lie-groepen een belangrijk thema (cf. Felix Klein). De theorie van algebraïsche groepen (cf. Springer [29]) is nodig bij de bestudering van de singulariteiten van de groepsacties. Zie voor recent Nederlands onderzoek in dit onderdeel Duistermaat-Kolk-Varadarajan [10] (voor acties op vlagvariëteiten) en Heckman [14], Duistermaat [9] en van den Ban [2] voor convexiteitsstellingen en verwante meetkundige resultaten. In het boek over Lie-groepen dat Duistermaat en Kolk thans schrijven speelt de geometrie (naast harmonische analyse en asymptotiek) ook een belangrijke rol.

### 4. Speciale functies

Vele bekende speciale functies (b.v. Bessel-functies, Jacobi-polynomen) hebben natuurlijke groepentheoretische interpretaties als sferische functies of matricelementen van irreducibele representaties, cf. Vilenkin [32], Koornwinder [18], [19]. Deze kennis kan dienen tot beter begrip en eenvoudiger bewijzen van de eigenschappen van speciale functies, het vinden van nieuwe eigenschappen van speciale functies en het terugbrengen van problemen uit de analyse op Lie-groepen tot bekende analyse voor speciale functies, cf. voor dit laatste de in deel 1 genoemde referenties [11], [20], [8], [21], [26].

Bijzonder interessant wordt het als de groepentheorie aanleiding geeft tot nieuwe speciale functies, bijvoorbeeld de sferische functies op Riemannse symmetrische ruimtes van hogere rang. Deze zijn eigenfuncties van het radiële deel van de Laplace-Beltrami-operator op de Riemannse ruimte en deze differentiaaloperator heeft een eenvoudige expliciete uitdrukking, waarin nog parameters voorkomen, die slechts voor een beperkt aantal waarden bij een groepentheoretische interpretatie behoren. Het is een natuurlijk probleem om de eigenfuncties van deze operator voor willekeurige parameterwaarden te bekijken. Men verliest nu de informatie verkregen uit de groepsactie. Niettemin is belangrijke vooruitgang geboekt: in het geval van algemene rang (Heckman, Opdam) [16], [15] door gebruik van technieken van Deligne [6] voor stelsels differentiaalvergelijkingen met reguliere singulariteiten en van monodromierepresentaties; in het geval van rang 2 (Opdam [23]) door het concept van de schuifoperatoren en door het expliciet uitrekenen hiervan met behulp van computeralgebra.

Het hierboven vermeld werk houdt nauw verband met het fysisch relevante probleem van volledige integreerbaarheid van Schrödinger-operatoren geassocieerd met wortelsystemen, cf. Olshanetskii en Perelomov [22], en met een recente relativistische generalisatie hiervan van Ruijsenaars [27].

Schuifoperatoren hielpen Beerends [5] ook om de Abel-transformatie te inverteren voor het geval van wortelsysteem  $A_2$  en even multipliciteit. Eerder [4] had hij de Abel-transformatie voor algemene wortelsystemen geïnverteerd, maar slechts bij het identiteitselement. Hier speelt combinatoriek van



wortelsystemen een belangrijke rol.

De resultaten van Heckman en Opdam [16], [15] vinden ook een toepassing bij de bepaling van idealen in polynoomalgebra's geassocieerd met sferische representaties, cf. Ruitenburg [28].

### 5. Functionaalanalytische aspecten

De ontbinding van een Hilbert-ruimte als directe integraal van irreducibele componenten is een speciaal geval van integraalrepresentatie in de zin van Choquet, cf. Thomas [30], [31]. Het paar  $(G, H)$  is een gegeneraliseerd Gelfandpaar precies dan als de kegel van  $H$ -invariante distributies van positief type op  $G$  simpliciaal is. Deze en andere karakteriseringingen spelen een rol bij de concrete bepaling van gegeneraliseerde Gelfandparen (cf. van Dijk [7]). Andere thema's waarbij de functionaalanalyse van belang is, zijn de regulariteit van de componentruimtes bij de Planchereldecompositie van zekere typen van Lie-groepen (cf. Pestman [25] voor het geval van tweestaps nilpotente groepen) en de generalisatie van de reciprociteitsstelling van Frobenius voor willekeurige unitaire representaties (van Rossum).

### 6. Overig onderzoek

In het voorafgaande hebben we ons beperkt tot een beschrijving van het onderzoek dat actief participeert in het landelijk project. Hiernaast wordt o.a. belangrijk onderzoek verricht aan algebraïsche aspecten van Lie-groepen en -algebra's en aan oneindig-dimensionale Lie-algebra's en bijbehorende groepen.

### REFERENTIES

1. E.P. VAN DEN BAN (1986). *The principal series for a reductive symmetric space I. H-fixed distribution vectors*, Preprint 446, Dept. of Math., Univ. of Utrecht.
2. E.P. VAN DEN BAN (1986). A convexity theorem for semisimple symmetric spaces. *Pacific J. Math.* 124, 21-55.
3. E.P. VAN DEN BAN, H. SCHLICHTKRULL (1986). Asymptotic expansions and boundary values of eigenfunctions on Riemannian symmetric spaces, *J. Reine Angewandte Math.*, to appear.
4. R.J. BEERENDS (1987). The Fourier transform of Harish-Chandra's  $c$ -function and inversion of the Abel transform, *Math. Annalen* 277, 1-23.
5. R.J. BEERENDS (1987). *On the Abel transform and its inversion*, Dissertation, Leiden, May 1987.
6. P. DELIGNE (1970). *Equations différentielles à points singuliers réguliers*, Lecture Notes in Math. 163, Springer.
7. G. VAN DIJK (1984). On generalized Gelfand pairs, *Proc. Japan Acad., Ser. A* 60, 30-34.
8. G. VAN DIJK, M. POEL (1986). The Plancherel formula for the pseudo-Riemannian space  $SL(n, \mathbb{R})/GL(n-1, \mathbb{R})$ . *Compositio Math.* 58, 371-397.
9. J.J. DUISTERMAAT (1984). On the similarity between the Iwasawa projection and the diagonal part. M. DUFLO, P. EYMARD, G. SCHIFFMANN

- (eds.). *Analyse harmonique sur les groupes de Lie et les espaces symétriques*, Mémoire Soc. Math. France 15, 129-138.
10. J.J. DUISTERMAAT, J.A.C. KOLK, V.S. VARADARAJAN (1983). Functions, flows and oscillatory integrals on flag manifolds and conjugacy classes in real semisimple Lie groups. *Compos. Math.* 309-398.
  11. J. FARAUT (1979). Distributions sphériques sur les espaces hyperboliques. *J. Math. Pures Appl.* 58, 369-444.
  12. M. FLESTED-JENSEN (1986). *Non-Riemannian symmetric spaces*, CBMS Regional Conference Series, Number 61, American Mathematical Society.
  13. HARISH-CHANDRA (1984). *Collected Papers, 4 volumes*, Springer.
  14. G.J. HECKMAN (1982). Projections of orbits and asymptotic behaviour of multiplicities for compact connected Lie groups. *Inventiones Math.* 67, 333-356.
  15. G.J. HECKMAN (1986). Root systems and hypergeometric functions II, *Compos. Math.*, to appear.
  16. G.J. HECKMAN, E.M. OPDAM (1986). Root systems and hypergeometric functions I, *Compos. Math.*, to appear.
  17. S. HELGASON (1984). *Groups and geometric analysis*, Academic Press.
  18. T.H. KOORNWINDER (1984). Jacobi functions and analysis on noncompact semisimple Lie groups, R.A. ASKEY, T.H. KOORNWINDER, W. SCHEMPP (eds.). *Special functions: Group theoretical aspects and applications*, Reidel, 1-85.
  19. T.H. KOORNWINDER (1987). Group theoretic interpretations of Askey's scheme of hypergeometric orthogonal polynomials, to appear in *Proceedings Segovia, 1986*, Lecture Notes in Math., Springer.
  20. M.T. KOSTERS, G. VAN DIJK (1986). Spherical distributions on the pseudo-Riemannian space  $SL(n, \mathbb{R})/GL(n-1, \mathbb{R})$ . *J. Functional Anal.* 68, 168-213.
  21. W.A. KOSTERS (1985). *Harmonic analysis on symmetric spaces*, Dissertation, University of Leiden.
  22. M.A. OL'SHANETSKII, A.M. PERELOMOV (1983). Quantum integrable systems related to Lie algebras, *Physics Reports* 94, 313-404.
  23. E.M. OPDAM (1987). *Root systems and hypergeometric functions III*, preprint.
  24. T. OSHIMA, T. MATSUKI (1984). A description of discrete series for semisimple symmetric spaces. *Adv. Studies in Pure Math.* 4, 433-497.
  25. W.R. PESTMAN (1985). *Group representations on Hilbert subspaces of distributions*, Dissertation, University of Groningen.
  26. M. POEL (1986). *Harmonic analysis on  $SL(n, \mathbb{R})/GL(n-1, \mathbb{R})$* , Dissertation, University of Utrecht.
  27. S.N.M. RUIJSENAARS (1986). *Complete integrability of relativistic Calogero-Moser systems and elliptic function identities*, preprint.
  28. G.C.M. RUITENBURG (1986). The  $GL(n)$ -invariant ideals of the coordinate ring of pairs of symmetric matrices with product zero, to appear in *J. of Algebra*.
  29. T.A. SPRINGER (1981). *Linear algebraic groups*, Birkhäuser, Boston.

30. E.G.F. THOMAS (1984). The theorem of Bochner-Schwartz-Godement for generalized Gelfand pairs. K.D. BIERSTEDT, B. FUCHSSTEINER (eds.). *Functional Analysis: Surveys and recent results III*, North-Holland, 291-304.
31. E.G.F. THOMAS (1978). Représentations intégrales dans les cônes convexes. *C. R. Acad. Sci. Paris* 286, 515-518.
32. N.JA. VILENKIN (1986). *Special functions and the theory of group representations*, Amer. Math. Soc. Transl. of Math. Monographs, Vol. 22.

## Algemene CWI- Activiteiten

### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

#### *Symposium Wetenschap in bedrijf*

In het verslagjaar bestond de Stichting Mathematisch Centrum (SMC) en haar onderzoeksinstituut, het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI), 40 jaar. In het kader van dit jubileum werd op 11 juni het eerste symposium gehouden, getiteld Wetenschap in bedrijf. Dit symposium was er vooral op gericht de betekenis van fundamenteel onderzoek in de wiskunde en informatica (zowel zuiver-wetenschappelijk als toepassingsgericht) voor overheid en bedrijfsleven aan de orde te stellen. Sprekers waren:

E. van Spiegel (Directeur-Generaal voor Wetenschapsbeleid) opening namens W.J. Deetman (Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen): Wiskunde, informatica en overheidsbeleid.

F.C. Rauwenhoff (Nederlandse Philipsbedrijven B.V.): Het belang van fundamenteel onderzoek in wiskunde en informatica.

H.L. Beckers (Shell Internationale Research Maatschappij B.V.): Rekenen en industrie.

P.C. Baayen (SMC/CWI): Strategie voor onderzoek.

L.G.L.T. Meertens (CWI): Case studies van CWI onderzoek.

H.J. van der Molen (ZWO): Slottoespraak.

*Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*

Dit symposium gehouden eveneens in het kader van de jubileumactiviteiten, was bedoeld voor de Nederlandse onderzoekers. In het symposium, dat op 6 en 7 oktober plaats vond, werd onderzoek belicht waarbij het CWI in de loop van haar 40-jarig bestaan op de een of andere manier betrokken is geweest (of nog steeds betrokken is). Er werden zowel demonstraties als een boekententoonstelling gehouden. De sprekers waren:

- P.C. Baayen (SMC/CWI): Opening address, 6 oktober.  
 A.O.H. Axelsson (KU Nijmegen): The numerical solution of partial differential equations, 6 oktober.  
 H.W. Lenstra, Jr. (Universiteit van Amsterdam): Codes from algebraic number fields, 6 oktober.  
 A. Schrijver (KU Brabant/CWI): Geometric methods in discrete optimization, 6 oktober.  
 P.M.B. Vitányi (CWI): Archirithmics or algotecture ?, 6 oktober.  
 O. Diekmann (CWI/RU Leiden): Dynamics in bio-mathematical perspective, 7 oktober.  
 L.F.M. de Haan (EU Rotterdam): De ervvijand wiskundig bestreden (Fighting state enemy # one mathematically), 7 oktober.  
 J.W. Klop (CWI): Process algebra: a survey of recent results, 7 oktober.  
 J. van Mill (VU Amsterdam): Infinite-dimensional normed linear spaces and domain invariance, 7 oktober.

*Algemeen WCW-Colloquium*

Het *Algemeen WCW-colloquium*, dat begin 1984 van start ging, heeft tot doel de wetenschappelijke contacten tussen de verschillende instituten van het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer te bevorderen. Zij tracht dit doel te bereiken door voordrachten te organiseren die voor een breed publiek van wis- en natuurkundigen interessant zijn.

De samenstelling van de colloquiumcommissie op 31 december 1986 was als volgt: T. de Forest (NIKHEF-K), R. Helmers (CWI), J. Timmermans (NIKHEF-H) en A.E. de Vries (AMOLF). In 1986 werden de volgende voordrachten gehouden:

- D. Chaum (CWI): New secret codes can prevent a computerized big bother, 11 maart.  
 M.J. van der Wiel (AMOLF): Laserfysica bij AMOLF, 26 mei.

*Algemeen CWI-Colloquium*

De colloquiumcommissie was als volgt samengesteld: C.L. Blom (IS), N.W.P. van Diepen (AP), M. Hazewinkel (ZW), H.J.A.M. Heijmans (TW), R. Helmers (MS), A. Janssen (AA), J. Kok (NW) en J.H. van Schuppen (MB).

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

- M.M. Fokkinga (Universteit Twente): Functioneel programmeren, 24 februari.  
 D.E. Boekee (TU Delft): Datacompressie van bewegende digitale beelden, 24 maart.  
 M. Fliess (CNRS, Gif sur Yvette, Frankrijk): Mathematical problems from nonlinear systems theory, 28 april.  
 J.C.M. Baeten (Universiteit van Amsterdam): Procesalgebra, 26 mei.  
 H. Tennekes (KNMI/VU Amsterdam): De grenzen van de voorspelbaarheid, 25 augustus.  
 J.J. Duistermaat (RU Utrecht): Brandpuntsverzamelingen, 29 september.  
 P.J. Rousseeuw (TU Delft): Inleiding tot robuuste schatting, 27 oktober.  
 P.M.B. Vitányi (CWI): Atomic shared register access by asynchronous hardware, 24 november.

*Informatica-Colloquium*

Het *Informatica-Colloquium*, dat medio 1985 van start ging, is bedoeld een verbindend element te zijn tussen (het onderzoek van) de informatica-afdelingen van het CWI. De colloquiumcommissie was als volgt samengesteld: C.L. Blom (IS), A. Janssen (AA) en J.C. van Vliet (AP).

In 1986 werden de volgende voordrachten gehouden:

- V. Akman (RU Utrecht): Robotics and computational geometry: problems at the interface, 24 januari.  
 P.J.F. Lucas (CWI): De constructie van expertsystemen met behulp van een empty shell, 20 februari.  
 W. Mooy (Universiteit van Amsterdam): RISC computer architectures, 20 maart.  
 T.M.A. Bemelmans (TU Eindhoven, voorzitter TWAR), H.P. Struch (directeur SPIN): SPIN, 17 april.  
 J.W. Klop (CWI): Termherschrijfsystemen met condities en prioriteiten, 22 mei.  
 Y. Yamaguchi (Univ. of Tokyo, Japan): A solid modeler and its user interface, 19 juni.  
 E. Kranakis (CWI): On distributed multiple match making, 19 september.  
 M.L. Kersten (CWI): Towards and object-centered database language, 23 oktober.  
 H. Bodlaender (RU Utrecht): Network emulations, 6 november.

- M. Rem (TU Eindhoven): VLSI design and trace theory, 27 november.  
 R. Bird (Oxford Univ., UK): Programming with higher order functions, 18 december.  
 G.C. van der Veer (VU Amsterdam): Cognitief ergonomische aspecten van mens-computer interactie, 18 december.

*Colloquium Knowledge Base Systems*

Het *Colloquium Knowledge Base Systems* beoogde een overzicht te geven van dit nog jonge onderzoeksgebied. Het colloquium was bedoeld voor geïnteresseerden afkomstig uit zowel het onderwijs als uit het bedrijfsleven; in het bijzonder allen die zich bezighouden met innovatieve aspecten van de Informatica in Nederland.

De colloquiumcommissie was als volgt samengesteld: P.M.G. Apers (Universiteit Twente), M.L. Kersten (CWI), P.J.F. Lucas (CWI), R.P. van de Riet (VU Amsterdam) en H. de Swaan Arons (TU Delft). In het kader van het colloquium werden in het verslagjaar de volgende voordrachten gehouden:

- P.P. Chen (Louisiana State Univ., USA): Knowledge based systems and the entity relationship model, 24 januari.  
 L. Siklóssy (VU Amsterdam): Toward third generation expert systems, 7 februari.  
 H. Weigand (VU Amsterdam): Dynamische aspecten van data modellering, 21 februari.  
 P.J.F. Lucas (CWI): Operaties op knowledge bases in relatie met DELFI-2, 7 maart.  
 P. van Lith (LITHP): Ontwikkeling van expertsystemen in de praktijk, 4 april.  
 H.J. van den Herk (TU Delft): Het HYDRA-systeem, 18 april.  
 L.C. van der Gaag (CWI): Ontwikkelen van expertsystemen met behulp van Prolog, 2 mei.  
 E. Backer (TU Delft): Kennisgestuurde beeldanalyse, 16 mei.  
 H. de Swaan Arons (TU Delft): Evaluatie en evolutie van DELFI-2, 23 mei.  
 B.J. Wielinga (Universiteit van Amsterdam): Kennis-elicitering, 12 september.  
 P.M.G. Apers (Universiteit Twente): Integratie van databases en expertsystemen, 26 september.  
 J.R.B. Tebra (VU Amsterdam): Parallele aspecten van Prolog, 10 oktober.  
 P.F. de Vries Robbé (AZG): Kennisrepresentatie in MEDES en andere medische expertsystemen, 24 oktober.  
 P.T.W. Hudson (TNO Zintuigfysiologie): Empty expert systems shells versus special purpose expert systems, 7 november.  
 O. de Troyer (KU Brabant): On rule-based generation of conceptual database updates, 21 november.  
 E.H.J. Kerckhoffs (TU Delft): De toepassing van expertsystemen in simulatie, 12 december.

### *Vakantiecursus 1986*

De *Vakantiecursus*, die in het bijzonder bedoeld is voor wiskundeleraren verbonden aan VWO en HAVO, werd in 1986 voor de veertigste keer gehouden. De voorbereiding was in handen van een adviescommissie, samengesteld uit personen van de kant van het onderwijs en het CWI. De leden waren:

drs. F.J.M. Barning (CWI)  
 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)  
 prof.dr. W. van der Meiden (TU Eindhoven)  
 dr. P.A.J. Scheelbeek (RU Groningen)  
 H.N. Schuring (CITO)  
 G. Zwaneveld (St. Ignatius College)  
 C.E. Both (administratie)

Op voorstel van de commissie werd als thema gekozen: *Matrices*. De cursus werd gehouden in Amsterdam (15 en 16 augustus) en in Eindhoven (21 en 22 augustus). De volgende voordrachten stonden op het programma:

F. van der Blij (RU Utrecht): *Matrices, wat doe je er also mee?*  
 A.J. Bosch (TU Eindhoven): *Matrices en statistiek.*  
 O.J. Boxma (CWI): *Matrices en Markovprocessen.*  
 J. van de Craats (KMA): *Matrices en meetkunde.*  
 W.H. Haemers (KU Brabant): *Matrices en grafen.*  
 M. Kindt (OW & OC): *Lineair programmeren, in het bijzonder transportproblemen.*  
 J.M. Schumacher (CWI): *Lineaire modellen voor dynamische verschijnselen.*

Het aantal deelnemers in Amsterdam bedroeg 134 en in Eindhoven 96. Aan de deelnemers werd een syllabus verstrekt (CWI Syllabus 10) waarin de behandelde stof was gebundeld.

De organisatie van de cursus was in handen van F. van Schagen (VU Amsterdam), daarin bijgestaan door mw. C.E. Both. De Bibliotheek van het CWI organiseerde bij de vakantiecursus een boektentoonstelling.

### *Educatieve werkzaamheden en externe contacten wetenschappelijk directeur*

De wetenschappelijk directeur prof.dr. P.C. Baayen nam in 1986 deel aan:

- 22e Nederlands Mathematisch Congres, Universiteit Twente, 1-2 april.
- NGI-SION Symposium, Utrecht, 2-3 april.



- Jubileum symposium FOM, Utrecht, 15 april.
- 6th International Workshop 'Expert Systems and their Applications', Avignon, 28-30 april.
- IBM Academic Conference 'Educating the Information Generation', Monte Carlo, 19-23 mei.
- International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation, Amsterdam, 2-6 juni.
- CWI-symposium 'Wetenschap in Bedrijf', Amsterdam, 11 juni.
- Mannouri Symposium, Amsterdam, 16 juni.
- 'Mathematics and Computation', Stanford University, Palo Alto, Cal., 29 juli-2 augustus.
- International Congress of Mathematicians, University of California, Berkeley, 2-12 augustus.
- Symposium 'Een beeld van een toegepast wiskundige', Amsterdam, 29 augustus.
- Jubileum symposium CWI 'Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945', Amsterdam, 6-7 oktober.
- Greep op Onderzoek, TU Eindhoven, 16 oktober.
- BSO-symposium 'Infolutie', Amsterdam, 17 oktober.
- Beleggingssymposium Bank Mees & Hope, Wassenaar, 20 november.

#### PUBLIKATIES

##### *Serie CWI Monographs*

De publikatie 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 verschenen de volgende delen:

- CWI Monograph 1: J.W. de Bakker, M. Hazewinkel, J.K. Lenstra (eds.). Mathematics and Computer Science; Proceedings of the CWI Symposium, November 1983.
- CWI Monograph 3: H. Brunner, P.J. van der Houwen. The Numerical Solution of Volterra Equations.
- CWI Monograph 4: M. Hazewinkel, J.K. Lenstra, L.G.L.T. Meertens (eds.). Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945.

*Serie CWI Tracts*

De serie CWI Tracts is een voortzetting van de MC Tracts, echter ruimer opgevat zodat niet uitsluitend nieuw materiaal in aanmerking komt. 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 13: D. Grune. On the design of ALEPH.

CWI Tract 19: T.M.V. Janssen. Foundations and applications of Montague grammar; Part 1: Philosophy, framework, computer science.

CWI Tract 20: B.F. Schriever. Order dependence.

CWI Tract 21: D.P. van der Vecht. Inequalities for stopped Brownian motion.

CWI Tract 22: J.C.S.P. van der Woude. Topological dynamix.

CWI Tract 23: A.F. Monna. Methods, concepts and ideas in mathematics: aspects of an evolution.

CWI Tract 24: J.C.M. Baeten. Filters and ultrafilters over definable subsets of admissible ordinals.

CWI Tract 25: A.W.J. Kolen. Tree network and planar rectilinear location theory.

CWI Tract 26: A.H. Veen. The misconstrued semicolon: reconciling imperative languages and dataflow machines.

CWI Tract 27: A.J.M. van Engelen. Homogeneous zero-dimensional absolute Borel sets.

CWI Tract 28: T.M.V. Janssen. Foundations and applications of Montague grammar; Part 2: Applications to natural language.

CWI Tract 29: H.L. Trentelman. Almost invariant subspaces and high gain feedback.

*Serie CWI Syllabi*

De serie CWI Syllabi is min of meer een voortzetting van een serie MC 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 10: Vacantiecursus 1986, Matrices.

CWI Syllabus 11: P.W.H. Lemmens. Discrete wiskunde: tellen, grafen, spelen en codes.

CWI Syllabus 12: J. van de Lune. An introduction to Tauberian theory: from Tauber to Wiener.

*STATAL-manual*

Het STATAL-reference manual, dat verschijnt als losbladige uitgave, is bedoeld als handleiding voor gebruikers van de STATAL-programmatuur, bestaande uit een groot aantal ALGOL 60 procedures en een aantal programma's op statistisch gebied. STATAL is samengesteld door de afdeling Mathematische Statistiek. Het manual bestaat uit 3 hoofdstukken:

- (0) Algemene informatie, index en kwick-index;
- (1) Statistische procedures, o.a. kansverdeling, toetsingsgrootheden, correlatiecoëfficiënten, multivariate technieken, sorteren, combinaties en permutaties, aselechte trekkingen uit verdelingen, tabellen en plaatjes;
- (2) Statistische programma's o.a één-, twee-, en  $k$ -steekproevenprobleem, regressie-analyse, variantie-analyse, factoranalyse, principale componentenanalyse, clusteranalyse en item- en schaalanalyse.

Eind 1986 telde het manual 159 procedures en 12 programma's. 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 besliskundig 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 1986 90 ALGOL 60 procedures, 5 FORTRAN IV programma's, 4 PASCAL-programma's en 3 CCL procedures.

*Overige publikaties*

A.M. Cohen, R.D. Gill, J.C. Ebergen (eds.). CWI Newsletter, Issues 10 en 11. Stichting Mathematisch Centrum, Jaarverslag 1985.

CWI Annual Report 1985.

Najaarsrooster 1986.

Voorjaarsrooster 1987.

Aanwinsten Bibliotheek Centrum voor Wiskunde en Informatica

AW 37.1, AW 37.2, AW 37.3, AW 37.4.

Aanwinsten rapporten Bibliotheek Centrum voor Wiskunde en Informatica

AR 14.1, AR 14.2, AR 14.3, AR 14.4, AR 14.5, AR 14.6, AR 14.7, AR 14.8.

# Verlag van de Afdeling

## Zuivere Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

#### ZW 1 Discrete wiskunde en cryptografie

- 1.1 Combinatoriek, eindige meetkenden en eindige groepen
- 1.2 Cryptografie

#### ZW 2 Analyse

- 2.2 Analyse op halfenkelvoudige Lie-groepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies
- 2.3 Speciale functies en klassieke analyse

#### ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica

- 3.2 Symmetrieën
- 3.3 Het gegeneraliseerde harde hexagonmodel
- 3.5 Relaties tussen eindige vrijheidsgraden-, oneindige vrijheidsgraden- en rooster-, klassiek - en quantum volledig integreerbare systemen

#### ZW 4 Dynamische systemen

- 4.1 Topologische dynamica en ergodentheorie

*Opmerking:* wegens gebrek aan mankracht kon geen onderzoek gedaan worden binnen de (geplande) deelprojecten 2.1, 3.1, 3.4 en 4.2.

### DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

#### MB 3 Systeem- en regeltheorie

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

dr. H. den Boer (wet. medewerker)	[ZW 1.2]
drs. J.T.M. van Bon (wet. medewerker)	[ZW 1.1]
prof.dr. A.E. Brouwer (wet. medewerker)	[ZW 1.1]
dr. D. Chaum (wet. medewerker)	[ZW 1.2]
dr. A.M. Cohen (wet. medewerker)	[ZW 1.1]
dr. J.H. Evertse (wet. medewerker)	[ZW 1.2]
drs. J.A.M. van de Graaf (wet. medewerker)	[ZW 1.2]
prof.dr. M. Hazewinkel (chef)	[ZW 3.3], [MB 3]
dr. T.H. Koornwinder (wet. medewerker)	[ZW 2.2]
dr. J. van de Lune, Ph.D. (wet. medewerker)	[ZW 2.3]
dr. J.C. van der Meer (wet. medewerker)	[ZW 3.2]
dr. S.N.M. Ruijsenaars	[ZW 3.5]
drs. G.C.M. Ruitenburg (wet. medewerker)	[ZW 2.2]
drs. J.K. Scholma (wet. medewerker)	[ZW 3.5]
dr. J. de Vries (souschef)	[ZW 4.1]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*ZW 1 Discrete wiskunde en cryptografie*

*1.1. Combinatoriek, eindige meetkunden en eindige groepen.* (J.T.M. van Bon, A.E. Brouwer, A.M. Cohen). Een voorlopige versie van het boek *Distance regular graphs* door A.E. Brouwer, A.M. Cohen en A. Neumaier is nu praktisch helemaal geschreven. Het onderzoek van Cohen bewoog zich voornamelijk op het terrein van ondergroepen van groepen van Lie-type. Met G.M. Seitz is, voor elke priemgetal  $p$ , de maximale orde van een elementair abelse  $p$ -ondergroep van een groep van exceptioneel Lie-type bepaald [PM-R8607]. Met R.L. Griess is een lijst opgesteld van mogelijke eindige quasi-enkelvoudige ondergroepen van de Lie-groep van type  $E_8$ . In het kader van de studie van de ondergroepen van de eindige groepen  $E_6(q)$  is een publikatie met B.N. Cooperstein voorbereid aangaande het 27-dimensionale moduul van  $E_6(q)$ . Met J. Brinkhuis (EU Rotterdam) is een begin gemaakt met de studie van de covariantenalgebra van  $SL(2, \mathbb{C})$  in een irreducibele rationale voorstelling van lage dimensie. (Oud werk van Gordan is vertaald in moderne wiskunde; voor dimensie ten hoogste 7 is de bepaling van voortbrengers van de covariantenalgebra vereenvoudigd.)

J.T.M. van Bon hield zich bezig met de beschrijving van de structuur van eindige groepen die op afstandstransitieve grafen werken (classificatie van imprimitieve afstandsreguliere grafen via Johnson- en Hamming-schema's).

*1.2. Cryptografie.* (H. den Boer, D. Chaum, J.H. Evertse, J.A.M. van de Graaf). In het verslagjaar is het onderzoek aan door Chaum ontwikkelde cryptografische protocollen ('credential mechanisms') voortgezet. Deze protocollen zijn gebaseerd op het z.g. RSA- cryptosysteem (berustend op de praktische onmogelijkheid om zeer grote getallen te ontbinden in factoren) en beogen de mogelijkheid van uitwisseling van gegevens over individuen door organisaties op zodanige wijze dat zowel de persoonlijke levenssfeer van de individuen als de veiligheidsbelangen van de organisaties worden beschermd. Dit onderzoek heeft een theoretisch en een praktisch aspect. Op theoretisch gebied bewezen D. Chaum en J.H. Evertse van een algemeen toepasbaar credential mechanism dat het individuen optimale bescherming van hun privacy biedt, terwijl onder zekere redelijke aannamen de kans op aantasting van de veiligheidsbelangen van de organisaties door de individuen verwaarloosbaar klein is. Artikelen over de resultaten van dit onderzoek zijn ter publikatie aangeboden. Het onderzoek op dit gebied wordt (samen met H. den Boer) voortgezet.

Ander onderzoek van D. Chaum, J.H. Evertse, J.A.M. van de Graaf (samen met gastmedewerker R. Peralta) betrof 'zero-information' protocollen (de ene partij bewijst de andere partij een bepaald geheim te bezitten zonder informatie over het geheim zelf prijs te geven). Ook deze resultaten zullen gepubliceerd worden.

Betreffende de praktische kant van het onderzoek- het ontwikkelen van bruikbare computer implementaties - zij vermeld dat D. Chaum en J.A.M. van de Graaf samen met G. van Rossum (afd. Algoritmiek en Architectuur) en A.G. Steenbeek (Sector Technische Ondersteuning) een in C geschreven implementatie van een door Chaum ontwikkeld elektronisch betalingssysteem ontwikkelden.

## *ZW 2 Analyse*

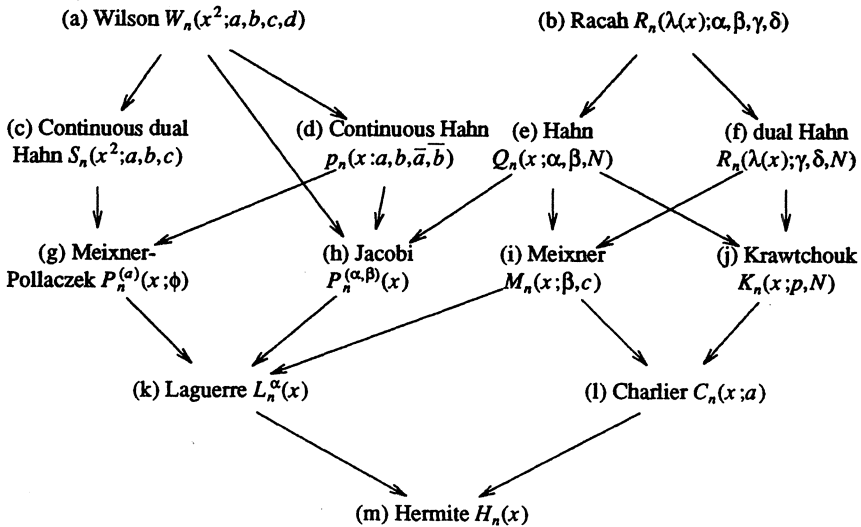
*2.2. Analyse op halfenkelvoudige Lie-groepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies.* (T.H. Koornwinder, G.C.M. Ruitenburg). Dit onderzoek vond ten dele plaats in nauwe samenwerking met de RU Leiden. In dit kader begeleidt Koornwinder het promotie-onderzoek aan de RU Leiden van drs. R.J. Beerends voor het grootste deel en van drs. E.M. Opdam voor een klein gedeelte. Anderzijds wordt het onderzoek van Ruitenburg begeleid door dr. G.J. Heckman (RU Leiden). Nieuwe resultaten van het onderzoek in dit project worden veelal besproken in de *Werkgroep Analyse op Lie-groepen*.

Het onderzoek van T.H. Koornwinder betrof enerzijds orthogonale stelsels geassocieerd met wortelsystemen, anderzijds groepentheoretische interpretaties van Askey's tableau van hypergeometrische orthogonale polynomen. Over het eerste onderwerp werd preprint [PM-R8601] voltooid (een overzichtsartikel) en werd voorts ondersteunend werk gedaan voor het promotie-onderzoek van R.J. Beerends en E.M. Opdam (Leiden). Over het tweede onderwerp is een publikatie samen met E. Badertscher (Bern) bijna voltooid, waarin voor deze orthogonale polynomen de onafhankelijke variabele wordt vervangen door een

differentiaaloperator of een element uit de universele omhullende algebra van een speciale halfkelvoudige Lie-algebra. Ook werd Askey's tableau uitgebreid tot orthogonale stelsels hypergeometrische functies die niet noodzakelijk orthogonale polynomen zijn. Een publikatie hierover verschijnt in 1987.

G.C.M. Ruitenburg werkte aan produktformules voor generaliseerde Jacobi-polynomen. Een toepassing van de resultaten voor de beschrijving van invariante idealen in de coördinaatring van zekere algebraïsche variëteiten met een algebraïsche groepsactie is verder uitgewerkt. De resultaten zullen in de toekomst gepubliceerd worden.

*Het Askey-tableau van de klassieke hypergeometrische orthogonale polynomen*



*Aanvankelijk werden slechts de Jacobi-, Laguerre- en Hermite-polynomen als klassieke polynomen beschouwd. Door iets minder zware eisen op te leggen steeg het aantal families die de naam klassiek verdienen aanzienlijk. De pijlen in het schema duiden limietovergangen aan. De families links zijn orthogonaal t.o.v. een continue gewichtsfunctie, die aan de rechter kant zijn discrete orthogonale polynomen. De polynomen bovenaan zijn van het meest ingewikkeld hypergeometrische type, nl.  ${}_4F_3$ .*

*Op de afdeling Zuivere Wiskunde van het CWI zijn er groepentheoretische interpretaties gegeven van het Askey-tableau, alsmede uitbreidingen tot generaliseerde orthogonale stelsels (niet noodzakelijk polynomen).*

2.3. *Speciale functies en klassieke analyse.* (J. van de Lune). Van de Lune werkte aan diverse problemen. Zo maakte hij een korte studie van irreducibiliteit van polynomen in verband met polylogarithmen (n.a.v. een probleem van L. Lewin, University of Colorado, Boulder, USA) en werkte hij samen met E. Wattel (VU Amsterdam) aan  $k$ -modale polynomen en aan (convexe) veelhoeken door roosterpunten. Daarnaast bestudeerde hij nulpunten van 'willekeurige' secties van de reeks  $\sum n^{-s}$ . Tenslotte maakte hij een vrij

uitgebreide studie van zekere ongelijkheden naar aanleiding van een resultaat van M. Keane (TU Delft).

Diverse resultaten van het onderzoek zijn als 'Problem' aangeboden aan het *Nieuw Archief voor Wiskunde* en de *American Mathematical Monthly*; andere zullen als rapport gepubliceerd worden. Een syllabus over Tauberstellingen werd in 1986 voltooid. Het werk aan een boek over getaltheorie werd voortgezet; in verband hiermee werden diverse getaltheoretische routines omgezet in BASIC voor de M24-Olivetti PC.

*ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica.* (M. Hazewinkel, J.C. van der Meer, S.N.M. Ruijsenaars, J.K. Scholma). Door budgettaire beperkingen en wijzigingen in de onderzoeksgroep is het in dit project gedane onderzoek moeilijk in de geplande deelprojecten onder te brengen.

Het hoofdthema van het onderzoek van J.C. van de Meer was 'normaalgedaanten voor Hamilton-stelsels' (een normaalgedaante is een benadering van een stelsel dat een zekere symmetrie bezit, eventueel zelfs integreerbaar is). De resultaten van het onderzoek zijn gepubliceerd in de rapporten [PM-R8603] en [PM-R8605]. Het onderzoek vond plaats in samenwerking met R. Cushman (RU Utrecht, VU Amsterdam).

S.N.M. Ruijsenaars hield zich hoofdzakelijk bezig met een nieuwe klasse van (klassiek en quantummechanisch) integreerbare N-deeltjessystemen. Deze systemen zijn als relativistische generalisatie van de Calogero-Moser-systemen op te vatten, en zijn in publikatie [Z13] ingevoerd. Een overzicht van tot nu toe in de klassieke context verkregen resultaten zal in 1987 gepubliceerd worden. De nog open problemen in de quantum-context zijn verwant aan de theorie van de sferische Fourier-transformaties op symmetrische ruimten; op dit gebied werd literatuurstudie verricht.

J.K. Scholma verrichtte uitgebreid literatuuronderzoek, voor een deel in het kader van het *Seminarium Integreerbare Systemen*. Daarnaast begon hij met onderzoek naar een systematische methode voor de constructie van integreerbare roosterinvarianten van klassiek-integreerbare continuümmodellen. Hierbij sloot hij zich aan bij de z.g. 'klassieke en quantum inverse-verstrooiingsmethode' van de Leningradschool.

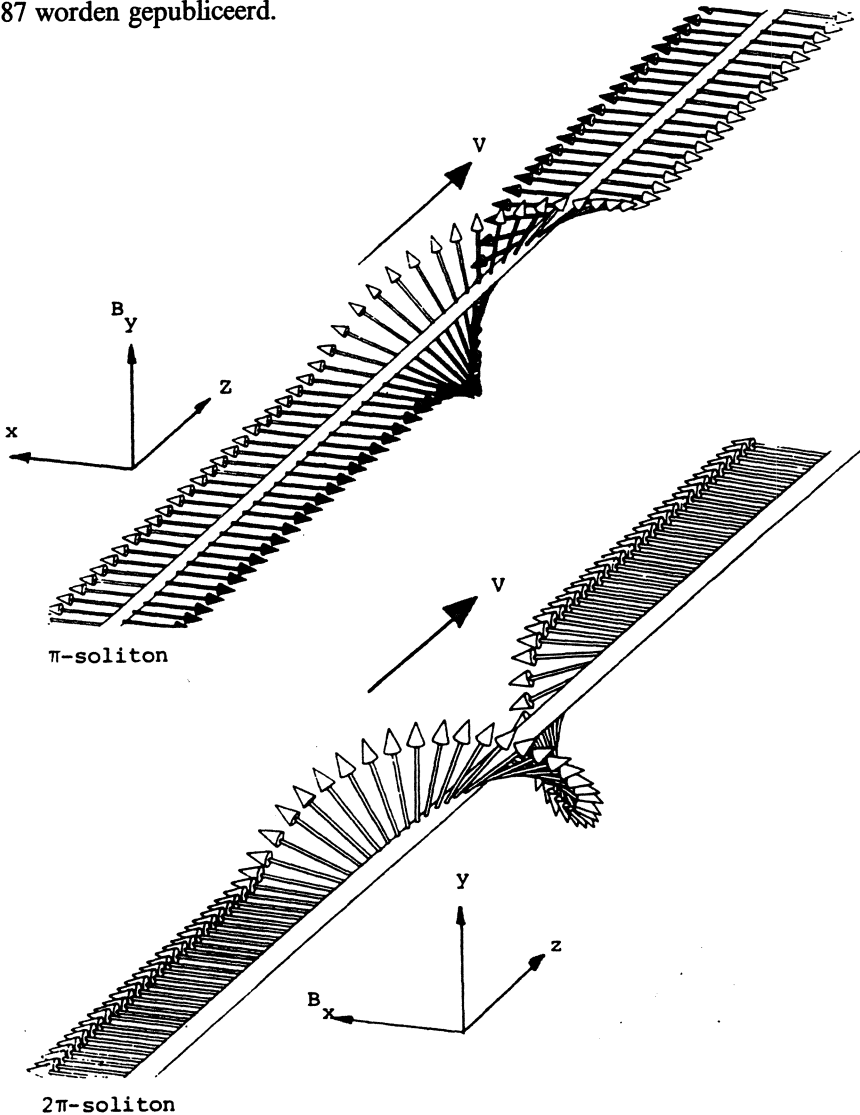
*ZW 4 Dynamische systemen.* (J. de Vries). Het schrijven van een boek over topologische dynamica werd voortgezet, veel aandacht moest besteed worden aan het bedenken van (liefst elementaire) voorbeelden en tegenvoorbeelden, omdat die in bestaande literatuur praktisch niet voorhanden zijn. In verband met mogelijk toekomstig onderzoek (na voltooiing van het boek) werd aandacht besteed aan literatuur betreffende ergodentheorie.

#### *Diversen*

Naast onderzoek aan cryptosystemen verrichtte J.H. Evertse onderzoek op het gebied van de getaltheorie, veelal voortkomend uit vroeger onderzoek. Een aantal artikelen werd ter publikatie aangeboden (zie ook [Z3]). Het gezamenlijk onderzoek van J. de Vries en M. Hušek over het bewaren van producten door



zekere functoren (gelijkend op reflecties) resulteerde in rapport [PM-R8604]. Toepassingen van de resultaten op compactificaties van halfgroepen zullen in 1987 worden gepubliceerd.



Het onderzoek naar volledig integreerbare Hamilton-systemen werd enorm gestimuleerd door het verschijnsel 'solitonen': lopende golffronten die steeds hun vorm behouden en met opmerkelijke stabiliteitseigenschappen. Het bestuderen van solitonen leidde tot nauwkeurige oplossingen van diverse natuurkundig belangrijke niet-lineaire vergelijkingen b.v. de Korteweg-De Vries, de kubische Schrödinger en de sinus-Gordon-vergelijkingen. Het verschijnsel soliton speelt een belangrijke rol in het tot nu toe onopgelost probleem te bepalen of een gegeven systeem (volledig) integreerbaar is. De illustratie laat twee soliton-oplossingen zien van de sinus-Gordon-vergelijking  $\phi_{zz} - \phi_{tt} = \omega_0^2 \sin\phi$ , in een toepassing op magnetische systemen.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

*Workshop Geometries and Groups, Finite and Algebraic.* Deze 'workshop' vond plaats van 24 tot en met 28 maart in het Leeuwenhorst Congres Center te Noordwijkerhout. Naast A.M. Cohen (voorzitter) maakten M. Hazewinkel (CWI), W.M. Kantor (University of Oregon, Eugene, USA), F. Timmesfeld (Justus-Liebig Universität, Giessen, BRD) en J. Tits (Collège de France, Parijs, Frankrijk) deel uit van de organisatiecommissie; zij werden hierin bijgestaan door mw. C.E. Both (Sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting). Er werden hoofdvordrachten gehouden door 16 daartoe uitgenodigde vooraanstaande onderzoekers; daarnaast werd in de middagseminars door 18 mensen gesproken. Aan de workshop werd door 64 mensen deelgenomen, waarvan 11 uit Nederland. De workshop werd financieel ondersteund door de NATO. Proceedings van deze workshop worden door A.M. Cohen voorbereid.

*Orthogonale-polynomendag.* Deze dag werd op 31 januari gehouden op het CWI; de organisatoren waren M.G. de Bruin (Universiteit van Amsterdam) en T.H. Koornwinder (CWI).

Er waren vier sprekers: E.A. van Doorn (Universiteit Twente), E. Hendriksen (Universiteit van Amsterdam), P. Nevai (Ohio State University, Columbus, USA) en D. Stanton (University of Minnesota, Minneapolis, USA).

*Vorticiteitsdag.* Op 17 maart werd door M. Hazewinkel (CWI) en E.W.C. van Groesen (Universiteit Twente) een dag over 'vorticiteit' georganiseerd.

Sprekers waren: M.S. Berger (University of Massachusetts, USA, tijd. CWI), A. Sym (Warschau, tijd. Universiteit Twente) en H.W.M. Hoeijmakers (Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium).

*Lie Groups Seminar.* Het landelijk project Lie-groepen, waarin het CWI participeert, organiseerde een klein internationaal congres met bovenstaande titel, dat op 11 en 12 april op het CWI werd gehouden. De sprekers waren J.-Ph. Anker (Lausanne, Zwitserland), L. Corwin (Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA), M. Flensted-Jensen (Kopenhagen, Denemarken), G.J. Heckman (RU Leiden), G. Olafsson (Göttingen, BRD) en M. Poel (RU Utrecht). Er waren circa 20 deelnemers, waaronder 6 uit het buitenland.

### *Colloquia*

*Colloquium STZ.* Tijdens dit colloquium werden recente ontwikkelingen in de systeemtheorie, de toegepaste en de zuivere wiskunde uiteengezet door bezoekers en medewerkers van het CWI. In 1986 werden de volgende voordrachten gehouden:

M. Fliess (CNRS, Frankrijk): Towards a differential algebraic viewpoint in

- nonlinear control theory, 29 april.
- S.J. Prokhorovnik (University of New South Wales, Australië): The mathematics of special relativity and cosmology, 2 mei.
- J.L. Nicolas (Université de Limoges, Frankrijk): Effective upper bounds for some arithmetical functions, 6 mei.
- L. de Branges (Purdue University, Lafayette, USA): Computer testing of a conjecture which implies the Riemann hypothesis for zeta functions associated with nonprincipal characters, 16 juni.
- H. Dym (Weizmann Institute, Rehovot, Israël): Reproducing kernel spaces and factorization, 4 september.
- E. Badertscher (Universität Bern, Zwitserland): Some examples of operator reordering, 16 december.

### *Werkgroepen*

*Analyse op Lie-groepen.* Deze werkgroep is een activiteit van het landelijk project Lie-groepen, waarin het CWI participeert. Zij wordt geleid door prof.dr. G. van Dijk (RU Leiden) en T.H. Koornwinder (CWI). In 1986 werden er 9 bijeenkomsten gehouden met in totaal 18 voordrachten. Alle bijeenkomsten hadden in Leiden plaats. Er waren reguliere deelnemers van CWI, RU Leiden, RU Utrecht en TU Eindhoven.

Er was een serie van drie voordrachten door E.M. Opdam (RU Leiden) over D-modulen en representatietheorie, een van zes voordrachten door G.J. Heckman en E.M. Opdam (RU Leiden) over wortelsystemen en hypergeometrische functies in meer veranderlijken, een van zes voordrachten door E.P. van den Ban (RU Utrecht) over de principal series voor semi-simpele symmetrische ruimtes en drie losse voordrachten door R.J. Beerends (RU Leiden), T.H. Koornwinder (CWI) en T.A. Springer (RU Utrecht).

*Cryptografie.* Deze werkgroep kwam regelmatig eens per maand bijeen, negen maal in het verslagjaar. Er waren gemiddeld 20 deelnemers. Vaker dan voorheen het geval was, hielden deelnemers van buiten het CWI een voordracht. Ook een aantal buitenlandse bezoekers hield een voordracht (Y. Desmedt, J. Seberry, D. Stodolski, R. Peralta, S. Herda). De volgende onderwerpen kwamen o.a. aan de orde:

- Cryptografische protocollen (i.h.b. onderzoek aan het CWI).
- Elliptische krommen en toepassingen daarvan in de cryptografie.
- Nieuwe cryptosystemen.
- Meer over DES.
- Nieuwe resultaten over schuifregisters.
- Praktische toepassingen van de cryptografie.

### *Seminaria*

*Algebra en Meetkunde.* Dit seminarium werd regelmatig eens per maand gehouden. In het verslagjaar is ruim aandacht besteed aan een variëteit van onderwerpen rond Gordan's (constructieve) bewijs dat de convariantenalgebra van  $SL(2, \mathbb{C})$  in een irreducibele voorstelling door een eindig aantal polynomen voortgebracht kan worden. (Sprekers: Cohen, Brinkhuis, Sanders (VU Amsterdam), Cushman (VU Amsterdam/RU Utrecht)). Verder zijn aan de orde geweest:

- Extremale Design Theory (A.E. Brouwer, TU Eindhoven/CWI).
  - Groepen waarvan elke irreducibele representatie primitief is (N.S. Hekster, Universiteit van Amsterdam).
  - Mumford's constructie van een algebraïsch oppervlak dat op  $\mathbb{P}^2$  lijkt (M. van der Put, RU Groningen).
  - De meetkunde op ondergroepen van orde 3 in enkele eindige enkelvoudige groepen.
  - Een generalisatie van Fischer-ruimtes (F.G.M.T. Cuypers, RU Utrecht).
- De deelnemers waren afkomstig van het CWI, de VU Amsterdam, de RU Utrecht, de EU Rotterdam en de TU Eindhoven.

*Integreerbare Systemen.* Dit seminarium werd regelmatig eens per maand gehouden op het CWI. Gedurende het verslagjaar kwamen de volgende onderwerpen aan de orde:

- Bifurcatie, oneindig dimensionale variëteiten en de integreerbaarheid van niet-lineaire systemen (M.S. Berger, tijdelijk CWI).
- De discrete linearisatiemethode (H.W. Capel, Universiteit van Amsterdam).
- Integreerbare systemen (inleiding) en linearisatie aspecten daarvan (M. Hazewinkel, CWI).
- Abelian surfaces and Kowalewski's top (E. Horozov, Sofia, Bulgarije).
- Supermanifolds, super-Lie algebras and integrable systems (D.A. Leites, Stockholm, Zweden).
- Baxter's oplossing van het harde hexagonmodel (J.K. Scholma, CWI).

### *Algemene Werkbesprekingen van de afdeling Zuivere Wiskunde*

- J. de Vries: Een produktstelling voor bijna-periodieke compactificaties van halfgroepen, 3 februari.
- T.H. Koornwinder: Een groepentheoretisch bewijs van het laatste deel van De Brange's bewijs van het Bieberbach-vermoeden, 3 maart.
- J. de Vries: Ontwikkelingen in de abstracte topologische dynamica, 16 april (t.g.v. bijeenkomst Adviescommissie van de afd. ZW).
- A.M. Cohen: Classificatie van eindige ondergroepen van groepen van exceptioneel Lie-type, 1 september.
- J.T.M. van Bon: Afstandstransitieve grafen, 13 oktober.
- G.C.M. Ruitenburg: G-invariante ideaaltheorie, 3 november.

S.N.M. Ruijsenaars: Integreerbare systemen en analytische differentievergelijkingen, 1 december.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

Het onderzoek binnen deelproject ZW 2.2 vindt plaats in samenwerking met de onderzoeksgroep van prof.dr. G. van Dijk aan de RU Leiden, samen hiermee opgenomen in het landelijk project Lie-groepen.

De projectgroep ZW 1.2 onderhield contacten met diverse particuliere- en overheidsinstellingen (o.a. diverse banken).

Door A.M. Cohen is t.b.v. R. Cushman (VU Amsterdam) met behulp van MACSYMA\*\* de juistheid van een reeks formules nagegaan.

J. van der Lune werd meermalen geraadpleegd op het gebied van de klassieke analyse (o.a. door medewerkers van het Dr. Neher Laboratorium, Leidschendam).

A.M. Cohen, T.H. Koornwinder, S.N.M. Ruijsenaars en J. de Vries zijn als expert ingeschakeld bij de vertaling van de *Russian Encyclopedia of Mathematics*.

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

*Seminarium Algebra*, RU Utrecht, wekelijks: A.M. Cohen.

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

*Marc Kac Seminarium*, Universiteit van Amsterdam, eens per maand: S.N.M. Ruijsenaars.

*Maandelijkse Bijeenkomsten Onderzoeksgroep Dynamische Systemen*, Interuniversitair: J.C. van der Meer, J. de Vries.

*Topologie Seminarium*, VU Amsterdam, onregelmatig: J. de Vries (voordracht).

*Seminarium Ergodentheorie en Topologische Dynamica*, TU Delft, wekelijks: J. de Vries.

*Combinatorial Seminar*, TU Eindhoven 18 januari, 4, 11, april, 31 oktober: A.E. Brouwer (voordrachten).

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

*Tagung Gruppen und Geometrien*, Oberwolfach (BRD), 9-15 februari: A.E. Brouwer (voordracht), A.M. Cohen (voordracht).

*Workshop Geometries and Groups, Finite and Algebraic*, Noordwijkerhout, 24-28 maart: J.T.M. van Bon, A.E. Brouwer, A.M. Cohen, M. Hazewinkel.

*Symposium on Algebraic Groups*, Utrecht, 1-4 april: A.M. Cohen.

*International Conference on Finite Geometry and Combinatorics*, Deinze (België), 1-7 juni: A.E. Brouwer (voordracht), A.M. Cohen (voordracht).

*AMS Summer Institute: Representations of Finite Groups and Related Topics*, Arcata (USA), 6-17 juni: A.M. Cohen (voordracht).

*Combinatorics '86*, Passo della Mendola (Italië), 30 juni - 5 juli: A.E. Brouwer.

*International Conference on Categorical Topology*, L' Aquila (Italië), 1-5 april: J.

- de Vries (voordracht).
- 14th Winterschool on Abstract Analysis*, Srní (Tsjechoslowakije), 11-19 januari: J. de Vries (4 voordrachten).
- Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april: T.H. Koornwinder (voordracht).
- Conference on Constructive Functions Theory '86*, Edmonton (Canada), 22-26 juli: T.H. Koornwinder (voordracht).
- Journées SMF, Représentations des groupes et analyse complexe*, Luminy (Frankrijk), 1-5 september: T.H. Koornwinder.
- Symposium on Orthogonal Polynomials and their Applications*, Segovia (Spanje), 22-26 september: T.H. Koornwinder (2 voordrachten).
- Najaarssymposium WG: Groepentheorie en Toepassingen*, Universiteit van Amsterdam, 29 oktober: J.T.M. van Bon, A.M. Cohen (voordracht), J. van de Lune.
- BIBOS IV: Random Processes - Mathematics and Applications*, Bielefeld (BRD), 19-27 april: M. Hazewinkel (voordracht).
- Conference on New Horizons in System Theory*, Como (Italië), 24-31 mei: M. Hazewinkel (voordracht).
- NATO ASI Deformation Theory of Algebras and Applications*, Il Ciocco (Italië), 1-14 juni: M. Hazewinkel.
- 8th International Congress on Mathematical Physics*, Luminy (Frankrijk), 16-26 juli: M. Hazewinkel (voordracht).
- International Congress of Mathematicians*, Berkeley (USA), 3-11 augustus: M. Hazewinkel.
- 11th International Congress on Cybernetics*, Namen (België), 25-29 augustus: M. Hazewinkel (voordracht).
- 1st World Meeting of the Bernoulli Society*, Tashkent (USSR), 8-15 september: M. Hazewinkel (voordracht).
- Tagung Diophantine Approximations*, Oberwolfach (BRD), 17-21 maart: J.H. Evertse (voordracht).
- Conference on Algorithms, Randomness and Complexity*, Luminy (Frankrijk), 23-28 maart: D. Chaum (voordracht), J.H. Evertse, J.A.M. van de Graaf.
- Conference on Transcendental Number Theory*, Durham (UK), 12-22 juli: J.H. Evertse.
- Crypto '86*, Santa Barbara (USA), 11-15 augustus: H. den Boer, D. Chaum (voordracht), J.H. Evertse (voordracht).
- Eurocrypt '86*, Linköping (Zweden), 19-21 mei: D. Chaum, J.A.M. van de Graaf (voordracht).
- Securicom '86*, Parijs (Frankrijk), D. Chaum (voordracht).
- 15th International Conference on Differential Geometric Methods in Theoretical Physics*, Clausthal (BRD), 28 juli-1 augustus: J.C. van der Meer (voordracht).

De volgende werkbezoeken werden afgelegd:

T.H. Koornwinder: Friedrich-Schiller-Universität (prof. H.-J. Glaeske), Jena

- (DDR), 13-17 januari.
- M. Hazewinkel: Berlijn, 17-18 januari; Copenhagen (Denemarken), 12 maart; Brussel (België), 19 maart; Oxford (UK), 22-23 maart (al deze bezoeken i.v.m. EMC Database Committee en Euromath); Neustadt-Mussbach (BRD), 13-16 april; Oxford (UK), 14 -15 december (i.v.m. ESMI).
- D. Chaum: Diverse instellingen in Zweden, Noorwegen en Denemarken in de maanden mei en juni.
- J. de Vries: Charles University, Praag (Tsjechoslowakije), 16-23 oktober.
- A.M. Cohen: University of Michigan, Ann Arbor (USA), 19 juli - 4 augustus.

#### BEZOEKERS

De afdeling ZW werd in het verslagjaar door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. Allen hielden zij één of meer voordrachten, de meeste vonden plaats in het kader van het *Colloquium STZ* of een werkgroep of seminarium (*SAM* = *Seminarium Algebra en Meetkunde*, *SIS* = *Seminarium Integreerbare Systemen*, *WC* = *Werkgroep Cryptografie*)

- J. -Ph. Anker (Université de Lausanne, Zwitserland), 10-15 april: Lie Groups Seminar.
- E. Badertscher (Universität Bern, Zwitserland), 16-19 december: STZ.
- M.S. Berger (University of Massachusetts, USA), 4 maart-4 april: SIS & Vorticitetsdag.
- L. de Branges (Purdue University, USA), 16 juni: STZ.
- A. Cornford (University of Berkeley, USA), 12 december.
- Y. Desmedt (KU Leuven, België), 13 juni: WC.
- W. Diffie (Bell Northern Research, California, USA), 16 mei.
- H. Dym (Weizmann Institute, Rehovot, Israël), 4 september: STZ.
- R. Ferreira (CTI, Parijs, Frankrijk), 14 november.
- S. Herda (GMD, Darmstadt, BRD), 14 november: WC.
- E. Horozov (Universiteit van Sofia, Bulgarije), 28 oktober: SIS.
- H. Imai (Yokohama National University, Japan) 29-30 september.
- D.A. Leites (tijd. Stockholm, voorheen Moskou), 17 november-5 december: SIS.
- T. Matsumoto (Yokohama National University, Japan), 29-30 september.
- P. Nevai (Ohio State University, USA), 31 januari: Orthogonale-polynomen-dag.
- J.L. Nicolas (Université de Limoges, Frankrijk), 6 mei: STZ.
- R. Peralta (Universidad de Santiago, Chili) 7 november '85 - 20 februari: WC.
- S.J. Prokhovnik (University of New South Wales, Australië), 2 mei: STZ.
- J. Seberry (University of Sydney, Australië), 13 juni: WC.
- D. Stanton (University of Minnesota, USA), 6-10 en 27-31 januari: Orthogonale-polonomen-dag.
- D. Stodolski (University of Stockholm, Zweden), 8-12 april: WC.

## VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- A.E. Brouwer: Trialiteit. *Combinatorial Seminar*, TU Eindhoven, 18 januari.
- A.E. Brouwer: The near hexagons with line size three. *Tagung Gruppen und Geometrien* Oberwolfach, BRD, 10 februari.
- A.E. Brouwer: Commutatieve algebra en combinatoriek. *Combinatorial Seminar*, TU Eindhoven, 4, 11 april.
- A.E. Brouwer: Generalized quadrangles with line size four are finite. *International Conference on Finite Geometry and Combinatorics*, Deinze, België, 2 juni.
- A.E. Brouwer: Veralgemeende vierhoeken met lijnen ter lengte vier zijn eindig. *Combinatorial Seminar*, TU Eindhoven, 31 oktober.
- A.M. Cohen: Finite simple subgroups of the Lie group of type  $E_8$ . *Tagung Gruppen und Geometrien*, Oberwolfach, BRD, 12 februari.
- A.M. Cohen: On affine polar spaces. *International Conference on Finite Geometry and Combinatorics*, Deinze, België, 3 juni.
- A.M. Cohen: Finite subgroups of the Lie group of type  $E_8$ . *AMS Summer Institute: Representations of Finite Groups and Related Topics*, Arcata, USA, 12 juni.
- A.M. Cohen: On the geometry and subgroups of groups of exceptional Lie type, University of Michigan, Ann Arbor, USA, 24 juli.
- A.M. Cohen: Groepen en grafen. *Najaarsymposium WG: Groepentheorie en Toepassingen*, Amsterdam, 29 oktober.
- A.M. Cohen: Eindige ondergroepen van de Lie-groep van type  $E_8$ . *Stafcolloquium*, RU Leiden, 30 oktober.
- J.H. Evertse: Equal values of binary forms. *Tagung Diophantine Approximations*, Oberwolfach, BRD, 18 maart.
- J.H. Evertse: A secure and privacy-protecting protocol for transmitting personal information between organizations. *Crypto '86*, Santa Barbara, USA, 12 augustus.
- J.A.M. van de Graaf: Computing square roots modulo a prime number. *Eurocrypt '86*, Linköping, Zweden, 20 mei.
- M. Hazewinkel: Experimental mathematics. Dept. of Mathematics, University of Liège, België, 18 april.
- M. Hazewinkel: All Kalman filters and representation theory. *BIBOS IV: Random Processes - Mathematics and Applications*, Bielefeld, BRD, 20 april.
- M. Hazewinkel: Prospects of interaction between systems/control theory and physics. *Conference on New Horizons in System Theory*, Como, Italië, 25 mei.
- M. Hazewinkel: Kac-Moody Lie algebras and integrable systems. *Constitutionele bijeenkomsten LSV Math. Fysica*, Scheveningen, 19 juni.
- M. Hazewinkel: Topological and geometric aspects of identification of linear systems. Curt Risch Inst., Universität Hannover, BRD, 30 juni.
- M. Hazewinkel: Lie algebras and (nonlinear) filtering. *8th International Congress on Mathematical Physics*, Luminy, Frankrijk, 16 juli.
- M. Hazewinkel: Identification, topology and geometry. *11th International*



- Congress on Cybernetics*, Namen, België, 27 augustus.
- M. Hazewinkel: Filtering and Lie algebras. *1st World Meeting of the Bernoulli Society*, Tashkent, USSR, 10 september.
- T.H. Koornwinder: The Askey tableau of hypergeometric orthogonal polynomials and their group theoretic interpretations. Friedrich-Schiller-Universität, Jena, DDR, 14 januari.
- T.H. Koornwinder: Een groepentheoretische interpretatie van het laatste deel van de Brange's bewijs van het Bieberbach-vermoeden. *Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1 april.
- T.H. Koornwinder: The Askey scheme of hypergeometric orthogonal polynomials, group theoretic interpretations and related integral transforms. *Conference on Constructive Function Theory '86*, Edmonton, Canada, 23 juli.
- T.H. Koornwinder: Group theoretic interpretation of special orthogonal polynomials. *Symposium on Orthogonal Polynomials and their Applications*, Segovia, Spanje, 23-24 september.
- J.C. van der Meer (met R. Cushman): Orbiting dust under radiation pressure. *15th International Conference on Differential Geometric Methods in Theoretical Physics*, Clausthal, BRD, 29 juli.
- S.N.M. Ruijsenaars: Integrierbare Systeme und analytische Differenzengleichungen. FB Mathematik, Universität Paderborn, BRD, 11 december.
- J. de Vries: Problems in abstract topological dynamics I, II, III. *14th Winterschool in Abstract Analysis*, Srní, Tsjechoslowakije, 12, 13, 14 januari.
- J. de Vries: Methods in abstract topological dynamics. *14th Winterschool in Abstract Analysis*, Srní, Tsjechoslowakije, 15 januari.
- J. de Vries (met Hušek): Bohr compactifications and other reflections of products. *International Conference on Categorical Topology*, L'Aquila, Italië, 4 april.
- J. de Vries: On the classification of topological Markov chains and sofic systems.. *Frolik-Katetov Seminar*, Charles University, Praag, Tsjechoslowakije, 20 oktober.
- J. de Vries: Problems and results in the category of topological transformation groups. Mathematical Institute, Charles University, Praag, Tsjechoslowakije, 21 oktober.
- J. de Vries: Problems in topological dynamics. Mathematical Institute, Charles University, Praag, Tsjechoslowakije, 22 oktober.
- J. de Vries: Compactificaties van halfgroepen. *Topologie Seminarium*, VU Amsterdam, 25 november.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- PM-R8601 B. HOOGENBOOM, T.H. KOORNWINDER. *Fonctions d'entrelacement sur les groupes de Lie compacts et polynomes orthogonaux de plusieurs variables.*
- PM-R8602 G.F. HELMINCK. *Deformations of connections, the Riemann-Hilbert problem and tau-functions.*

- PM-R8603 J.C. VAN DER MEER, R. CUSHMAN. *Constrained normalization of Hamiltonian systems and perturbed Keplerian motion.*
- PM-R8604 M. HUŠEK, J. DE VRIES. *Preservation of products by functors close to reflectors.*
- PM-R8605 J.C. VAN DER MEER, R. CUSHMAN. *Orbiting dust under radiation pressure.*
- PM-R8606 M. HAZEWINKEL. *Lie algebraic method in filtering and identification.*
- PM-R8607 A.M. COHEN, G.M. SEITZ. *The  $r$ -rank of the groups of exceptional Lie type.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- Z1 A.M. COHEN (1986). Point-line characterization of buildings. L.A. ROSATI (ed.). *Buildings and the geometry of diagrams*, Springer LNM 1181, Springer-Verlag, Berlijn, 191-206.
- Z2 D. CHAUM, J.H. EVERTSE (1986). Crypt-analysis of DES with a reduced number of rounds; sequences of linear factors in block ciphers. H.C. WILLIAMS (ed.). *Advances in Cryptology-Crypto 85*, Springer LNCS, Springer-Verlag, Berlijn, 192-211.
- Z3 J.H. EVERTSE (met J. SILVERMAN) (1986). Uniform bounds for the number of solutions to  $y^n = f(x)$ . *Math. Proc. Cambridge Phil. Soc.* 100, 237-248.
- Z4 M. HAZEWINKEL (met M. FLIESS) (eds.) (1986). *Algebraic and geometric methods in nonlinear control theory*, Reidel Publ. Cy, Dordrecht.
- Z5 M. HAZEWINKEL (1986). Experimental mathematics. J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam, 193-234.
- Z6 M. HAZEWINKEL (met J.F. KAASHOEK, B. LEYNSE) (1986). Pattern formation for a one-dimensional evolution equation based on Thom's river basin model. C.W. KILMISTER (ed.). *Disequilibrium and Self-Organization*, Reidel Publ. Cy, Dordrecht, 23-46.
- Z7 M. HAZEWINKEL (1986). Three lectures on formal groups. *Canadian Math. Soc. Conf. Proc.* 5, 51-67.
- Z8 M. HAZEWINKEL (1986). Tekstproblemen voor de wetenschapper. *Proof* No. 2, 9-13.
- Z9 M. HAZEWINKEL (1986). Idiosyncratic remarks by a bibliomaniac 2: contrasts in publishing and markets. *Acta Appl. Math.* 7, 313-320.
- Z10 T.H. KOORNWINDER (met R. ASKEY, M. RAHMAN) (1986). An integral of products of ultraspherical functions and a  $q$ -extension. *J. London Math. Soc.* (2) 33, 133-148.
- Z11 J. VAN DE LUNE (met H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER) (1986). On the zeros of the Riemann zeta function in the critical strip IV. *Math. of Comp.* 46, 667-681.
- Z12 J. VAN DE LUNE (1986). *An introduction to Tauberian theory: from Tauber to Wiener*, CWI Syllabus 12, CWI, Amsterdam.

- Z13 J.C. VAN DER MEER (met R. CUSHMAN) (1986). Constrained normalization of Hamiltonian systems and perturbed Keplerian motion.. *Z. Angew. Math. Phys.* 37, 402-424.
- Z14 S.N.M. RUIJSENAARS (met H. SCHNEIDER) (1986). A new class of integrable systems and its relation to solitons. *Ann. Phys. (NY)* 170, 370-405.
- Z15 J. DE VRIES (1986). A note on the  $G$ -space version of Glicksberg's theorem. *Pacific J. Math.* 122, 493-495.
- Z16 G.C.M. RUITENBURG (1986). *The  $GL(n)$ -invariant ideals of the coordinate ring of pairs of symmetric matrices with product zero.* Report nr. 24, September 1986, University of Leiden.

*Overige publikaties*

- Z17 J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.) (1986). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam.
- Z18 M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.) (1986). *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam.

# Verslag van de Afdeling Toegepaste Wiskunde

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen
  - 1.1 Spectrale atmosferische modellen
  - 1.2 Stochastische populatiedynamica
  - 1.3 Random walks op random netwerken
- TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse
  - 2.1 Asymptotiek van integralen
  - 2.2 Relaxatietrillingen
  - 2.3 Reststroming in getijgebieden
  - 2.4 Convectorie-diffusie in een buis
  - 2.5 Lokaliseerbaarheid in de quantumtheorie
- TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica
- TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden

## DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

- MS 4 Analyse en reconstructie van beelden

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

- |  |                |
|--|----------------|
| prof.dr. H.A. Lauwerier (chef)         | [TW 3]         |
| dr. N.M. Temme (souschef)              | [TW 2], [TW 4] |
| prof.dr. J.A.J. Metz (adviseur)        | [TW 3]         |
| prof.dr. O. Diekmann (wet. medewerker) | [TW 3]         |
| drs. B. Dijkhuis (wet. medewerker)     | [TW 2.4]       |
| dr.ir. J. Grasman (wet. medewerker)    | [TW 1], [TW 2] |

dr.ir. H.J.A.M. Heijmans (wet. medewerker)	[TW 3], [TW 4]
dr. J.B.T.M. Roerdink (wet. medewerker)	[TW 1.3], [TW 4]
ir. H.N.M. Roozen (wet. medewerker)	[TW 1.2]
drs. H.E. de Swart (wet. medewerker, STW)	[TW 1.1]
ir. J.A.P. Heesterbeek (wet. assistent)	[TW 3]
mw. M. van Herwijnen (stagiair)	[TW 4]
B. de Kerf (wet. assistent)	[TW 1], [TW 3]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

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

*1.1. Spectrale atmosferische modellen.* (H.E. de Swart). Een tweetal barotrope spectrale modellen van de atmosferische circulatie, bestaande uit respectievelijk zes en tien componenten, werden onderzocht. Aangetoond werd dat het tien-componenten model een 'minimum orde' systeem is, waarbij afwisselend verschillende voorkeurstoestanden in de faseruimte worden bezocht. De eindige voorspelbaarheid van het chaotische systeem werd geanalyseerd. Tevens werd het effect op een lage orde subsysteem onderzocht. Deze forceringstermen blijken een stochastische structuur te hebben, echter ze kunnen niet met eenvoudige stochastische processen worden geparаметriseerd. Rapporten hierover zijn in voorbereiding.

*1.2. Stochastische populatiedynamica.* (H.N.M. Roozen). Met behulp van asymptotiek werd een twee-dimensionaal stochastisch systeem met kleine stochastische fluctuaties geanalyseerd, dat de diffusie-benadering vormt van een dichtheidsafhankelijk geboorte-sterfte proces. Aan de rand van de toestandsruimte wordt de diffusiematrix singulier. Er zijn asymptotische uitdrukkingen afgeleid die van de exittijd de verwachtingswaarde (een maat voor de stochastische stabiliteit van het ecosysteem) en de variantie bepalen, en de kans geven van exit aan elk van de twee randen van de toestandsruimte. Een rapport hierover verschijnt begin 1987.

*1.3. Random walks op random netwerken.* (J.B.T.M. Roerdink). Het onderzoek aan stochastische wandelingen op inhomogene roosters heeft zich toegespitst op de numerieke berekening van diffusie-constanten op basis van de eerder ontwikkelde theorie. Rapporten hierover zijn in voorbereiding, deels in samenwerking met prof. K.E. Shuler (USA).

## TW 2 *Asymptotiek en toegepaste analyse*

2.1. *Asymptotiek van integralen.* (N.M. Temme). Voor een conferentie in Segovia (Spanje) over orthogonale polynomen werd een artikel geschreven over asymptotiek van Laguerre-polynomen  $L_n^\alpha(x)$  voor grote waarden van de graad. Naast een overzicht over bestaande resultaten, die deels verstopt waren in de literatuur over Whittaker-functies, werden nieuwe ontwikkelingen gegeven waarin ook de parameter  $\alpha$  onbeperkt groot mag zijn. In dat geval geeft een Hermite-polynoom het asymptotisch gedrag goed weer.

Er werden diverse eerdere artikelen omgewerkt tot hoofdstukken van een monografie over asymptotiek van integralen.

2.2. *Relaxatietrillingen.* (J. Grasman). Het onderzoek aan relaxatietrillingen werd afgerond met een manuscript voor een monograph, welke aan een uitgever aangeboden werd. In de loop van het jaar is nog een hoofdstuk uitgewerkt dat handelt over chaotische en stochastische relaxatietrillingen. Over dit gezamenlijke werk van J. Grasman en J.B.T.M. Roerdink zal een rapport verschijnen.

2.3. *Reststroming in getijgebieden.* (H.E. de Swart, prof.dr. J.T.F. Zimmerman (NIOZ/RU Utrecht)). De structuur van reststromen in een rechthoekig getijbasin gegenereerd door visceuze grenslagen langs de zijwanden, werd onderzocht als functie van twee parameters, die respectievelijk de verhouding getijexcursie-kanaallengte en visceuze grenslaagdikte - kanaalbreedte representeren. Er bleken twee regimes te onderscheiden, afhankelijk van de intensiteit van de zelfinteractiebijdrage in de restvorticiteitsbalans. Een benaderende techniek werd ontwikkeld om de reststroomstructuur voor sterke zelfinteractie te berekenen.

2.4. *Convectie-diffusie in een buis.* (B. Dijkhuis, R.A. Pasmanter (Rijkswaterstaat DGW), N.M. Temme). Wanneer een oplosbare stof wordt geïnjecteerd in een stromende vloeistof, zoals bijvoorbeeld gebeurt bij lozingen in een rivier, blijkt er een groot verschil te zijn tussen het verspreidingspatroon in het allereerste begin en dat na langere tijd. Om een beter inzicht te verkrijgen in dit verschijnsel wordt een eenvoudig model bestudeerd, waarbij we te doen hebben met een Poiseuillestroming in een oneindig lange cylinder. Uit de literatuur zijn analytische benaderingsmethoden bekend voor kleine tijden en voor grote tijden. Het is onze bedoeling om ook voor het intermediaire gebied een geschikte analytische approximatie te vinden.

De convectie-diffusievergelijking voor dit model blijkt na toepassing van een tweezijdige Laplace-transformatie naar de lengtecoördinaat en na afsplitsing van het tijdsgedrag gereduceerd te kunnen worden tot de Schrödinger-vergelijking voor de harmonische oscillator op een cirkelschijf. Onderzocht wordt nu hoe de eigenwaarden en de eigenfuncties afhangen van de sterkte van de oscillator.

2.5. *Lokaliseerbaarheid in de quantumtheorie.* (B. Dijkhuis). Bewezen werd dat operaties, die als gelokaliseerd zijn te beschouwen in de zin van Newton en Wigner, niet voldoen aan de eis van Einstein-causaliteit.

*TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica*

De Springer Lecture Notes in Biomathematics 68 *The Dynamics of Physiologically Structured Populations* (J.A.J. Metz & O. Diekmann, eds.) verscheen in augustus 1986. Naast een systematische uiteenzetting over modelbouw en wiskundige theorie bevat dit boek een aantal bijdragen van biologen over specifieke toepassingen, veelal een nadere uitwerking van een voordracht tijdens het in 1983 op het CWI gehouden gelijknamig colloquium.

Een tweede hoogtepunt betrof de internationale *Workshop on Models for Physiologically Structured Populations* die van 1-5 september op het NIOZ te Den Burg, Texel werd gehouden. Tijdens deze workshop deed een zeer geëleerd gezelschap (variërend van vrij zuiver-wiskundigen tot vooral experimenteel ingestelde biologen) een geslaagde poging om communicatiebarrières te slechten. Zodoende werd de weg vrij gemaakt voor samenwerkingsprojecten waarbij biologie en wiskunde elkaar inspireren en versterken.



*Deelnemers aan de internationale workshop 'Models for physiologically structured populations' genieten van een wandeling langs het strand van het eiland Texel.*

Naast een korte schets van dit project [AM-R8601] werd geschreven over de rechtvaardiging van modelbenaderingen middels de Trotter-Kato-stelling [AM-R8603] en over de wiskundige aspecten van het *Daphnia*-model [AM-R8609].

Wiskundig gezien werd vooral aandacht besteed aan storingstheorie voor duale halfgroepen. Het eerste artikel van een geplande serie [AM-R8605] behandelt het zon-reflexieve geval, waarin de wiskundige structuur relatief eenvoudig is. De toepassing van deze theorie op functionaal-differentiaalvergelijkingen werd uitgewerkt door O. Diekmann [AM-R8604], terwijl H.J.A.M. Heijmans liet zien dat de theorie ook voor controle-problemen een eenvoudig en handig kader schept [AM-R8607].

H.A. Lauwerier publiceerde met J.A.J. Metz een artikel over Hopf-bifurcatie in een gast-parasietmodel. In een ander artikel onderzocht hij een iteratieve afbeelding, waarvan door de eenvoudige modelkeuze in termen van elementaire functies, veel details over de aard van de vreemde aantrekker, etc. verkregen konden worden.

S.M. Verduyn Lunel gaf een overzicht van de door hem met behulp van complexe functietheorie behaalde resultaten over de structuur van de oplossingsoperator van lineaire functionaal-differentiaalvergelijkingen [AM-R8606].

In februari rondde J.A.P. Heesterbeek zijn stage aan de afdeling af. Het verrichte onderzoek betrof de analyse van bepaalde gedegeneerde eerste orde partiële differentiaalvergelijkingen met behulp van (duale) halfgroepentheorie.

H.J.A.M. Heijmans en J.A.P. Heesterbeek werkten aan een uitbreiding van een singuliere storingstelling van Tykhonov naar zekere oneindig dimensionale systemen.

J.A.P. Heesterbeek en B. de Kerf onderzochten de dynamica van een epidemiemodel, waarin een stelsel differentiaalvergelijkingen (dat niet expliciet oplosbaar is) gekoppeld is aan een stelsel differentievergelijkingen. De dynamica blijkt rijker te zijn dan die van het volledig continue en het volledig discrete model afzonderlijk, die via limietovergangen uit het gemengde model verkregen kunnen worden.

#### *TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden*

Tezamen met de afdeling Mathematische Statistiek werd in de *Werkgroep Analyse van Beelden* aandacht besteed aan diverse aspecten van beeldverwerking, met name aan de mathematische morfologie. Daarnaast werden een themadag en *Colloquium Beeldverwerking: theorie en praktijk* georganiseerd, waarin door sprekers van binnen en buiten het CWI een overzicht werd gegeven van de wiskundige aspecten alsmede de toepassingen van beeldverwerking- en reconstructie. Ook zijn er vele contacten gelegd met wiskundigen en toepassingsgerichte onderzoekers uit wetenschap, techniek en industrie.

M. van Herwijnen vervulde in de tweede helft van 1986 een stage op de afdeling met de 'mathematische morfologie' als onderwerp. Begin 1987 zal zij aan de Universiteit van Amsterdam op dit onderwerp afstuderen. Door bovenstaande activiteiten, alsmede bestudering van de literatuur, is eind 1986 een onderzoeksplan geformuleerd voor 1987 en volgende jaren. De



voornaamste aandachtspunten zullen in eerste instantie de volgende zijn: (i) reconstructie van NMR-beelden, in samenwerking met Philips Medical Systems, (ii) mathematische morfologie, (iii) inverse verstrooiing en beeldverwerking van seismische data in samenwerking met Koninklijke/Shell Exploratie en Productie Laboratorium te Rijswijk. Daarnaast wordt gestreefd naar spoedige introductie van beeldverwerkingsapparatuur. Tenslotte wordt gewerkt aan een CWI Syllabus waarin een aantal wiskundige aspecten uit de beeldverwerking op systematische wijze uiteengezet wordt.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Symposia*

*Een beeld van een toegepast wiskundige.* Ter gelegenheid van het vertrek per 31 augustus van J. Grasman werd op 29 augustus een afscheidssymposium gehouden. Sprekers waren ex-collega's van Grasman en het programma luidde als volgt:

- dr. H. Bavinck (TU Delft): Toepassing van de complexe functietheorie bij gradiëntspoelen voor een ijzermagneet ten behoeve van kernspinafbeelding.
- dr. M.J.W. Jansen (ITI, TNO, Delft): Kriging, splines en stochastische differentiaalvergelijkingen.
- dr. E.M.J. Veling (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Leidschendam): Grondwatervervuiling en Airyfuncties.
- dr. G.M. Willems (RU Limburg): Ellipso-metrische bepaling van eiwitadsorptie aan macroscopische oppervlakken; Transportsnelheden en beperkte adsorptie-kinetiek.

##### *Colloquia*

*Themadag Beeldverwerking: theorie en praktijk.* Deze bijeenkomst werd gehouden op 15 mei ter voorbereiding van het erop volgende colloquium. De sprekers waren:

- ir. J.J. Gerbrands (Afd. Elektrotechniek, TU Delft): Inleiding digitale beeldverwerking.
  - dr.ir. B.M. ter Haar Romeny (Afd. Röntgendiagnostiek, AZ Utrecht): Beeldverwerking in de klinische praktijk: enige voorbeelden met achtergronden en implementatie.
  - ir. A.C.M. Gieles (Centrum voor Fabrikage Technieken, Philips, Eindhoven): Industriële toepassingen van beeldverwerking.
  - prof.dr. J.S. Ploem (Lab. voor Histo- en Cytochemie, RU Leiden): Automatische herkenning van cellen.
- Tevens werden er demonstraties van beeldbewerkingsapparatuur verzorgd.

*Beeldverwerking: theorie en praktijk.* Tijdens dit gezamenlijk met de afdeling Mathematische Statistiek georganiseerde colloquium werd aandacht besteed aan wiskundige aspecten en toepassingen van beeldverwerking- en reconstructie. Er waren vijf bijeenkomsten.

Het programma van 18 september:

- J.B.T.M. Roerdink (CWI): Enkele wiskundige aspecten van lineaire filters.
- F.C.A. Groen (Technische Natuurkunde, TU Delft): Niet-lineaire filters en hun toepassingen.
- M. Stapper (Elektrotechniek, TU Eindhoven): Een niet-lineaire filter-algoritme ter verwijdering van ruis uit afbeeldingen en werkend op een personal computer.
- J.M. Thijssen (Instituut voor Oogheelkunde, KU Nijmegen): Bewerking en analyse van echografische beelden.
- G.J. Prangma (KNMI, De Bilt): Beeldverwerking in de meteorologische en oceanografische praktijk?

Het programma van 9 oktober:

- H.J.A.M. Heijmans (CWI): Enkele aspecten van de mathematische morfologie à la Serra.
- R. van den Boomgaard (Technische Natuurkunde, TU Delft): Drempelfilters: analyse van percentiefilters met enige toepassingen voor structuurherkenning.
- L. Barendregt (ITI-TNO, Delft): De discrete cosinustransformatie vergeleken met de Karhunen-Loève-transformatie.
- R.J. van Munster (Technisch Fysische Dienst, TNO-TU Delft): Snelle implementatie van binaire omgevingsoperaties en hun toepassingen.
- A. Smeulders (Medische Informatica, VU Amsterdam): De anisotropie van het 2D-raster.

Het programma van 30 oktober:

- G.J.J. Gerritse (Mathematisch Instituut, KU Nijmegen): Mathematische morfologie à la Serra, deel 2: Beelden met meer dan twee grijswaarden.
- P. van Oostveldt (Laboratorium voor Biochemie, RU Gent, België): Kwantitatieve morfologische en densitometrische analyse van botanische preparaten.
- J. du Buf (Instituut voor Perceptie Onderzoek, Eindhoven): Visuele waarneming van spatiale patronen.
- U.J. Schwarz (Kapteyn Laboratorium, Groningen) en A.G. de Bruyn (Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg, Dwingelo): Beeldverwerkingsproblematiek in de radiosterrenkunde.
- W. Keegstra (Biochemisch Laboratorium, RU Groningen): Verwerking en klassificering van beelden van biomacromoleculen.

Het programma van 20 november:

- R.D. Gill (CWI): Statistiek in de beeldanalyse en de statistische analyse van

beelden.

P.A. Devijver (Philips Research Laboratorium, Brussel, België): Maximum likelihood parameter estimation in hidden Pickard random field image models.

P.A. Burrough (Instituut voor Ruimtelijke Analyse, RU Utrecht): De noodzaak voor nieuwe wiskundige methoden voor het analyseren van geografische informatie.

P. Duinker (Facultaire Vakgroep Informatica, Universiteit van Amsterdam): Beeldverwerkingssystemen gebaseerd op parallele computer architectuur.

J.J. Koenderink (Fysisch Laboratorium, RU Utrecht): Multi-resolutiemethoden in de beeldverwerking.

Het programma van 11 december:

N.M. Temme (CWI): De Radontransformatie in twee en drie dimensies.

M.A. Viergever (Faculteit der Wiskunde en Informatica, TU Delft): Discrete methoden voor medische beeldreconstructie.

J. Smith (Medische Fysica, AMC, Amsterdam) en

W.H. Lamers (Anatomie/Embryologie, AMC, Amsterdam): Computer-ondersteunende 3D-modellering van vorm en vormveranderingen van biomedische objecten.

L.J.Th.O. van Erning (Instituut voor Radiodiagnostiek, KU Nijmegen): Digitale beeldverwerking in de radiodiagnostiek.

J.A. Kaandorp (CWI): Interactieve generatie van fractals.

*Halfgroependag.* Op 28 april organiseerde O. Diekmann en H.J.A.M. Heijmans een *Halfgroependag*. Sprekers waren:

C.A. Timmermans (TU Delft): Semigroups and saturation in approximation theory.

H.J.A.M. Heijmans (CWI): Perturbing dual semigroups.

S. Angenent (RU Leiden): Generating analytic semigroups and exponential decay of eigenfunctions.

J.A. van Casteren (UI Antwerpen): Markov processes and Green's functions.

S.M. Verduyn Lunel (Philips AT&T, Hilversum): Semigroups of operators corresponding to Volterra convolution equations.

*Voordrachtenserie over Ruimtelijke uitbreiding van epidemieën.* Door prof.dr. J.C. Zadoks (Fytopathologie, LU Wageningen), drs. F. van den Bosch (Theoretische Biologie, RU Leiden) en ir. J.A.P. Heesterbeek werd op 18 februari een aantal voordrachten met discussie over de *Ruimtelijke uitbreiding van epidemieën* georganiseerd in de Landbouwniversiteit Wageningen.

### *Werkgroepen*

*Analyse van Beelden.* Door deze werkgroep, die gezamenlijk met de afdeling Mathematische Statistiek wordt georganiseerd, is voornamelijk aandacht besteed aan het boek *Image Analysis and Mathematical Morphology* van Serra (1982). Daarnaast zijn aan de orde geweest: stochastische relaxatie, statistische beeldrestauratie en positon-emissietomografie.

*Biomathematica.* In 1986 werd een begin gemaakt met een serie bijeenkomsten over compartimentenmodellen en de wiskundige methoden die daarbij toegepast worden. De volgende onderwerpen werden behandeld:

- Eenvoudige compartimentenmodellen voor nieuwkomers: aannamen en eigenschappen (J.A.J. Metz).
- Het beschrijven van bloed-alcohol curves met behulp van compartimentenmodellen (M. Wedel).
- Identificeerbaarheid van compartimentenmodellen (J.H. van Schuppen).
- Toxicokinetiek van het insecticide methomyl in insekten (W. Welling, P. Goedhart, M.J.W. Jansen en A. Keen).
- Bezwaren tegen compartimentenmodellen en een alternatief (M.E. Wise).
- Statistische methoden voor het schatten van parameters in een compartimentenmodel (S.A. van de Geer).

De serie wordt in 1987 voortgezet.

Tijdens de gebruikelijke bijeenkomsten van de werkgroep werden de volgende onderwerpen behandeld:

- Three ways to start or stop a cardiac oscillator (M. Guevara).
- A generalized transition probability model of the cell cycle (J. Grasman).
- Lopende golffronten en hartkamerfibrillatie (J.N. Herbschleb).
- Optimale en evolutionaire stabiele spreidingsfracties in fluctuerende milieus (J. Val).
- Deterministische cellulaire automaten (A. Lindenmayer).
- Stochastische cellulaire automaten-modellen voor exciteerbare media (A.J. Noest).
- Information theory and ecological networks (H. Hirato).

*Workshop on Models for Physiologically Structured Populations.* Door O. Diekmann en J.A.J. Metz werd de 1986 Texel *Workshop on Models for Physiologically Structured Populations* georganiseerd. De workshop werd van 1-5 september gehouden in het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) te Den Burg, Texel. Financiële steun kwam van ZWO, de KNAW, de RU Leiden en het CWI. Er waren 33 deelnemers waaronder 20 buitenlanders.

## 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.

*Rendement van leningen.* (B. Dijkhuis). Voor een financieel bemiddelingsbureau werd een programma gemaakt voor het berekenen van het rendement van een lening.

## DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Mark Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Universiteit van Amsterdam, maandelijks: J.B.T.M. Roerdink.

*Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*, Universiteit van Amsterdam, maandelijks: B. Dijkhuis.

*Werkgroep Algemene Circulatie en Klimaatschommeling*, KNMI, de Bilt tweemaal per maand: H.E. de Swart.

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april: H.J.A.M. Heijmans (voordracht).

*Werkbezoeken Chalmers University of Technology en University of Göteborg* (prof. P. Jager, dr. O. Herman), Zweden, 10-18 april: H.J.A.M. Heijmans (5 voordrachten over de theorie van  $C_0$ -halfgroepen).

*Werkbezoek University of Tennessee*, Knoxville, USA, 14-25 april: N.M. Temme (3 voordrachten).

*Jubileumcongres 40 jaar FOM*, Utrecht, 15 april: B. Dijkhuis.

*Werkbezoek Southern Methodist University*, Dallas, USA, 26-30 april: N.M. Temme (voordracht).

*NATO Advanced Research Workshop Dynamics of Infinite Dimensional Systems*, Lissabon, Portugal, 19-24 mei: O. Diekmann (voordracht).

*International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, België, 21-26 juli: N.M. Temme (voordracht).

*Werkbezoek Geophysical Fluid Dynamics Laboratory*, Princeton, NJ, USA, 19 augustus: H.E. de Swart.

*Werkbezoeken Harvard University, Dept of Planetary Physics en Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, MA, USA, 25 augustus: H.E. de Swart (voordracht).

*Werkbezoek McGill University, Dept. of Meteorology*, Montreal, Canada, 29 augustus: H.E. de Swart (voordracht).

*Workshop on Models for Physiologically Structured Populations*, Texel, 1-5 september: O. Diekmann, J.A.P. Heesterbeek, H.J.A.M. Heijmans.

*EUSIPCO 86, Third European Signal Processing Conference*, Den Haag, 3-5 september: J.B.T.M. Roerdink.

- NATO ASI conference 'Mathematics and Computer Science Medical Imaging'*, 21 september-4 oktober: Il Ciocco, Italië, J.B.T.M. Roerdink.
- 2nd International Symposium on Orthogonal Polynomials and their Applications*, Segovia, Spanje, 22-27 september: N.M. Temme (voordracht).
- Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 6-7 oktober: B. Dijkhuis, N.M. Temme.
- Werkbezoek Uniwersytet Jagiellonski*, Krakow, Polen, 12-24 oktober: N.M. Temme (2 voordrachten).
- Werkbezoek Helsinki University of Technology*, (prof. S.O. Londen, dr. M. Gyllenberg), Finland, 15-19 december: O. Diekmann (voordracht).

#### 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.

- M. Guevara (McGill University, Montreal, Canada), 10 januari: Three ways to start or stop a cardiac oscillator.
- J.J. Tyson (VPISU, Blacksburg, USA), 6 februari.
- B. Fiedler (Heidelberg, BRD), 18 maart.
- J.P. Coleman (University of Durham, UK), 21 maart: Polynomial approximation in the complex plane.
- S. Ushiki (Kyoto, Japan), 9 juni: Fractal objects in complex dynamical systems.
- H. Hirata (Chiba University, Japan), 20 juni: Information theory and ecological networks.
- K.E. Shuler (University of California, San Diego, USA), 21 juli- 8 augustus.
- M. Gyllenberg (Helsinki University of Technology, Finland), 17 juni en 8-10 september.
- B. Zwahlen (EPFL Lausanne, Zwitserland), 9 december: Cooperative systems and global stability, an example from biology.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- O. Diekmann: Perturbed dual semigroups and delay equations. *NATO Advanced Research Workshop Dynamics of Infinite Dimensional Systems*, Lissabon, Portugal, 22 mei.
- O. Diekmann: Over lopende vuurtjes en messen die aan twee kanten snijden. *Algemeen Biologie Colloquium*, RU Leiden, 27 juni.
- O. Diekmann: An invitation to the semigroup formalism. *Workshop on Models for Physiologically Structured Populations*, Texel, 3 september.
- O. Diekmann: Dynamics in bio-mathematical perspective. *Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 7 oktober.
- O. Diekmann, J.A.J. Metz: Een dialoog over een krachtige bastaard.

- Inaugurale rede*, RU Leiden, 14 november.
- O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups. Helsinki University of Technology, Finland, 18 december.
- J.A.P. Heesterbeek: Ruimtelijke uitbreiding van epidemieën: klein, groter, grootst, LU Wageningen, 18 februari.
- H.J.A.M. Heijmans: Storingstheorie voor duale halfgroepen. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- H.J.A.M. Heijmans: Lectures on strongly continuous semigroups. Voordrachtencyclus, Chalmers University of Technology and University of Göteborg, Zweden, 10-18 april.
- H.J.A.M. Heijmans: Perturbing dual semigroups. *Halfgroependag*, CWI, Amsterdam, 28 april.
- H.J.A.M. Heijmans: Structured populations and the dynamics of semigroup theory. *Workshop on Models for Physiologically Structured Populations*, Texel, 1 september.
- H.J.A.M. Heijmans: Enkele aspecten van de mathematische morfologie à la Serra. *Colloquium Beeldverwerking: theorie en praktijk*, CWI, Amsterdam, 9 oktober.
- J.B.T.M. Roerdink: Enkele wiskundige aspecten van lineaire filters. *Colloquium Beeldverwerking: theorie en praktijk*, CWI, Amsterdam, 18 september.
- H.E. de Swart: Effect of stochastic perturbations on a low-order spectral model of the atmospheric circulation. Harvard University, Cambridge, MA, USA, 25 augustus.
- H.E. de Swart: A minimum order deterministic atmospheric spectral model with vacillation behaviour. McGill University, Montreal, Canada, 29 augustus.
- H.E. de Swart: Spectrale modellen van de atmosferische circulatie. Bijeenkomst Chr. Huygens studiegroep, CWI, Amsterdam, 17 september.
- N.M. Temme: Uniform asymptotic expansions of Laplace type integrals. University of Tennessee, Knoxville, USA, 16 april en Southern Methodist University, Dallas, USA, 19 april.
- N.M. Temme: Computational aspects of the incomplete gamma functions. *International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, België, 21 juli.
- N.M. Temme: Laguerre polynomials: asymptotics for large degree. *2nd International symposium on Orthogonal Polynomials and their Applications*, Segovia, Spanje, 26 september.
- N.M. Temme: Research on applied analysis at CWI. Uniwersytet Jagiellonski, Krakow, Polen, 16 oktober.
- N.M. Temme: De Radontransformatie in twee en drie dimensies. *Colloquium Beeldverwerking: theorie en praktijk*, CWI, Amsterdam, 11 december.

## PUBLIKATIES

*Rapportenseries*

- AM-R8601 O. DIEKMANN. *On the mathematical sythesis of physiological and behavioural mechanisms and population dynamics.*
- AM-R8602 H. ROOZEN. *Equilibrium and extinction in stochastic population dynamics.*
- AM-R8603 H.J.A.M. HEIJMANS, J.A.J. METZ. *Small parameters in structured population models and the Trotter-Kato theorem.*
- AM-R8604 O. DIEKMANN. *Perturbed dual semigroups and delay equations.*
- AM-R8605 PH. CLÉMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME. *Perturbation theory for dual semigroups. 1. The sun-reflexive case.*
- AM-R8606 S.M. VERDUYN LUNEL. *Complex analytical methods in RFDE theory.*
- AM-R8607 H.J.A.M. HEIJMANS. *Semigroup theory for control on sun-reflexive Banach spaces.*
- AM-R8608 JIANG FURU. *Necessary conditions for resonance in turning point problems for ordinary differential equations.*
- AM-R8609 H.R. THIEME. *Well-posedness of physiologically structured population models for Daphnia magna.*
- AM-R8610 N.M. TEMME. *Laguerre polynomials: asymptotics for large degree.*
- AM-N8602 H. ROOZEN. *Numerical construction of rays and confidence contours in stochastic population dynamics.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- T1 F. VAN DEN BOSCH, O. DIEKMANN (1986). Interactions between egg-eating predator and prey: the effect of the functional response and of age structure. *IMA J. Math. Appl. Med. Biol.* 3, 53-69.
- T2 O. DIEKMANN (1986). Dynamics in bio-mathematical perspective. M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.). *Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam, 23-50.
- T3 O. DIEKMANN (1986). The cell size distribution and semigroups of linear operators. J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Chapter II, Springer-Verlag, 46-77.
- T4 O. DIEKMANN, H.J.A.M. HEIJMANS (with contributions by F. VAN DEN BOSCH) (1986). Nonlinear dynamical systems, worked examples, perspectives and open problems. J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Chapter VI, Springer-Verlag, 203-243.
- T5 O. DIEKMANN, R.M. NISBET, W.S.C. GURNEY, F. VAN DEN BOSCH (1986). Simple mathematical models for cannibalism: a critique and a new



- approach. *Math. Biosc.* 78, 21-46.
- T6 O. DIEKMANN, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME (1986). On the stability of the cell size distribution. II: Time-periodic developmental rates. *Comp. & Maths. with Appls.* 12A, 491-512.
- T7 J.J.C. GEERLINGS, J. LOS, J.P. GAUYACQ, N.M. TEMME (1986). Charge transfer in atom-surface collisions. On the validity of the semi-classical approximation. *Surface Science* 171, 257-268.
- T8 M. GYLLENBERG (1986). The size and scar distributions of the yeast *Saccharomyces cereverisae*. *J. Math. Biol.* 24, 81-101.
- T9 H.J.A.M. HEIJMANS (1986). The dynamical behaviour of the age-size distribution of a cell population. J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Chapter V, Springer-Verlag, 185-202.
- T10 H.J.A.M. HEIJMANS (1986). Structured populations, linear semigroups, and positivity. *Math. Z.* 191, 599-617.
- T11 H.J.A.M. HEIJMANS (1986). Markov semigroups and structured population dynamics. R. NAGEL, U. SCHLOTTERBECK, M.P.H. WOLFF (eds.). *Aspect of Positivity in Functional Analysis*, North-Holland, Amsterdam, 199-208.
- T12 J.J.E. VAN DER MEER (1986). The influence of a geographical barrier on the balance of selection and migration. *Math. Meth. in the Appl. Sci.* 8, 269-283.
- T13 J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (1986). A gentle introduction to structured population models: three worked examples. J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Chapter I, Springer-Verlag, 3-45.
- T14 J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (1986). Formulating models for structured populations, J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Chapter III, Springer-Verlag, 78-135.
- T15 J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (1986). Age dependence. J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Chapter IV, Springer-Verlag, 136-184.
- T16 N.M. TEMME (1986). Traces to Tricomi in recent work on special functions and asymptotics of integrals. *Mathematical Analysis, Teubner Texte zur Mathematik* 79, 236-249.
- T17 N.M. TEMME (1986). A double integral containing the modified Bessel function: asymptotics and computation. *Mathematics of Computation* 47, 683-691.
- T18 N.M. TEMME (1986). Uniform asymptotic expansion for a class of polynomials biorthogonal on the unit circle. *Constructive Approximation* 2, 369-376.
- T19 H.R. THIEME (1986). A differential-integral equation modelling the dynamics of populations with a rank structure. J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Part B, Topic V, Springer-Verlag, 496-511.

- T20 J.J. TYSON, O. DIEKMANN (1986). Sloppy size control of the cell division cycle. *J. Theor. Biol.* 118, 405-426.
- T21 S.M. VERDUYN LUNEL (1986). A sharp version of Henry's theorem on small solutions. *J. Diff. Equ.* 62, 266-274.
- T22 H.A. LAUWERIER (1986). The structure of a strange attractor. *Physica 21 D*, 146-154.
- T23 H.A. LAUWERIER, J.A.J. METZ (1986). Hopf bifurcation in host-parasitoid models. *IMA J. Math. Appl. in Med. & Biol.* 3, 191-210.

*Overige publikaties*

- T24 H.J.A.M. HEIJMANS (1986). *Lectures on Strongly Continuous Semigroups*, Research Report 1986:15, Department of Mathematics, Chalmers University of Technology and University of Göteborg.
- T25 J.A.J. METZ, O. DIEKMANN (eds.) (1986). *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*, Lecture Notes in Biomathematics 68, Springer-Verlag, XII+511p.

# Verslag van de Afdeling Mathematische Statistiek

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

### MS 1 Semiparametrische statistiek

- 1.1 Semiparametrische schattingstheorie
- 1.3 Stochastische censurering
- 1.4 Bootstrapmethoden
- 1.5 Order statistics
- 1.6 Statistiek voor steekproefuitersten

### MS 2 Stochastische processen

- 2.1 Stochastische processen en hun toepassingen in de fysica
- 2.2 Statistische analyse van stochastische processen
- 2.3 Statistische analyse van verkeersstromen

### MS 3 Toegepaste Statistiek

- 3.2 Breukpuntmethoden
- 3.3 Statistiek voor stochastische modellen in de biologie
- 3.4 Statistische consultatie
- 3.5 Statistische analyse van beeldgegevens
- 3.6 Classificatie van chromosomen bij 'slit-scan flow cytometry'

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

prof.dr. R.D. Gill (chef)	[MS 1.1], [MS 1.3], [MS 3.4], [MS 3.5], [MS 3.6]
dr. R. Helmers (souschef)	[MS 1.4], [MS 1.5], [MS 1.6], [MS 3.4]
dr. H.C.P. Berbee (wet. medewerker)	[MS 2.1], [MS 3.5]
drs. A.L.M. Dekkers (wet. medewerker)	[MS 1.6], [MS 3.4]
dr. K.O. Dzhaparidze (wet. medewerker)	[MS 1.1], [MS 2.2]
mw.drs. S.A. van de Geer (wet. medewerker)	[MS 3.2], [MS 3.3]
mw.drs. C.C. Heesterman (wet. medewerker)	[MS 1.1], [MS 1.3]
drs. A.P. van der Plas (wet. medewerker)	[MS 2.2], [MS 3.4]
prof.dr. A. Verbeek (wet. medewerker)	[MS 3]
drs. E.A.G. Weits (STW-medewerker)	[MS 2.3]
mw. M.J. Rottschäfer (wet. assistent)	[MS 3.4], [MS 3.5]
M.M. Voors (wet. assistent)	[MS 3.4]
prof.dr. P. Groeneboom (adviseur)	[MS 2.3]
prof.dr. L.F.M. de Haan (adviseur)	[MS 1.6], [MS 3.4]
dr. J. Smith (gastmedewerker)	
prof.dr. T.A. Louis (gastmedewerker)	
dr. E. Valkeila (gastmedewerker)	
drs. A. Hoogendoorn (verv. dnst.)	[MS 3.4]
P.E. ter Burg (stagaire)	[MS 1.4]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*MS 1 Semiparametrische statistiek*

*1.1. Semiparametrische schattings­theorie* (K.O. Dzhaparidze, R.D. Gill, C.C. Heesterman). Het onderzoek van K.O. Dzhaparidze over eigenschappen van de Cox-schatter voor de intensiteitsparameter van een multivariaat telproces werd voortgezet. Dit leidde tot een herziene en uitgebreide versie van rapport MS-R8505, van eerder werk over dit onderwerp. Bij dit onderzoek werd gebruik gemaakt van de resultaten over LAN ('Local Asymptotic Normality') voor telprocessen, voltooid in het rapport [MS-R8606]. K.O. Dzhaparidze nam deel aan de *First World Congress of Bernoulli Society* in Tashkent (USSR) en hield er een voordracht over optimaliteitseigenschappen van de Cox-schatter.

Door R.D. Gill werd gewerkt aan de toepassing van Hadamard differentieerbaarheid bij niet-parametrische meest-aannemelijkheidsschatters (NPMLE's). Eerste resultaten werden vastgelegd in rapport [MS-R8604]. In dit rapport werd aangetoond dat een aantal bekend NPMLE's Hadamard differentieerbare functionalen van de empirische verdelingsfunctie zijn, zodat hun asymptotische verdeling met behulp van de von Mises-calculus af te leiden is. Een begin werd gemaakt met het bestuderen van de efficiency van zulke schatters.

Het ziet er naar uit dat een stelling van de volgende vorm te bewijzen zal zijn: als een NPMLE een Hadamard differentieerbare functionaal van de empirische verdelingsfunctie is, dan is zijn asymptotische efficiency ook

gewaarborgd. Een negatief resultaat is echter dat het zelden mogelijk zal zijn, differentieerbaarheid door toepassing van de impliciete functie stelling af te leiden, daar bovengenoemde functionalen in de regel niet *continue* differentieerbaar zijn. Over deze resultaten werd gerapporteerd, onder meer in de *Statistik Tagen* in Heidelberg (BRD) en in het *Seminarium von Mises en NPMLE* dat in samenwerking met RU Leiden werd gehouden.

Het onderzoek van C.C. Heesterman dat tot doel heeft nieuwe technieken uit de semiparametrische schattingstheorie toe te passen in een model voor afhankelijke overlevensduren ontwikkeld in de biostatistiek door D. Clayton en J. Cuzick heeft in het verslagjaar weinig voortgang gevonden (zie ook MS 1.3).

Nieuwe resultaten van P.J. Bickel (Berkeley, USA) over het model van Clayton & Cuzick voor afhankelijke overlevingsduren verschenen in het rapport [MS-R8614], waarin, onder redacteurschap van R.D. Gill en M.M. Voors, de artikelen en discussies uit de door R.D. Gill georganiseerde sessie over semiparametrische modellen in de 1985 ISI-conferentie herdrukt werden. In dit rapport verscheen ook een herziene versie van rapport MS-R8505 van K.O. Dzhapharidze, over efficiency van schatters in een generalisatie (zie ook MS 2.2) van het Cox-regressiemodel voor gecensureerde overlevingsduren.

R.D. Gill organiseerde ook een lezingenmiddag over semiparametrische modellen voor de Sectie Mathematische Statistiek van de Vereniging voor Statistiek, waarin voordrachten werden gehouden door P. Green (Durham), N.L. Hjort (Oslo) en A. van der Vaart (RU Leiden).

In het verslagjaar verscheen ook rapport [MS-R8603] van R.D. Gill en J.A. Wellner (Seattle) over het model van 'selection bias', waarin een aantal op bekende wijze gewogen steekproeven uit een onbekende verdeling worden gecombineerd. In samenwerking met T.A. Louis (Harvard; tijdelijk CWI) werd begonnen met een onderzoek naar niet-parametrische mengselmodellen. Tenslotte was R.D. Gill mede-aanvrager van een landelijk SMC-project *Statistische modellen met grote parameter-ruimte* (hoofdaanvrager: F.H. Ruymgaart (KU Nijmegen)), waarin tevens onderzoekers uit de Universiteit van Amsterdam, VU Amsterdam en RU Leiden zullen participeren.

*1.3. Stochastische censurering.* (R.D. Gill, C.C. Heesterman). Een samenwerking met F. Willekens en N. Keilman van het Nederlands Interuniversitair Demografisch Instituut leidde tot het verschijnen van het artikel [S2] en het rapport [S8], waarin de statistische analyse van over tijd en individuen geaggregeerde waarnemingen van een Markov-proces worden bestudeerd. De twee publikaties zijn bestemd voor een mathematisch statistisch c.q. demografisch publiek. Tot dusver werd dit type vaak voorkomende geaggregeerde gegevens ('occurrences but no exposures') met behulp van ad hoc interpolatie methoden bestudeerd, welke soms tot schattingen van overgangskansen leiden die buiten

het interval  $[0,1]$  liggen.

Twee werkbezoeken werden gebracht aan de Statistical Research Unit in Kopenhagen, in het kader van het schrijven van het boek *Statistical Models for Counting Processes* met twee Deense en een Noorse co-auteur. Eerdere resultaten van deze samenwerking werden vastgelegd in een artikel [S1] over toetsen voor een constante uitvalsintensiteit in het multiplicatieve intensiteitsmodel voor een telproces.

Met S. Johansen (Kopenhagen, Denemarken) werd verder gewerkt aan een overzichtsartikel over produkt integralen, die veel toepassingen hebben in de 'survival analysis' (de analyse van overlevingsduren) en in de statistische analyse van Markov-processen en telprocessen. Een groot gedeelte van het eerder genoemde boek zal op deze resultaten gebaseerd zijn.

Ook met N. Keiding (Kopenhagen, Denemarken), een van de mede-auteurs van het boek, is een samenwerking gestart over het model van links-getrunkeerde gegevens. Met verricht waarnemingen uit een bivariate verdeling van twee reële en onafhankelijke stochasten  $X$  en  $U$ , *voorwaardelijk* op de gebeurtenis  $U < X$ . Dit model is recent naar voren gekomen in de literatuur over de analyse van metingen aan de helderheid van sterren, die alleen waargenomen kunnen worden als hun absolute intensiteit  $X$  groter is dan, na afstandscorrectie, de (variable) achtergrondstraling  $U$ . Er zijn vele parallellen, maar ook enkele sterke contrasten, met de analyse van *gecensureerde* gegevens. Tot nu toe is van deze parallel geen gebruik gemaakt en is het model met klassieke methoden geanalyseerd, waarbij veel ondoorzichtig rekenwerk nodig is. Een artikel is in voorbereiding, waarin aangetoond wordt dat een eenvoudige analyse met telproces methoden mogelijk is, nadat de equivalentie van het model met een bepaald Markov-proces model bewezen is. Een voordracht over het onderzoek werd gehouden op een bijeenkomst in Oberwolfach (BRD) over de statistische analyse van stochastische processen.

C.C. Heesterman begon aan een grondige en kritische inventarisatie van de tot nu toe door verschillende auteurs ontwikkelde modellen en gevonden resultaten omtrent het Clayton & Cuzick model voor afhankelijke overlevingsduren waarover in 1987 gerapporteerd zal worden. Vervolgens zal het onderzoek naar en de analyse van modellen die afhankelijkheid weergeven in de vorm van een z.g. 'multiplicative frailty' worden voorgezet. Hierbij zal het werk van J. REEDS (1976): *On the Definition of von Mises functional* (PH.D. Thesis, Harvard) een belangrijke bron van inspiratie vormen.

Met epidemiologen van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne is een serie van verkennende discussiebijeenkomsten gehouden, waarin de mogelijke toepassing van nieuwe uit de Verenigde Staten afkomstige statistische methoden voor de analyse van overlevingsduren in 'case-control' en 'case-cohort' studies in Nederlands epidemiologisch onderzoek is bestudeerd. Het gaat om methoden waarbij prospectieve en retrospectieve gegevens gecombineerd moeten worden; d.w.z. men beschikt over waarnemingen uit een bepaald stochastisch proces zowel onvoorwaardelijk als voorwaardelijk op bepaalde gebeurtenissen in dat proces.

*1.4. Bootstraphethoden.* (R. Helmers, P.E. ter Burg). Het onderzoek van R. Helmers naar de asymptotische eigenschappen van bootstrapschatters van de verdelingsfunctie van gestudentiseerde statistische grootheden werd in het verslagjaar voortgezet en leidde tot een uitgebreide versie van een eerder geschreven manuscript. De resultaten zullen begin 1987 worden vastgelegd in een CWI rapport. Over het onderzoek werd gerapporteerd, onder meer op de *Sixth Pannonian Symposium on Mathematical Statistics* en in een *Workshop on Capitalization on Chance and Sample Reuse Methods*.

In het kader van een stage Mathematische Statistiek voor de VU Amsterdam werd een onderzoek verricht door P.E. ter Burg naar de jackknife, de bootstrap en de delta methode schatters voor de onzuiverheid en de variantie van schatters. Hoewel deze drie schattingsmethoden, onder ruime voorwaarden, asymptotisch equivalent zijn, bleek het mogelijk d.m.v. een tweede orde analyse de verschillen tussen deze methoden aan het licht te brengen. Een herziene en uitgebreide versie van het stageverslag zal in 1987 als CWI rapport verschijnen.

*1.5. Order statistics.* (R. Helmers). In het verslagjaar verscheen het rapport [MS-R8601], het resultaat van eerder verricht onderzoek, in samenwerking met A.J. van Es (Universiteit van Amsterdam), naar het asymptotisch gedrag van elementaire symmetrische polynomen van de graad  $k$ , gebaseerd op  $n$  onafhankelijke gelijkverdeelde stochastische grootheden voor het geval zowel  $k$  als ook  $n$  groot worden.

Een uitgebreide versie van een eerder verschenen publikatie samen met dr. M. Hušková (Praag, Tsjechoslowakije) (zie S5 in Jaarverslag 1984), verscheen als rapport [MS-R8611]. Het onderzoek naar asymptotische normaliteit van generaliseerde  $L$ -statistics met onbegrensde gewichtsfuncties, in samenwerking met prof.dr. F.H. Ruymgaart (KU Nijmegen) werd in het verslagjaar afgesloten met de publikatie van het rapport [MS-R8613]. Dit rapport is in principe voor publikatie geaccepteerd in het *Journal of Statistical Planning and Inference*. Ook publikatie S6 in het Jaarverslag 1985, het resultaat van eerder verricht onderzoek, in samenwerking met dr. R.J.M.M. Does (RU Limburg) en dr. C.A.J. Klaassen (RU Leiden) naar Edgeworth-ontwikkelingen voor functies van uniforme spacings, zal in het *Journal of Statistical Planning and Inference* verschijnen.

*1.6. Statistiek voor steekproefuitersten.* (A.L.M. Dekkers, L.F.M. de Haan, R. Helmers). A.L.M. Dekkers begon in de tweede helft van het verslagjaar, in samenwerking met L.F.M. de Haan, met een onderzoek naar de asymptotische eigenschappen van een schatter - voorgesteld door J. Pickands in 1975 - voor de hoofdparameter van de generaliseerde extreme-waarden-verdeling. Zwakke en sterke consistentie van de Pickands-schatter werd aangetoond. Ook zijn er natuurlijke voorwaarden te geven waaronder de schatter van Pickands asymptotisch normaal is. In 1987 zal over dit onderzoek worden gerapporteerd.

Het onderzoek van R. Helmers richtte zich onder meer op het probleem de z.g. extremaal index  $\theta$  van een stationaire rij stochastische grootheden te schatten. De parameter  $\theta$  is één van de twee hoofdparameters van de

gegeneraliseerde extreme-waarden-verdeling, welke optreedt als limietverdeling van het genormaliseerde maximum van een afhankelijke rij stochastische grootheden (zie ook MS 3.4). Daarnaast werd een begin gemaakt met een onderzoek naar mogelijke toepassingen van bootstrapmethoden in de extreme-waarden-theorie.

## *MS 2 Stochastische processen*

*2.1. Stochastische processen en hun toepassingen in de fysica.* (H.C.P. Berbee). Een belangrijk deel van het onderzoek betrof uniciteit van Gibbs-maten in de statistische mechanica. De Gibbs-maat werd daartoe door middel van een rij operatoren werkend op een maat omschreven. Via een 'sleutelongelijkheid' werden deze operatoren geassocieerd met een rij Markov-operatoren. Uniciteit van de Gibbs-maat werd vervolgens verkregen uit de studie van absorptiekansen. Van groot belang is wellicht dat in de statistische mechanica over tijdsontwikkeling van deeltjessystemen een begrip dualiteit t.a.v. operatoren bekend is dat hier nauw aan verwant is met als 'sleutel' een gelijkheid i.p.v. een ongelijkheid. In rapport [MS-R8610] wordt hierover gerapporteerd. Toegepast voor één-dimensionale systemen verbetert het een resultaat in Ruelle (1968) en in het bijzonder voor een Isingmodel dicht bij het  $1/r^2$  interactiemodel rondt het op natuurlijke wijze het werk af van enige fysici.

Er is hernieuwd contact met F. den Hollander (Delft) over stochastische wandelingen op roosters. In 1985 werd een rapport uitgebracht over Markov-representatie van stationaire processen. In verband hiermee is er dit jaar ook onderzoek geweest aan een netwerkachtige methode voor representatie. Helaas is door ziekte een niet onaanzienlijk deel van het jaar verloren gegaan.

*2.2. Statistische analyse van stochastische processen.* (K.O. Dzhaparidze, A.P. van der Plas). In samenwerking met A. Sieders (ZWO) werd door K.O. Dzhaparidze gewerkt aan de definitieve versie van het artikel over kansen op grote afwijkingen van algemene  $M$ -schaters. De resultaten werden toegepast in de niet-lineaire regressie-analyse. Het artikel verscheen als rapport [MS-R8612] en werd voor publikatie geaccepteerd voor de *Annals of Statistics*.

Het onderzoek van A.P. van der Plas naar een multivariaat telproces, waarvan twee (voorbijgaande) toestanden geaggregeerd zijn en de intensiteit tussen twee toestanden geschat moet worden werd in het verslagjaar voortgezet. Identificatie was al aangetoond, maar het vinden van een goede schattingsmethode blijft lastig. Verder werd recente literatuur over het probleem efficiënte schatters te vinden, wanneer slechts onvolledige data, zoals gecensureerde of geaggregeerde data, beschikbaar is voor de statistische analyse van Markov-processen, bestudeerd. Er werd samengewerkt met T.A. Louis (Harvard; tijdelijk CWI) en H.C.P. Berbee.



2.3. *Statistische analyse van verkeersstromen.* (E.A.G. Weits, P. Groeneboom). Met ingang van 1 april 1986 is als nieuwe (STW-) medewerker E.A.G. Weits aangesteld. Na een oriëntatie op diverse modellen voor verkeersstromen werd besloten voort te bouwen op macroscopische modellen, welke gebaseerd zijn op golfvergelijkingen. Onderzocht wordt welk type stochastisch model ontstaat, als in deze golfvergelijkingen stochastische termen ('witte ruis') worden geïntroduceerd. In het bijzonder wordt bekeken onder welke omstandigheden een stationair proces ontstaat. Het introduceren van witte ruis leidt tot het opstellen van stochastische differentiaalvergelijkingen in oneindig-dimensionale ruimten.

#### *Diversen*

- a) R. Helmers verzorgde in het eerste halfjaar een college *Stochastische Processen* voor econometristen aan de Universiteit van Amsterdam. Het college werd gegeven aan de hand van het boek van S.M. Ross: *Introduction to Probability Models*.
- b) *Terugkerende patronen in Markov afhankelijke rijen* (A.L.M. Dekkers, R.D. Gill, M. Corstjens (stagiair)). Verschillende modellen voor een éénstaps Markov-keten met 3 toestanden werden met elkaar vergeleken. Asymptotische normaliteit van de frequenties van terugkerende patronen in deze modellen werden onderzocht. Het onderzoek is voortgekomen uit een gedragsonderzoek bij ratten (B. Bermont, Psychologisch Laboratorium, Universiteit van Amsterdam) en is een voortzetting van eerder werk van A.L.M. Dekkers.

#### *MS 3 Toegepaste Statistiek*

3.2. *Breukpuntmethoden.* (S.A. van de Geer). Bij de uitbreiding van het twee fasen model naar het meer-dimensionale model, is gebleken dat m.b.v. de theorie van empirische processen algemene resultaten zijn af te leiden voor een regressiemodel. Hiermee worden talrijke, bekende speciale modellen, zoals niet-lineaire regressie, twee fasen regressie en isotone regressie in één theorie ondergebracht. De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in rapporten [MS-R8602] en [MS-R8609]. Het rapport [MS-R8602] is geaccepteerd voor publikatie in *The Annals of Statistics*. Door M.M. Voors werd een programma geschreven voor het schatten van parameters in een twee fasen regressiemodel [MS-N8602].

3.3. *Statistiek voor stochastische modellen in de biologie.* (S.A. van de Geer). Het onderzoek naar de statistische analyse van compartimentenmodellen ondervond weinig voortgang in verband met de werkzaamheden van de betrokken medewerkster in het kader van deelproject MS 3.2. Een overzicht van de problematiek werd gepresenteerd tijdens een bijeenkomst van de *Studiegroep Compartimentenmodellen*. In samenwerking met A. Tip (Theoretische Natuurkunde, AMOLF) en R. Dernets (Plantenfysiologie, Universiteit van Amsterdam) is een model voor het gedrag van algen ontwikkeld.

3.4. *Statistische consultatie.* Voor een verslag van een breed scala van activiteiten in dit deelproject wordt verwezen naar de sectie *Samenwerking en consultaties.*

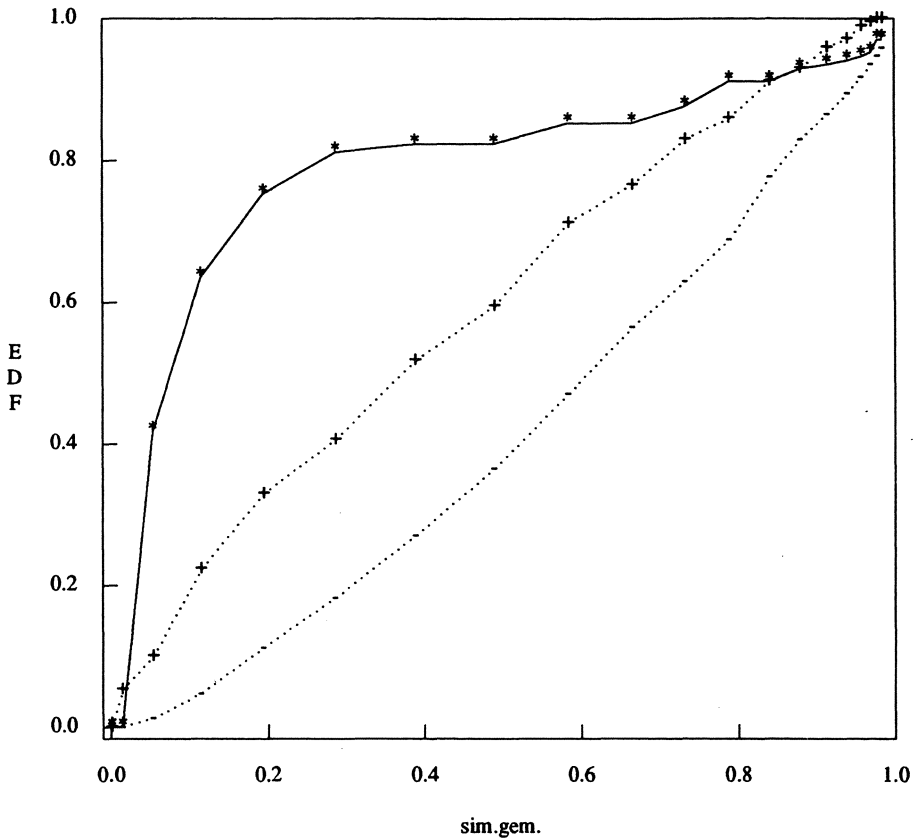
3.5. *Statistische analyse van beeldgegevens.* (zie ook TW 4) (R.D. Gill, H.C.P. Berbee, M.J. Rottschäfer). Het deelproject ging dit jaar van start met als voornaamste activiteiten een gezamenlijk met de afdeling TW georganiseerde werkgroep en colloquium. In de werkgroep werden een aantal boeken en artikelen over de mathematische aspecten van beeldverwerking en reconstructie grondig bestudeerd. De nadruk lag op het boek *Mathematical Morphology* van J. SERRA. Hierin wordt een klasse van toegestane beeldtransformaties omschreven door middel van een stel axioma's en vervolgens aangetoond hoe al deze transformaties met behulp van elementaire *erosies* en *dilaties* voort te brengen zijn. De theorie is nogal ontoegankelijk maar vanuit de praktijk bestaat er zeer veel belangstelling voor. Verder werd het recente en baanbrekende werk van D. Geman en S. Geman (Brown University, USA) en van J. Besag (Durham, UK) over de toepassing van Markov-veldmodellen bij beeldreconstructie bestudeerd. De werkgroep werd ook bezocht door N.L. Hjort (Norwegian Computing Centre, Oslo, Noorwegen), P. Green (Durham, UK) en W. Vervaat (KU Nijmegen) die tevens lezingen hielden.

Behalve uit leden van de afdelingen TW en MS namen ook informatici van de Facultaire Vakgroep Informatica (Universiteit van Amsterdam) en statistici van IT-TNO, VU Amsterdam en KU Nijmegen deel aan de werkgroep.

Het zeer succesvolle *Colloquium Beeldanalyse: theorie en praktijk*, bestond uit een theoriedag op 15 mei gevolgd door vijf najaarsbijeenkomsten, op elk waarvan vijf uitgenodigde sprekers voordrachten hielden. Het colloquium trok steeds ruim honderd belangstellenden uit universiteit, bedrijfsleven en overheid. De meeste voordrachten werden door toepassers van beeldanalyse op wijd uiteenlopende gebieden verzorgd, met op elke bijeenkomst tevens een paar meer theoretisch georiënteerde voordrachten door leden van de werkgroep.

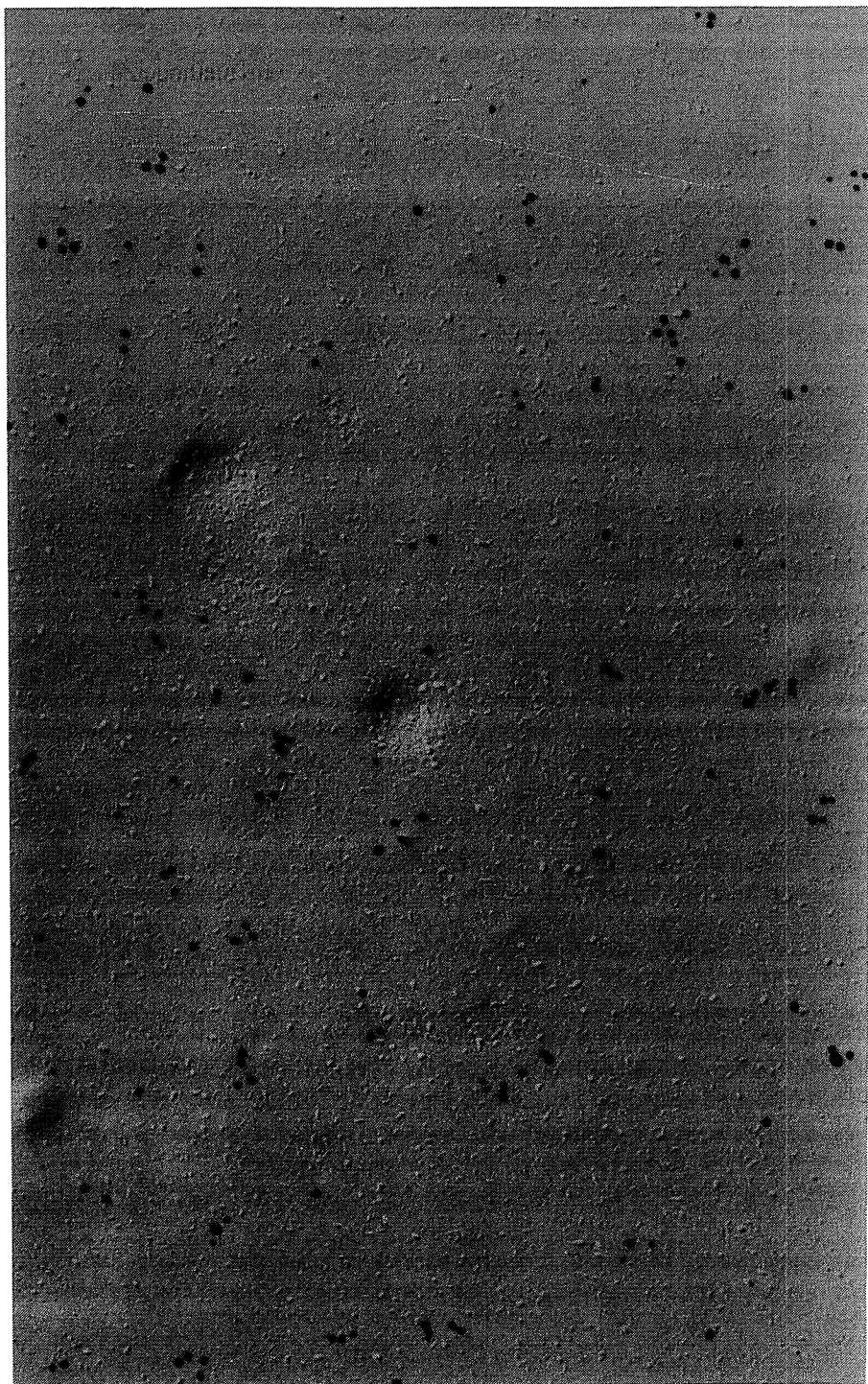
Door M.J. Rottschäfer werd een begin gemaakt met de analyse van elektronmicroscopiebeelden van de ruimtelijke verdeling van eiwit moleculen in een cel membraan (gegevens zijn afkomstig van het Hubrechts Laboratorium (KNAW), Utrecht). Na beeldverwerking op de Facultaire Vakgroep Informatica werden diagnostische plots gemaakt, waaruit bleek dat het proces duidelijke clustering vertoont. Het is de bedoeling in het komende jaar deze clustering te modelleren en kwantificeren. Zelfs voor de meest eenvoudige modellen zal dit een zeer rekenintensieve taak zijn.

EDF-plot voor B015 van de event-event distances.



*Polypeptide groeifactoren spelen een belangrijke rol in de regeling van de vermenigvuldiging en differentiatie van cellen. Een der meest onderzochte groeifactoren, de Epidermal Growth Factor (EGF), bindt zich aan specifieke receptor-eiwitten op het celoppervlak. De laterale verdeling van EGF-receptoren, in het bijzonder hun clustering, houdt verband met de reactie van de cel op EGF. Deze verdeling kan worden bestudeerd met de 'label fracture' methode, in combinatie met immuno-goud labeling der EGF-receptoren. Op de foto, genomen met een elektronenmicroscop op het Hubrecht Laboratorium voor Ontwikkelingsbiologie te Utrecht, komen de zwarte stippen overeen met goudeeltjes gehecht aan A431-cellen.*

*Op het CWI wordt een statistische analyse van dergelijke opnamen uitgevoerd, teneinde de clustering-effecten te modelleren en kwantificeren. De eerste resultaten wijzen op duidelijke clustering, zoals is te zien in een EDF-plot (EDF=Empirische Distributie Functie) van naaste-buur afstanden, waar de mate waarin de getrokken lijn afwijkt van het gebied tussen de twee stippellijnen (de betrouwbaarheidsband van de simulatie) een maat is voor de afwijking van Complete Spatial Randomness.*



3.6. *Classificatie van chromosomen bij 'slit-scan flow cytometry'*. (R.D. Gill; samenwerking met J. Aten, AMC, Universiteit van Amsterdam en J. Grasman, RU Utrecht). De bedoeling van dit deelproject is om methoden uit de discriminantanalyse en niet-parametrische curve schattingen toe te passen bij de statistische analyse van gemeten chromosoomprofielen, verkregen door middel van 'slit-scan flow cytometry'. Het ziet er naar uit dat een snelle classificatie naar chromosoomtype, als ook de opsporing van abnormale chromosomen (mutaties) mogelijk zal zijn. Helaas kon, door een plotselinge terugval in het aantal door STW gehonoreerde projectaanvragen, dit jaar hiermee niet worden begonnen.

*Statistische programmatuur*. R. van der Horst (STO) en M.M. Voors werkten aan het tot stand komen van het STATAL-manual. De sourceteksten van de procedures werden gecorrigeerd en in een betere vorm gebracht. Voor alle procedures die daarvoor in aanmerking komen werd een 'example of use' gedraaid; deze korte programmatjes komen men hun in- en uitvoer samen met de sourceteksten in het manuscript. Het manuscript kwam in 1986 grotendeels gereed. Er wordt naar gestreeft om in 1987 het STATAL-manual te publiceren.

Het in 1985 beschikbaar gekomen statistische pakket 'S' is in het verslagjaar door A.L.M. Dekkers en R van der Horst (STO) gedemonstreerd bij RWS, Lelystad (18 april), RIVM, Bilthoven (21 oktober), GAK, Amsterdam (20 november), ADSARA, Adviescommissie SARA (3 december), Klynveld Kraayenhof & Co, Amsterdam (10 december) en de Sociale Verzekeringsraad, Amsterdam (16 december). Het eenvoudige gebruik en de goede grafische kwaliteiten van dit pakket kwamen in enkele demonstraties duidelijk naar voren.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

*Bijeenkomst van wiskundig statistici en waarschijnlijkheidsrekenaars*. Onder auspiciën van het Wiskundig Genootschap, de Vereniging voor Statistiek en het Centrum voor Wiskunde en Informatica werd op 17,18 en 19 november een conferentie voor wiskundig statistici en waarschijnlijkheidsrekenaars gehouden in Luntenen. De organisatie commissie 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:

- |   |   |
|---|---|
| J.E. Besag (Durham, UK):                    | Stochastic aspects of image processing.   |
| G.L. O'Brien (Toronto, Canada):             | Self-similar processes generated by point processes.  |
| D.R. Cox (London, UK):                      | Conditional and asymptotic inference.   |
| C.M. Goldie (Brighton, UK):                 | 1) Records in a partial ordered set<br>2) Subexponential distributions: recent developments       |
| L. Russo (Rome, Italië):                    | Recent probabilistic methods in Bernoulli percolation.  |
| E.V. Slud<br>(College Park, Maryland, USA): | Partial likelihoods for semiparametric survival models:<br>1) Definitions, General Properties and |
| Examples                                    | 2) Asymptotic relative efficiency calculations for tests and estimations.                         |

### *Colloquia*

*Modellen voor discrete variabelen.* In samenwerking met de RU Utrecht werd door prof.dr. A. Verbeek (MS) het colloquium over modellen voor discrete variabelen, dat in het najaar van 1985 van start was gegaan, voortgezet.

### *Werkgroepen*

*Studiegroep Compartimentenmodellen.* S.A. van de Geer nam deel aan de Studiegroep Compartimentenmodellen (J. Grasman, J.A.J. Metz (Instituut voor Theoretische Biologie, Leiden), J.H. van Schuppen) en hield op 8 december een voordracht.

### *Algemene Werkbesprekingen van de afdeling MS*

In 1986 vonden de volgende voordrachten plaats:

- J. Smith: Statistical modelling for binding time series; a point process approach, 22 april.  
 T.A. Louis: Efficient time ordered sequential design, 26 mei.  
 R.D. Gill: Product integrals and compact derivatives, 23 juni.  
 L.F.M. de Haan: Over de index van de grootste waarneming onder  $n$  onafhankelijken, 22 september.  
 S.A. van de Geer: Enige toepassingen van empirische procestheorie op regressie-analyse, 6 oktober.

K.O. Dzhapharidze: On parameter estimation in incompletely specified counting process models, 3 november.

P. Groeneboom: Stochastische differentiaalvergelijkingen in functieruimten, 1 december.

Tevens werden in het kader van de bijeenkomsten van de Adviescommissie van de afdeling MS nog korte voordrachten gehouden door R.D. Gill en R. Helmers.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

*Statistisch advies by accountantscontrole.* (R.D. Gill). Dit jaar werd veel advies gegeven over het toepassen van moderne tijdreeksanalyse methoden bij de z.g. 'cijfer analyse'. In verband hiermee werd samengewerkt met een econometrist van de VU Amsterdam (A. de Vos). Eerder onderzoek over meerdere traps steekproef technieken bij accountantscontroles werden vastgelegd in rapport [MS-N8601] van S.G.A.J. Driessen (stagiair). Een tijdschriftpublicatie is nu in voorbereiding.

*Spraaksegmentatie.* (R.D. Gill). Statistische methoden uit de factoranalyse werden met succes toegepast op automatische spraaksegmentering in een samenwerking met S. Marcus en A. van Dijk van het IPO (Instituut voor Perceptie Onderzoek, Eindhoven).

*Capaciteitsschatting autosnelweg.* (R.D. Gill, M.J. Rottschäfer, R. van der Horst (STO)). Extreme waardenverdelingen werden met succes toegepast bij gecensureerde metingen van de capaciteit van een snelweg baanvak. Deze verdeling werd eerst in empirisch onderzoek gesignaleerd; een verklaring is dat de uiteindelijke capaciteit het minimum is van vele afhankelijke capaciteitsbeperkende invloeden. De waarnemingen zijn gecensureerd omdat een te laag verkeersaanbod (welke niet tot verkeerscongestie leidt) correspondeert met een hogere maar onbekende waarde van de capaciteit. Het onderzoek vindt plaats in opdracht van de Verkeersdienst van Rijkswaterstaat.

*Wicksell-probleem.* (R.D. Gill, A. Hogendoorn). Bij een consultatie bij de AKZO verscheen een toepassing van het zeer interessante en klassieke Wicksell-probleem: men doet waarnemingen van twee-dimensionale crosssecties van een populatie van drie-dimensionale bollen. De opgave is om uit de waargenomen empirische verdeling van cirkeldiameters, statistische conclusies te trekken over de populatie verdeling van boldiameters. Literatuur onderzoek duidde erop, dat het misschien mogelijk is moderne technieken van dichtheidsschatting ('penalized maximum likelihood') toe te passen op dit probleem. Om dit uit te werken is een nieuwe project opgezet voor de vervangende dienstplicht van drs. A. Hoogendoorn. Het anderhalf jaar durende project werd goedgekeurd en ging in november van start.

*Citatie-onderzoek.* (A.P. van der Plas, R. van der Horst (STO), R.D. Gill). In het najaar van 1985 is in samenwerking met H. Moed en T. van Raan van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB), thans van de RU Leiden, een onderzoek gestart naar citaties van publikaties in verschillende wetenschapsgebieden. Doel is een bruikbaar stochastisch model voor 'het geciteerd worden' in opeenvolgende jaren van een wetenschappelijke publikatie te construeren. Modelvorming volgens een niet-homogene Poisson-proces of een niet-homogene Markov-keten bleek onmogelijk. Vervolgens werd gewerkt aan een z.g. mengmodel, waarbij enerzijds publikaties die tijdelijk geciteerd worden onder invloed van de 'mode' in een vakgebied gemodelleerd worden met een tijdsafhankelijk Poisson-proces met een stochastische intensiteit, anderzijds zijn er publikaties die min of meer blijvend geciteerd worden vanwege hun intrinsieke betekenis. Deze laatste citaties worden gemodelleerd volgens een homogeen Poisson-proces. Ook werden generalisaties van het hier beschreven model bestudeerd. In 1987 zal een rapport over het onderzoek verschijnen.

*Overschrijdingslijnen langs de Nederlandse 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 hoogwater niveau (het 'basispeil') aan te geven dat de kans op overschrijding van dat niveau in een willekeurig jaar  $10^{-4}$  is. Hierbij is het nodig de kansverdeling van de jaarmaxima zo nauwkeurig mogelijk te schatten op basis van het beschikbare waarnemingsmateriaal (hoogwaterstanden gedurende de periode 1901-1980 zijn voor verschillende plaatsen langs de kust beschikbaar).

Afhankelijkheid van de waarnemingen is een groot probleem. Door selectie van de waarnemingen is geprobeerd de situatie van onafhankelijkheid te benaderen met het idee dat als waarnemingen in de tijd ver uit elkaar liggen ze ongeveer onafhankelijk zijn. (De selectie procedure kan in verband gebracht worden met M.R. Leadbetter's theorie voor extreme waarden van een stationaire rij stochastische grootheden, waarbij de z.g. extremaal index  $\theta$  (zie ook MS 1.6) een belangrijke rol speelt. Vervolgens werd op basis van alle geselecteerde hoogwaterstanden, welke bovendien nog boven een geschikt gekozen drempelwaarde uitsteken, de extreme waardenverdeling van de jaarmaxima geschat. Men kan aantonen dat de kansverdeling van de geselecteerde, boven een geschikte drempel uitstekende, waarnemingen mits genormeerd bij benadering een gegeneraliseerde Pareto-verdeling (GPV) bezitten. De GPV-verdelingen worden gekarakteriseerd door een vormparameter  $k$  welke geschat kan worden; dezelfde parameter  $k$  legt ook de extreme waardenverdeling van de genormeerde jaarmaxima vast (Theoretisch onderzoek naar een efficiënte schatter voor de parameter  $k$  vindt plaats in het kader van het deelproject MS 1.6). In de jaren vijftig op het CWI uitgevoerd onderzoek voor het Deltarapport - waarvan het huidige onderzoek een follow up is - werd  $k=0$  genomen; de GPV-verdeling met  $k=0$  is de bekende exponentiële verdeling. We vinden van een schatting  $\hat{k}(>0)$  en de resulterende (voorlopige) schatting van het



basispeil valt aanzienlijk lager ( $\pm 1$  meter) uit dan die welke in het onderzoek t.b.v. het Deltarapport werd gevonden. Wel wordt het bijbehorende betrouwbaarheidsinterval véél groter. Voorlopige resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in de tussentijdse rapportage [S7]. L.F.M. de Haan hield een voordracht over het onderzoek op het symposium *Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945* op 7 oktober, welke werd gepubliceerd in [S6]. Het onderzoek wordt voortgezet en zal zeker niet voor eind 1988 worden afgerond.

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

*Werkbezoek Statistical Research Unit*, Kopenhagen (Denemarken), 11-14 maart: R.D. Gill.

*Statistische Dag*, Tilburg, 3 april: A.L.M. Dekkers, S.A. van de Geer (voordracht), R.D. Gill.

*Werkbezoek University of Tel-Aviv*, Tel-Aviv (Israël), 1-15 mei: H.C.P. Berbee (voordracht).

*International Conference on Mathematical Statistics*, Kozubnik (Polen), 10-14 juni: S.A. van de Geer (voordracht).

*Statistik Tagen*, Universität Heidelberg, Heidelberg (BRD), 26-27 juni: R.D. Gill (voordracht).

*Werkbezoek University of California*, Department of Statistics, Berkeley (USA), 7-28 juli: S.A. van der Geer.

*Werkbezoek Statistical Research Unit*, Kopenhagen (Denemarken), 2-5 september: R.D. Gill (voordracht).

*First World Congress of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability*, Tashkent (USSR), 12 september: K.O. Dzharparidze (voordracht).

*Sixth Pannonian Symposium on Mathematical Statistics*, Bad Tatzmannsdorf (Oostenrijk), 14-20 september: R. Helmers (voordracht).

*Workshop on Capitalization on Chance and Sample Reuse Methods*, Econometrisch Instituut, RU Groningen, 25-26 september: R. Helmers (voordracht).

*Oberwolfach Meeting on Statistical Inference for Stochastic Processes*, 24-28 november: R.D. Gill (voordracht).

*Bijeenkomst van Stochastici*, Lunteren, 17-19 november: alle medewerkers van de afdeling MS; R. Helmers was lid van het organisatiecomité.

*Werkbezoek Universität Heidelberg*, Heidelberg, (BRD) 16-19 december, S.A. van de Geer (voordracht).

#### BEZOEKERS

De afdeling werd in het verslagjaar onder meer door de volgende binnenlandse en buitenlandse wiskundigen bezocht. Indien door hen een voordracht werd gehouden, wordt de titel hiervan genoemd.

E. Mammen (Universität Heidelberg, BRD), 15, 21, 29 januari: Comparison of statistical experiments using the deficiency distance.

- I. Meilysson (University of Tel-Aviv, Israël) 11 februari.  
 A. Yashin (IIASA, Oostenrijk/USSR), 12 februari.  
 J. Grüger (Universität Dortmund, BRD), 19 februari: Analysis of sampled data from disease state process.  
 K.-T. Fang (Institute for Applied Mathematics, Beijing, China; tijdelijk Zürich, Zwitserland), 26 februari: A new family of multivariate exponential distributions.  
 D. Siegmund (Stanford University, USA), 14 mei: Change point methods.  
 D. Moore (Purdue University, USA), 21 mei: Effect of serial dependency on tests of fit.  
 T.A. Louis (Harvard University, Boston, USA, tijdelijk CWI), 26 mei: Efficient time ordered sequential design.  
 N.L. Hjort (Norwegian Computing Centre, Oslo, Noorwegen), 28 mei: Statistical methods by remote sensing.  
 P. Green (University of Durham, UK) 28 mei: Markov field models and statistical image analysis.  
 D. Boos (University of North Carolina, Raleigh, USA), 4 juni: Tests and confidence sets for comparing two mean residual life functions.  
 MR.R. Leadbetter (University of North Carolina, Chapel Hill, USA), 22 juli.  
 E. Valkeila (Computing Centre, Helsinki, Finland; tijdelijk CWI), 20 oktober: Some topics in the distributional properties of stochastic processes.  
 W. Vervaat (KU Nijmegen), 4 november: Harmonische analyse op semigroepen en Serra's mathematische morfologie.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- R.D. Gill: Occurrences but no exposures. *Kaleidoscope reeks*, Mathematisch Instituut, RU Utrecht, 19 maart.  
 S.A. van de Geer: Over de convergentie snelheid van kleinste kwadraten schatters. *Statistische Dag*, Tilburg, 3 april.  
 H.C.P. Berbee: Chains with infinite connections. University of Tel-Aviv, Israël, 5 mei.  
 H.P.C. Berbee: On covering single points by randomly ordered increments. Hebrew University, Jeruzalem, Israël, 8 mei.  
 S.A. van de Geer: On rates of convergence in least squares estimation. *International Conference on Mathematical Statistics*, Kozubnik, Polen, 13 juni.  
 R.D. Gill: An elementary treatment of the product limit estimator (an application of the theories of product integrals and compact derivatives). *Statistik Tagen*, Universität Heidelberg, BRD, 27 juni.  
 R.D. Gill: An elementary treatment of the product limit estimator (an application of the theories of product integrals and compact derivatives). *Colloquium Mathematical Statistics*, University of Copenhagen, Denemarken, 3 september.  
 K.O. Dzhaparidze: On asymptotic efficiency of the Cox estimator. *First World Congress of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability*, Tashkent, USSR, 12 september.

- R. Helmers: Second order asymptotics for the bootstrap. *Sixth Pannonian Symposium on Mathematical Statistics*, Bad Tatzmannsdorf, Oostenrijk, 16 september.
- R. Helmers: Second order asymptotics for the bootstrap. *Workshop on Capitalization on Chance and Sample Reuse Methods*, Econometrisch Instituut, RU Groningen, 25 september.
- R.D. Gill: Left truncation and Markov processes. *Oberwolfach Meeting on Statistical Inference for Stochastic Processes*, Oberwolfach, BRD, 25 november.
- S.A. van de Geer: On proving rates of convergence of the least squares estimator, using entropy conditions. *Kolloquium über Statistik*, Heidelberg, BRD, 18 december.

## PUBLIKATIES

*Rapportenseries*

- MS-R8601 A.J. VAN ES, R. HELMERS. *Elementary symmetric polynomials of increasing order.*
- MS-R8602 S.A. VAN DE GEER. *A new approach to least squares estimation, with applications.*
- MS-R8603 R.D. GILL, J.A. WELLNER. *Large sample theory of empirical distributions in biased sampling models.*
- MS-R8604 R.D. GILL. *Non- and semi-parametric maximum likelihood estimators and the von Mises method (part I).*
- MS-R8605 J.A. SMITH. *Statistical modeling of daily rainfall occurrences.*
- MS-R8606 K. DZHAPARIDZE. *On LAN for counting processes.*
- MS-R8607 J.A. SMITH. *Estimating the upper tail of flood frequency distributions.*
- MS-R8608 V.V. SLAVOVA. *Berry-Esseen bound for Student's statistic.*
- MS-R8609 S.A. VAN DE GEER. *A note on rates of convergence in least squares estimation.*
- MS-R8610 H.C.P. BERBEE. *Uniqueness of Gibbs measures and absorption probabilities.*
- MS-R8611 R. HELMERS, M. HUŠKOVÁ. *Berry-Esseen bounds for L-statistics with unbounded weight functions.*
- MS-R8612 A. SIEDERS, K. DZHAPARIDZE. *A large deviation result for parameter estimators and its application to nonlinear regression analysis.*
- MS-R8613 R. HELMERS, F.H. RUIJMGAAFT. *Asymptotic normality of generalized L-statistics with unbounded scores.*
- MS-R8614 R.D. GILL, M.M. VOORS (eds.). *Papers on semiparametric models at the ISI centenary session, Amsterdam.*
- MS-N8601 S.G.A.J. DRIESSEN. *The sieve method in multi-stage sampling.*
- MS-N8602 S.A. VAN DE GEER, M.M. VOORS. *Een programma voor het twee-fasen regressie model met breukvlak.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- S1 R.D. GILL (1986). The total time on test plot and the curmulative total time on test statistic for a counting process. *Ann. Statist* 14, 1234-1239.
- S2 R.D. GILL (1986). On estimating transition intensities of a Markov process with aggregate data of a certain type: 'occurence but no exposures'. *Scand. J. Statist.* 13, 113-134.
- S3 R.D. GILL (1986). A note on some methods for regression analysis with incomplete observations. *Sankhya (B)*, 48, 19-30.
- S4 R.D. GILL, B.F. SCHRIEVER (1986). Invited discussion of L.A. Goodman's paper on correspondence analysis or log linear models. *Int. Statist. Rev.* 54, 289-291.
- S5 P. GROENEBOOM (1986). Some current developments in density estimation. J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam, 163-192.
- S6 L. DE HAAN (1986). The arch-enemy attacked mathematically. M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.). *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam, 51-60.

*Overige publikaties*

Van of met medewerking van medewerkers van de afdeling MS verschenen:

- S7 H. DAAN, A.L.M. DEKKERS, L. DE HAAN, R. HELMERS, J. VAN MALDE, J.W. VAN DER MADE, J.G. DE RONDE (1986). *Onderzoek Basispeilen*. Tussentijds verslag, rapport GWIO-86.008, Dienst Getijdewateren, Rijkswaterstaat.
- S8 N. KEILMAN, R.D. GILL (1986). *On the estimation of multidimensional demographic models with population registration data*. Netherlands Interuniversity Demographic Institute, Working paper no. 68.

# 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 Polyhedrale en polynomiale methoden
  - 1.3 Stochastische geheeltallige programmering
  - 1.4 Parallele algoritmen
  - 1.5 Interactieve planningsmethoden (deels STW, INSP, NFI)
- MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken**
  - 2.1 De analyse van mathematische wachtrijmodellen
  - 2.2 Telefoonverkeertheorie
  - 2.3 Prestatie-analyse van computersystemen (deels INSP)
- MB 3 Systeem- en regeltheorie**
  - 3.1 Deterministische systeemtheorie
  - 3.2 Stochastische systeemtheorie
  - 3.3 Algebraïsch- meetkundige vragen in de systeemtheorie
  - 3.4 Puntprocesssystemen
  - 3.5 Adaptief regelen
  - 3.6 Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen (STW)
  - 3.7 De regeling van overbelasting van communicatiesystemen (STW)
  - 3.8 Het benaderende stochastische realisatieprobleem

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

J.M. Anthonisse (w.m.)	[MB 1.5]
drs. J.L. van den Berg (w.m., vanaf 1 februari, INSP)	[MB 2.3]
dr.ir. O.J. Boxma (w.m.)	[MB 2]
I.L. Braam (stagiaire, tot 1 september)	[MB 1.5]
prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)	[MB 2]
dr. M. Desrochers (gastmedewerker, vanaf 1 september)	[MB 1.1,5]
drs. W.P. Groenendijk (w.m., vanaf 1 februari, INSP)	[MB 2.3]
(prof.dr. M. Hazewinkel (chef ZW))	[MB 3.3]
drs. G.A.P. Kindervater (w.m., tot 1 november)	[MB 1.4]
drs. B.J. Lageweg (w.m.)	[MB 1.1,5]
prof.dr. J.K. Lenstra (chef)	[MB 1.1,4,5]
drs. J.W. Polderman (w.m.)	[MB 3.5]
drs. M.W.P. Savelsbergh (w.m., STW tot 1 juli, daarna INSP)	[MB 1.1,5]
prof.dr. A. Schrijver (w.m.)	[MB 1.2]
dr.ir. J.H. van Schuppen (w.m.)	[MB 3.2]
dr. J.M. Schumacher (w.m.)	[MB 3.1]
ir. S.A. Smulders (w.m., STW)	[MB 3.6]
drs. P.J.C. Spreij (w.m.)	[MB 3.4]
M. Stöhr (gedetacheerd, vanaf 1 november)	[MB 3.8]
dr. L. Stougie (w.m., tot 1 september, NFI)	[MB 1.1,5]
drs. S.L. van der Velde (w.m., NFI vanaf 1 oktober)	[MB 1.5]
ir. P.R. de Waal (w.m., vanaf 1 februari, STW)	[MB 3.7]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*MB 1 Combinatorische optimalisering*

*1.1. Ontwerp en analyse van algoritmen* (G.A.P. Kindervater, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, L. Stougie). E.L. Lawler (University of California, Berkeley), J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan (EU Rotterdam) en D.B. Shmoys (Massachusetts Institute of Technology) verzamelden twaalf open vragen op het gebied van het handelsreizigersprobleem (zie [B13]) en werkten verder aan het boek *Scheduling*.

J.K. Lenstra werkte met A.W.J. Kolen (EU Rotterdam) aan 'interval scheduling' problemen, met E.L. Lawler, C.U. Martel (University of California, Davis) en B. Simons (IBM Almaden) aan 'pipeline scheduling' problemen, met D.B. Shmoys en É. Tardos (Eötvös Loránd Universiteit, Budapest) aan benaderingsoplossingen voor schedulingproblemen op ongerelateerde machines, en met M. Dror en H.I. Stern (Ben Gurion Universiteit in de Negev, Beer-Sheva, Israël) aan schedulingproblemen met beladingsafhankelijke snelheden.

Rapporten hierover zijn in voorbereiding. G.A.P. Kindervater verifieerde de door Cartier en Pinson bewezen optimaliteit van B.J. Lagewegs oplossing voor het befaamde  $10 \times 10$ - 'job shop' schedulings probleem. B.J. Lageweg, J.K. Lenstra en L. Stougie zetten hun werk aan een tweetal artikelen over het 'test cover' probleem voort.

*1.2. Polyhedrale en polynomiale methoden* (A. Schrijver, in samenwerking met A.M.H. Gerards en C.A.J. Hurkens (KU Brabant))

*Matrices met de Edmonds-Johnson eigenschap.* Het onderzoek aan matrices met z.g. 'Edmonds-Johnson eigenschap' werd voortgezet. Dit zijn matrices welke met één ronde van Gomory-snedes in een geheeltallig lineair programmeringsprobleem tot een optimum leiden. Het onderzoek werd o.a. voortgezet aan Bell Communications Research in Morristown, NJ, USA, in samenwerking met P.D. Seymour. Gewerkt werd aan een tralie-theoretische benadering. Naar aanleiding van de verkregen inzichten werd een (inmiddels gehonoreerde) aanvraag bij ZWO (Werkgemeenschap Discrete Wiskunde) voor een projectonderzoeker ingediend.

*Decompositie van grafen.* Met L. Lovász (Boedapest), P.D. Seymour (Bell Communications Research, Morristown, NJ, USA) en K. Truemper (Dallas, Texas, USA) werd onderzoek verricht naar de decompositie van grafen zonder bepaalde 'verboden' deelstructuren, op basis van eerdere resultaten van Seymour en Truemper op het gebied van de decompositie van matroïden. Een overzicht van de bereikte resultaten werd gegeven [B27]. In 1987 wordt dit uitgewerkt tot een publikatie met Lovász, Seymour en Truemper.

*Multi-commodity stromen.* Het in 1985 begonnen onderzoek aan 'multi-commodity flows' werd voortgezet, mede in het licht van toepassingen bij het ontwerpen van 'integrated circuits'. Resultaten werden bereikt op het gebied van de relatie tussen fractionele en geheeltallige stromen en tussen afstanden en sneden, in samenwerking met É. Tardos (Boedapest) (neergelegd in twee rapporten [OS-R8610], [OS-R8611]) en op het gebied van de existentie van paden van voorgeschreven homotopie, in samenwerking met C.P.M. van Hoesel (TU Eindhoven) (zie [OS-R8608], [B32]). Met C.P.M. van Hoesel werd een tegenvoorbeeld tegen een probleem van K. Mehlhorn gevonden. Verder werd een polyhedrale karakterisering gevonden voor het bestaan van kant-disjuncte paden tussen drie gegeven paren punten in een graaf. Dit resultaat wordt in 1987 beschreven in een rapport.

*Gerandomiseerde algoritmen voor de samenhang van grafen.* In samenwerking met L. Lovász (Boedapest) en M. Saks (Bell Communications Research, Morristown, NJ, USA) werden gerandomiseerde algoritmen opgesteld die de samenhang van een graaf snel bepalen. Deze berusten op z.g. orthogonale representaties van de graaf, en worden beschreven in een rapport [B29].

*Resource allocation.* Met C.L. Monma (Bell Communications Research, Morristown, NJ, USA), M.J. Todd (Cornell University, Ithaca, USA), en V.K. Wei (Bell Communications Research, Morristown, NJ, USA) werd het volgende probleem bestudeerd: gegeven een partieel-geordende verzameling 'taken', wijs middelen zó aan deze taken toe, dat de tijd waarin alle taken (met

inachtneming van de ordening) kunnen worden volbracht, zo klein mogelijk is (de tijd nodig per taak is omgekeerd evenredig aan de toegewezen middelen). Een 'fully-polynomial approximation scheme' voor dit probleem werd opgesteld [B35].

*Overzichtsartikelen Polyhedrale Combinatoriek.* Gewerkt werd aan vier overzichtsartikelen op het gebied van 'Polyhedral Combinatorics': 'Polyhedra and algorithms' (verschijnt in *Nieuw Archief voor Wiskunde*) [B31], 'Polyhedral Combinatorics - recent development and results' (verschijnt in *Proceedings International Congress of Mathematicians 1986*) [OS-R8607], 'Geometric methods in discrete optimization' (verschijnen in *Mathematics and Computer Science II*) [B19] en 'Polyhedral combinatorics' (ten behoeve van *Handbook of Combinatorics* (North-Holland, Amsterdam)) [B33].

*Theory of Linear and Integer Programming.* (A. Schrijver) [B34]. Aan dit boek werd de laatste hand gelegd. Het verscheen in 1986 bij John Wiley & Sons, Chichester.

*Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization.* Met M. Grötschel (Augsburg) en L. Lovász (Boedapest) werd verder gewerkt aan het bij Springer-Verlag (Berlijn) te verschijnen boek *Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization*, dat volgens het huidige plan eind 1987 zal verschijnen.

*1.3. Stochastische geheeltallige programmering.* Aan dit onderwerp is in het verslagjaar geen aandacht besteed.

*1.4. Parallele algoritmen* (G.A.P. Kindervater, J.K. Lenstra). G.A.P. Kindervater zette het onderzoek naar het paralleliseren van aftellingsmethoden voor combinatorische optimaliseringsproblemen voort, enerzijds door de experimentele implementatie van dergelijke methoden op de IBM-LCAP in Rome, in samenwerking met H.W.J.M. Trienekens (EU Rotterdam), anderzijds door de analyse van een wachtrijmodel dat congestieverschijnselen bij parallelle aftellingsprocessen beschrijft, in samenwerking met O.J. Boxma (zie MB 2.1).

Het onderzoek naar de parallelle berekeningscomplexiteit van heuristieken voor het handelsreizigersprobleem werd voltooid [OS-R8609].

Een overzichtsartikel, dat in het verslagjaar verscheen [B12], werd aanzienlijk uitgebreid [OS-R8614] en gepresenteerd in het kader van de Distinguished Lecturer Series in Discrete Optimization van Cornell University.

*1.5. Interactieve planningsmethoden* (J.M. Anthonisse, I.L. Braam (stagiaire), M. Desrochers, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, M.W.P. Savelsbergh, L. Stougie, S.L. van de Velde).

*Ontwikkeling en implementatie van algoritmen voor routing van voertuigen.* Dit project werd tot 1 juli uitgevoerd met financiële ondersteuning van de STW. Het eindproduct van dit project is de eerste release van CAR, een interactief systeem voor 'computer aided routing'. In het verslagjaar werden de clustering-, routing- en schedulingmodulen van CAR verder verbeterd en



werd CAR geïnstalleerd op twee computerconfiguraties, de IBM PC/AT met een Professional Graphics Display en de IBM 6150 (PC/RT) met een 5081 Graphics Display. In samenwerking met VGL Logion werd gewerkt aan de implementatie van CAR bij Fashion Transport Holland, die naar verwachting medio 1987 zal worden voltooid. SMC en STW voeren besprekingen met twee softwarebureaus over het in licentie geven van CAR. In 1987 zullen functionele en technische beschrijvingen van CAR verschijnen.

*Interactieve produktieplanning in de kledingindustrie.* Dit project wordt gedeeltelijk gefinancierd vanuit het INSP en uitgevoerd in nauwe samenwerking met het TNO Vezelinstituut. In het verslagjaar voltooide I.L. Braam haar scriptie-onderzoek naar heuristische algoritmen voor een generalisatie van het 'job shop scheduling' probleem, die als deelprobleem optreedt bij de planning van assemblageprocessen. J.M. Anthonisse en S.L. van de Velde werkten aan de ontwikkeling van de interactieve aspecten van het planningssysteem; ten gevolge hierop zal in 1987 aandacht worden geschonken aan de algoritmische (evaluerende en optimaliserende) aspecten.



*Computertoepassingen spelen een rol in de opleving van de kledingindustrie in Nederland. In een door het NFI ondersteund project ontwikkelt het CWI, in samenwerking met het TNO Vezelinstituut, een beslissingsondersteunend systeem voor de planning en besturing van de naaizaal van een bedrijf. Doelstellingen hierbij zijn: het voldoen aan leverdata, het verminderen van voorraad onder handen werk en de verbetering van het totale rendement.  
(Foto KOALA Tricotagefabrieken BV, Aalten).*

*Interactieve modellering en algoritmekeuze op het gebied van de distributieplanning.* Het doel van dit project is de ontwikkeling van een expertsysteem voor het classificeren en manipuleren van probleemtypen binnen een coherent deelgebied van de mathematische programmering. Het werk van L. Stougie aan dit project werd na zijn vertrek overgenomen door M. Desrochers en M.W.P. Savelsbergh, die een gedetailleerde probleemclassificatie ontwierpen.

*Ontwerpmethoden voor beslissingsondersteunende systemen.* In dit overkoepelende, door de NFI ondersteunde, project wordt geparticipeerd door TU Eindhoven, EU Rotterdam, TU Delft en CWI. J.M. Anthonisse en J.K. Lenstra werkten aan een beschrijving van de functionele en structurele eigenschappen van beslissingsondersteunende systemen; de eerste resultaten hiervan staan in rapport [OS-R8612].

## *MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken*

*2.1. De analyse van mathematische wachtrijmodellen* (O.J. Boxma). Samen met G.A.P. Kindervater (MB 1.4) is een wachtrijmodel ontwikkeld en onderzocht, dat congestieverschijnselen beschrijft bij de afhandeling van branch-and-bound algoritmen op parallelle processoren. Een publikatie is in voorbereiding.

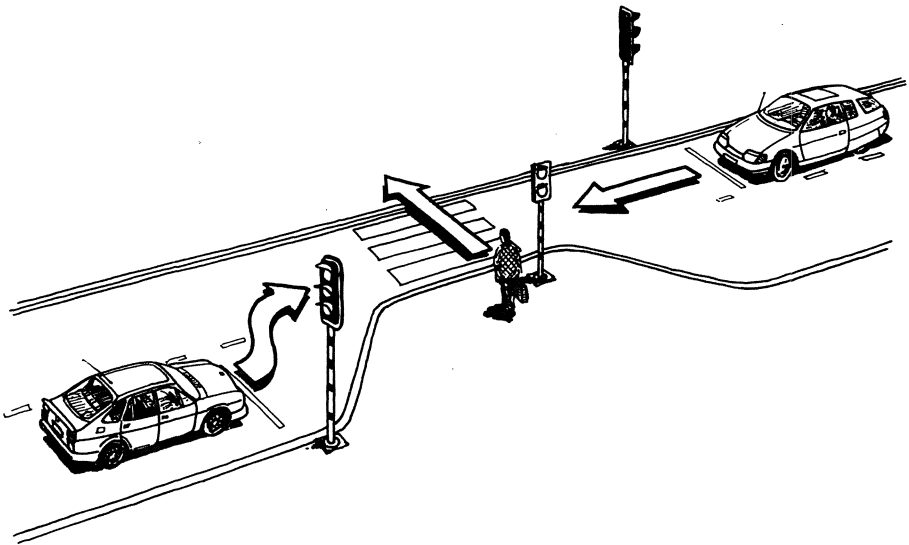
Onderzoek is verricht naar een eenvoudig wachtrijmodel, dat inzicht geeft in de interactie van terminal- en batchverkeer in een computersysteem. Een eerste studie is inmiddels gepubliceerd [B6]; een tweede publikatie is in voorbereiding.

Een overzichtartikel over wachtrijmodellen met twee queues is afgerond [OS-R8603] en opgenomen in [B25] als [B3]. 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. Enige werkzaamheden werden verricht ten bate van een Russische vertaling van het boek *Boundary Value Problems in Queueing System Analysis* (J.W. Cohen, O.J. Boxma).

*2.2. Telefoonverkeerstheorie* (O.J. Boxma). Het *International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation* heeft van 2 tot 6 juni op het CWI plaatsgevonden. Het organisatiecomité voor dit congres bestond uit J.W. Cohen, H.C. Tijms en O.J. Boxma; zij fungeerden tevens als redacteuren van de proceedings [B25]. Mw. C.E. Both verrichtte veel administratieve en organisatorische werkzaamheden. Het doel van het Seminar was specialisten uit de telefoonverkeerstheorie, de computer prestatie-analyse en de stochastiek samen te brengen. Deelname was uitsluitend op uitnodiging. Veel vooraanstaande buitenlandse deskundigen waren aanwezig. Bijna de helft van de ruim 80 deelnemers was uit Nederland afkomstig; er waren goede mogelijkheden voor jonge Nederlandse onderzoekers om contacten met buitenlandse vakgenoten te leggen. Het niveau van de lezingen was hoog, en de reacties van de deelnemers waren uiterst positief; men zou graag zien dat dit congres een vervolg krijgt.

2.3. *Prestatie-analyse van computersystemen* (J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk). W.P. Groenendijk en J.L. van den Berg voltooiden hun stages; zij legden de verkregen resultaten vast in [OS-N8601, OS-N8602]. In februari begonnen zij hun promotie-onderzoek, in het kader van het INSP. Van den Berg bestudeerde flow control protocollen voor computer-communicatienetwerken, waarin boodschappen verloren kunnen gaan wegens een beperkte buffercapaciteit. In samenwerking met Boxma ontwikkelde hij een benaderingsmethode voor de doorstromingsnelheid van boodschappen in zulke netwerken.

Groenendijk en Boxma bestudeerden wachtrijmodellen bestaande uit meerdere wachtrijen die cyclisch door een bediende worden afgewerkt. Zulke cyclische bedieningssytemen worden tegenwoordig veel gebruikt bij de analyse van 'local area' netwerken met een bus- of ringstructuur. Een behoudswet voor een gewogen som van de wachttijden is afgeleid. Dit betekent een doorbraak bij het onderzoek naar cyclische bedieningssytemen. De behoudswet unificeert en generaliseert veel reeds bekende wachttijdformules, en biedt uitstekende mogelijkheden voor verder onderzoek. De eerste resultaten zijn vastgelegd in rapport [OS-R8606], dat eind 1987 zal verschijnen in de *Journal of Applied Probability*.



*Een eenvoudig voorbeeld van een wachtrijmodel bestaande uit meerdere wachtrijen is een weg waarvan een gedeelte geblokkeerd is. Er zijn drie wachtrijen, nl. twee voor auto's en één voor voetgangers. De verkeerslichten vormen een cyclisch bedieningssytem. Zulke systemen worden tegenwoordig veel gebruikt bij computernetwerken, i.h.b. Local Area Networks, waar alle gegevens vanuit diverse stations via één communicatiekanaal worden uitgezonden. Op het CWI werd een behoudswet voor zulke systemen verkregen, die veel reeds bekende resultaten op dit gebied unificeert en generaliseert. De behoudswet wordt o.a. gebruikt om benaderingen voor gemiddelde wachttijden in de diverse wachtrijen af te leiden.*

Een publikatie over een discrete-tijd versie van de behoudswet is in voorbereiding. De behoudswet kan worden gebruikt om benaderingen voor gemiddelde wachttijden in de diverse wachtrijen af te leiden. Voor een speciale bedieningsdiscipline, van belang voor de IBM token ring, was dit in samenwerking met B. Meister (IBM Zürich) reeds met succes gedaan [B4].

Analyse van een stochastisch machine-volgordeprobleem leidde tot [OS-R8605], dat inmiddels als [B5] is gepubliceerd.

Veel aandacht is geschonken aan recente belangrijke ontwikkelingen op het gebied van software pakketten voor wachtrij-analyse. Het 'general purpose' pakket QNAP2 is inmiddels operationeel op het CWI; het pakket is op verzoek gedemonstreerd aan verscheidene bedrijven. Ook het 'special purpose' pakket QLIB staat tegenwoordig tot onze beschikking; bovendien is toegang verkregen tot de PTT verkeerssimulator van het Dr. Neher Laboratorium.

Ten behoeve van mogelijke toekomstige projecten heeft een eerste oriëntatie plaatsgevonden op de volgende gebieden: flexibele produktiesystemen; betrouwbaarheidsanalyse van complexe, aan storingen onderhevige, netwerken; het beheer van gespreide gegevensbestanden.

### *MB 3 Systeem- en regeltheorie*

*3.1. Deterministische systeemtheorie* (J.M. Schumacher). Onderzoek naar transformaties van stelsels gekoppelde differentiaalvergelijkingen mondde uit in een rapport [OS-R8604], dat inmiddels is geaccepteerd voor publikatie in *Linear Algebra and its Applications*. Over hetzelfde onderwerp werd een voordracht op uitnodiging verzorgd tijdens de internationale conferentie *New Horizons in System Theory* in Como. Het onderzoek op dit gebied wordt voortgezet in samenwerking met H.L. Trentelman (TU Eindhoven), en is nu gericht op een nadere analyse van stelsels met een speciale structuur.

In het kader van het STW-project 'Large Flexible Space Structures' werd samengewerkt met R.F. Curtain en J. Bontsema (RU Groningen). Voor enkele concrete modellen werd de verhouding tussen onzekerheid in het model en robuuste stabiliseerbaarheid in kwantitatieve termen onderzocht; dit resulteerde in een rapport [B24]. In overleg met de gebruikerscommissie werd besloten een soortgelijke analyse te maken van de 'Strongback Solar Array', een ontwerp van Fokker.

Een begin werd gemaakt met het schrijven van een tekstboek, samen met J.C. Willems (RU Groningen), over lineaire systemen. Gestreefd wordt naar verschijning in 1988.

*3.2. Stochastische systeemtheorie* (J.H. van Schuppen). Het onderzoek naar het stochastische realisatieprobleem voor factoranalysemodellen werd voortgezet. De aandacht werd geconcentreerd op de classificatie van alle stochastische realisaties. Tevens werd een dynamische factorsysteem gedefinieerd en het bijbehorende stochastische realisatieprobleem geformuleerd. Over dit onderzoek werd een voordracht gehouden op de *Seventh International Conference on Analysis and Optimization of Systems*.

Samen met R.K. Boel (RU Gent, België) werd gewerkt aan een werklasterdelingsprobleem voor een telefooncentrale. Hierbij dienen de taken die een gespreksaanvraag genereert te worden toegewezen aan één van verscheidene processoren. Het regelprobleem is nu voor ieder van een aantal aankomststromen van taken een regelalgoritme te ontwerpen dat deze toewijzing vervult gegeven beperkte informatie. Voor het bovengenoemde probleem werd een model opgesteld in de vorm van een stochastisch regelsysteem, terwijl een regelalgoritme werd geanalyseerd.

Er werd een studie gemaakt van het benaderende stochastische realisatieprobleem voor Gauss-processen. De benadering van J. Rissanen bestaande uit 'minimum description length' principe werd bestudeerd. Voor het benaderende stochastische realisatieprobleem werd een nieuwe aanpak geformuleerd, waarbij aandacht werd geschonken aan multivariabele processen. Het onderzoek werd voortgezet in samenhang met deelproject MB 3.8.

Door S.A. Smulders werd een model geformuleerd voor het dynamisch gedrag van autosnelwegverkeer. Binnen deelproject MB 3.2 zijn de stabiliteits-eigenschappen van dit stochastisch dynamische systeem geanalyseerd.

Na contacten met bedrijfs- en overheidslaboratoria werden enkele potentiële nieuwe projecten geformuleerd.

*3.3. Algebraïsch-meetkundige vragen in de systeemtheorie (M. Hazewinkel (ZW)).*

*3.4. Puntprocessystemen (P.J.C. Spreij).* Onderzoek werd verricht naar adaptieve filterproblemen voor systemen met telproceswaarnemingen en naar zelf-exciterende telprocessystemen met eindige toestandsruimte. Resultaten betreffende dit laatste onderwerp zijn vastgelegd in een rapport [OS-R8613]. Tevens werd een begin gemaakt met het schrijven van een proefschrift.

*3.5. Adaptief regelen (J.W. Polderman).* Een adaptieve poolplaatsingsalgoritme voor systemen met één input en één output werd ontworpen. Deze algoritme is theoretisch geanalyseerd. Een deel van de resultaten werd neergelegd in een interne notitie; het volledige werk zal binnenkort ter publikatie worden aangeboden. Verder onderzoek werd gedaan naar algoritmen voor systemen in continue tijd. Er werd een begin gemaakt met het onderzoek naar het adaptieve regelprobleem voor systemen waarbij een referentiesignaal als extra input aanwezig is.

*3.6. Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen (S.A. Smulders).* De modelleringsfase werd afgesloten. Er is nu een model dat het gedrag van het verkeer op autosnelwegen onder uiteenlopende omstandigheden op realistische wijze beschrijft. Een tweede ordebenadering van de optimale voorspellingsalgoritme werd geprogrammeerd en getest op gesimuleerde gegevens. De algoritme bleek bevredigend te werken, het gebruiken van snelheidsgegevens bij de voorspellingen bleek de nauwkeurigheid te vergroten. Van de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat zijn magneetbanden met

verkeersmetingen verkregen. Computerprogramma's voor de verwerking van de gegevens zijn geschreven. De kansdichtheid van de passagesnelheden als functie van de verkeersintensiteit is geschat. Een rapport over het modelleren en simuleren van het model is geschreven [OS-R8615], evenals een artikel als bijdrage aan het *10th International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, dat in 1987 in Boston (USA) wordt gehouden.

*3.7. De regeling van overbelasting van communicatiesystemen* (P.R. de Waal). In februari is het onderzoek gestart voor dit project, dat ondersteund wordt door de STW. De werkzaamheden bestonden uit het bestuderen van aan het onderwerp verwante literatuur en de analyse en simulatie van enkele wachtrijmodellen. Voorts is door middel van contacten met medewerkers van AT&T en Philips Telecommunicatie BV, Philips Telecommunicatie Industrie BV en het Directoraat Infrastructuur van de PTT geprobeerd inzicht te verwerven in de problematiek die optreedt bij de modellering van Stored Program Controlled telefooncentrales als wachtrijssystemen.

*3.8. Het benaderende stochastische realisatieprobleem* (M. Stöhr). Er werd onderzoek verricht naar de benaderingen van een gegeven tijdreeks door een Gaussisch stochastisch systeem. Een aantal benaderingscriteria werd geanalyseerd. Het benaderingsprobleem gegeven een Gaussische kansverdelingsfunctie op een eindig-dimensionale ruimte werd onderzocht.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

#### *Elfde Bijeenkomst van Mathematisch Besliskundigen en Systeemtheoretici*

Deze bijeenkomst werd georganiseerd door B.J. Lageweg, J.M. Schumacher en J.H. van Schuppen. De bijeenkomst vond plaats op 15,16 en 17 januari in het conferentiecentrum 'De Blijde Werelt' te Lunteren, en stond onder auspiciën van de Landelijke Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie, de Landelijke Werkgemeenschap Systeem- en Regeltheorie, de NFWO-FNRS contactgroep Automatica - Automatique (België), en de BIRA-Werkgroep Systeemtheorie. Financiële steun werd gegeven door de Vertrouwenscommissie van het Wiskundig Genootschap. Er waren 131 deelnemers, onder wie er 12 afkomstig waren van het CWI. Het programma luidde als volgt:

1. *Uitgenodigde buitenlandse sprekers*

- A.R. Conn (Waterloo/Grenoble): Nonlinear programming, exact penalty functions and projection techniques for non-smooth functions;  
On numerical methods for continuous location problems, including the handling of degeneracy.
- G. Cornuéjols (Pittsburgh/Grenoble): New developments in facility location theory;  
Two algorithms for weighted matroid intersection.
- R.P. Guidorzi (Bologna): System identification using canonical forms and overlapping models;  
Application of identification techniques to the management of natural resources.
- T.J. Ott (Holmdel): State dependent routing of telephone traffic and the use of separable routing schemes;  
Numerical methods for the single server queue.
- J.P. Quadrat (Paris): A theoretic system approach of timed discrete event systems;  
Identification and control of diffusion processes: an expert system.
- P. Whittle (Cambridge, UK): Tractable modes of interaction in multi-component systems;  
Queueing networks, communication networks and optimal routing.

2. *Minicourse on Networks of Queues*

- A. Hordijk (Leiden): Reversibility and product-form solution in queueing networks.
- J. Wessels and J. van Doremalen (Eindhoven): Numerical analysis of queueing networks.
- R.K. Boel (Gent): Control aspects of networks of queues.

3. *Contributed short lectures in Systems and Control*

Negenentwintig onderzoekers uit de Benelux.

*International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, CWI, 2-6 juni.

Zie wetenschappelijk verslag, onder MB 2.2.

*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 1986 drie bijeenkomsten op het CWI geweest, op 17 maart, 15 september en 15

december. Aantal deelnemers  $\pm$  30.

Het programma van 17 maart:

G.J.K. Regterschot (Universiteit Twente): Een bufferopslagproces in een Markov omgeving.

J. van der Wal (TU Eindhoven): Monotonicity in queueing networks.

R. Syski (University of Maryland): Energy in Markovian queues.

A. Schornagel (Koninklijke/Shell Laboratorium, Amsterdam): System availability in design and operation.

Het programma van 15 september:

S.J. de Klein (RU Utrecht): Twee wachtrijen met een random bedieningsdiscipline.

G. Hooghiemstra (TU Delft): De Brownse beweging en de voorraadtheorie van oneindige reservoirs.

E.A. van Doorn (Universiteit Twente): Estimates for the time congestion in loss systems.

R. Bordewisch (Nixdorf, Paderborn): Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen - Aufgaben und Erfahrungen aus der Sicht eines Computerherstellers.

Het programma van 15 december:

W.P. Groenendijk (CWI): Cyclische bediening van wachtrijen - een behoudswet voor de wachttijden.

I.G. Niemegeers (Universiteit Twente): Een evaluatie van 'high-speed LAN' toegangsmechanismen.

M. Zafirovic (Universiteit Twente): Analytical models of slotted rings in high-speed LAN's.

A.G. de Kok (Philips CQM, Eindhoven): Nieuwe benaderingen voor de wachttijdverdeling in de GI/G/1 queue.

H. Bruneel (RU Gent): Wachttijden bij STDM met meervoudige opeenvolgende transmissies.

### *Cursussen*

*Routing (14 mei).* In samenwerking met A.J.W. Kolen en A.H.G. Rinnooy Kan (EU Rotterdam) werd door M.W.P. Savelsbergh een cursus Voertuigrouting verzorgd.

*Bezoek vereniging 'Constantijn Huygens' van TU Delft (17 september).* In het kader van het bezoek van deze vereniging aan het CWI werd door J.M. Anthonisse en S.L. van der Velde een inleiding en een demonstratie van interactieve planning verzorgd.



*Werkgroepen*

*Werkgroep TSP.* De bijeenkomsten vonden eens in de veertien dagen plaats op het CWI en werden georganiseerd door B.J. Lageweg. In het verslagjaar werd de bestudering voortgezet van het boek *The traveling salesman problem: a guided tour of combinatorial optimization*.

*Systeemtheorie.* De bijeenkomsten vonden eens in de veertien dagen plaats op het CWI en werden georganiseerd door J.M. Schumacher. In het voorjaar werd het boek *Control system synthesis - A factorization approach* van M. Vidyasagar besproken. In het najaar werd het stochastische realisatieprobleem voor Gauss-processen bestudeerd.

Deelnemers waren: J.W. Polderman, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders, P.J.C. Spreij, M. Stöhr, P.R. de Waal (allen CWI), O.H. Bosgra, P.S.C. Heuberger, J.B. van Helmont, A.J.J. van der Weiden (allen TU Delft), C. Praagman, H.L. Trentelman, S.Q. Zhu (alleen TU Eindhoven), P. Boekhoudt, A.J. van der Schaft (allen Universiteit Twente), M.A. Kaashoek, A.C.M. Ran, L. Roozenmond, F. van Schagen, R. Vreugdenhil, H. Woerdeman (allen VU Amsterdam).

*Minimum Description Length Principle.* Er vonden drie bijeenkomsten plaats in november en december op het CWI. Deze werden georganiseerd door J.H. van Schuppen. De voordrachten werden gegeven door P.J.C. Spreij en J.H. Schuppen.

Deelnemers waren J.W. Polderman, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders, P.J.C. Spreij, M. Stöhr en P.R. de Waal (allen CWI).

*Deelname aan CWI-colloquia, cursussen en werkgroepen*

*Cursus Computernetwerken:* J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk.

*STZ-Colloquium:* J.W. Polderman, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, P.J.C. Spreij.

*Werkgroep Biomathematica:* J.H. van Schuppen (mede-organisator, voordracht), P.J.C. Spreij.

## CONSULTATIES

*Conserven* (J.M. Anthonisse)

Bij een conservenindustrie werd een inventarisatie gemaakt van de planingsproblemen die zich rond aankoop, productie en distributie voordoen.

*Verkeerslichten* (J.M. Anthonisse, O.J. Boxma, J.K. Lenstra, J.H. van Schuppen)

Met een fabrikant van verkeerslichten werden enkele gesprekken gevoerd over de besturing van de verkeersafwikkeling op kruispunten.

*Belastingaangifte* (J.M. Anthonisse, C. Heesterman (MS))

Ten behoeve van het Ministerie van Financiën werd onderzoek gedaan naar de verwerking van aangiften van de vennootschapsbelasting.

*Containerbeheer* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg)

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. Op een door deze maatschappij georganiseerde bijeenkomst over logistiek werd een case-study gepresenteerd, waarvan de interactieve oplossing met behulp van CAR werd gedemonstreerd.

*Roosters voor studenten tandheelkunde Universiteit van Amsterdam* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg)

De bestaande programmatuur werd aangepast aan het nieuwe curriculum en gebruikt voor het vervaardigen van roosters.

*Toewijzing van vliegtuigen aan opstelplaatsen* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg)

Er wordt een beslissingsondersteunend systeem ontwikkeld dat de planner zal assisteren bij het toewijzen van vliegtuigen aan opstelplaatsen. In het verslagjaar werd de planningsproblematiek geïnventariseerd en de definitiefase van de seizoenplanning voltooid.

*Keuzevakken* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg)

Ten behoeve van een HBO-instelling werd een algoritme om studenten op grond van hun voorkeuren aan keuzevakken toe te wijzen, geïmplementeerd op een PC.

*Watervoorraden* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg)

In samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium werd onderzoek gedaan naar modellen voor het beheer van voorraden water, rekening houdend met de gewenste energieproductie door waterkrachtcentrales, de gewenste drinkwatervoorziening en de behoefte aan water voor irrigatie.

*Stochastische analyse van oncogene mutaties* (O.J. Boxma)

Met een promovendus in de pathologie (RU Utrecht) is regelmatig gesproken over de stochastische analyse van tot tumoren leidende mutaties bij celdeling.

*Prestatie-analyse van een computernetwerk* (O.J. Boxma, W.P. Groenendijk)

Voor een computerfirma werden doorlooptijden en verblijftijden voor enige netwerkconfiguraties berekend.

*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.

*Ruimtelijke interpolatie* (J.H. van Schuppen)

Aan een medewerker van de LU Wageningen werden adviezen gegeven over een techniek voor ruimtelijke interpolatie.

*Signaalverwerking* (J.H. van Schuppen)

Aan een elektrotechnisch bedrijf werd een advies gegeven over een voorspingsprobleem.

*Gezondheidszorg* (J.H. van Schuppen)

Aan een onderzoeker werd een advies gegeven over een dynamisch model voor hart- en vaatziekten.

*Diversen*

Met verscheidene bedrijven en instellingen werd overlegd over het gezamenlijk verrichten van toepassingsgericht onderzoek.

## DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Werkgroep 'From time series to linear systems'*, TU Eindhoven, januari-mei: J.M. Schumacher, J.W. Polderman.

*Colloquium Interfaculteit Bedrijfskunde*, EU Rotterdam, 4-5 juni: J.M. Anthonisse (voordrachten).

*NFI-Werkgroep Beslissingsondersteunende systemen*, Noordwijkerhout, 20 juni: J.M. Anthonisse (voordracht), J.K. Lenstra (voordracht), M.W.P. Savelsbergh (voordracht); Amsterdam, 19 november: J.M. Anthonisse (reisverslag), M.W.P. Savelsbergh (demonstratie), S.L. van der Velde (demonstratie).

*Werkgroep Malliavincalculus*, Universiteit van Amsterdam, oktober-december: J.H. van Schuppen, P.J.C. Spreij.

*Informatika-Colloquium*, Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 15 oktober: G.A.P. Kindervater, J.K. Lenstra (voordracht).

*Colloquium Interfaculteit Actuariële Wetenschappen en Econometrie*, RU Groningen, 29 oktober: J.M. Anthonisse (voordracht).

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Werkbezoek Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge (USA), 14-16 januari: J.M. Anthonisse (voordracht).

*Elfde Bijeenkomst van Mathematisch Besliskundigen en Systeemtheoretici en Benelux Meeting on Systems and Control 1986*, Lunteren, 15-17 januari: J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk, G.A.P. Kindervater, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, J.W. Polderman (voordracht), J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, (voordracht), S.A. Smulders (voordracht), P.J.C. Spreij, S.L. van der Velde.

*Werkbezoek University of Chicago*, USA, 17-19 januari: J.M. Anthonisse (voordracht).

*Symposium Real-Time Optimization in Automated Manufacturing Facilities*,

- Gaithersburgh (USA), 20-23 januari: J.M. Anthonisse (voordracht).
- Tagung 'Kombinatorik'*, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (BRD), 20-24 januari: A. Schrijver (voordracht).
- Vierde Combinatorische Dag*, Wergemeenschap voor Discrete Wiskunde, Universiteit Twente, 29 januari: A. Schrijver.
- PANDATA-Seminar Business Logistics*, Bussum, 6 februari: J.M. Anthonisse, J.K. Lenstra (voordracht).
- Werkbezoek Philips Natuurkundig Laboratorium*, Eindhoven, 18 februari: J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen (voordracht).
- Werkbezoek Mathematisches Institut*, Universität Augsburg (BRD), 18-23 februari: A. Schrijver (voordracht).
- Werkbezoek Institut für Operations Research*, Universität Bonn (BRD), 4-5 maart: A. Schrijver (voordracht).
- Congress on Combinatorial Optimization*, Capri (Italië), 5-9 maart: M.W.P. Savelsbergh.
- Werkbezoek Computer Science Division*, University of California, Berkeley (USA), 10 maart - 31 juli: L. Stougie.
- Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april: J.L. van den Berg, O.J. Boxma, J.K. Lenstra (slotvoordracht), J.W. Polderman (voordracht), M.W.P. Savelsbergh, A. Schrijver, P.J.C. Spreij (voordracht).
- Statistische Dag 1986*, Tilburg, 3 april: B.J. Lageweg.
- Werkbezoek Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat*, Den Haag, 9 april: J.H. van Schuppen, S.A. Smulders (voordracht).
- ORSA/TIMS Meeting*, Los Angeles (USA), 14-16 april: L. Stougie (voordracht).
- Multi-attribute decision making via OR-based expert systems*, Universität Passau (BRD), 20-27 april: J.K. Lenstra (voordracht).
- Systeemtheoriedag*, Universiteit Twente, 13 april: J.W. Polderman, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, P.J.C. Spreij.
- Werkbezoek Abteilung Informatik*, Universität des Saarlandes, Saarbrücken (BRD), 25-26 april: A. Schrijver (voordracht).
- Greater New York's Graph Theory Day XI*, The New York Academy of Sciences, New York (USA), 3 mei: A. Schrijver (voordracht).
- Werkbezoeken Computer Science Division*, University of California, Berkeley (USA), 3 mei - 9 juni, 25 juni - 18 juli: J.K. Lenstra.
- Werkbezoek Bell Communications Research*, Morristown, New York (USA), 5-31 mei: A. Schrijver.
- Seminar on Decentralization*, Mathematical Science Research Institute, Berkeley (USA), 16-18 mei: J.K. Lenstra.
- Workshop on Parallel and Distributed Computation*, Mathematical Science Research Institute, Berkeley (USA), 19-23 mei: J.K. Lenstra, L. Stougie.
- Werkbezoek Laboratorium voor Theoretische Electriciteit en Toepassingen van de Sterkstroom*, RU Gent (België), 20-21 mei, 22-23 september: J.H. van Schuppen (voordracht).
- International Conference on New Horizons in System Theory*, Como (Italië),

- 26-30 mei: J.M. Schumacher (voordracht), J.H. van Schuppen.  
*18th Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, University of California, Berkeley (USA), 28-30 mei: J.K. Lenstra, L. Stougie.  
*Werkbezoek Mathematical Science Research Institute*, Berkeley, California (USA), 1-6 juni: A. Schrijver.  
*International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, CWI, Amsterdam, 2-6 juni: J.L. van den Berg, O.J. Boxma (voordracht), W.P. Groenendijk, J.H. van Schuppen (voordracht), P.J.C. Spreij, P.R. de Waal.  
*Symposium 'Wiskunde in Bedrijf'*, CWI, Amsterdam, 11 juni: J.K. Lenstra, M.W.P. Savelsbergh (demonstratie), J.H. van Schuppen.  
*Werkbezoek Philips Projektlaboratorium*, Geldrop, 19 juni: J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra.  
*Seventh International Conference on Analysis and Optimization of Systems*, Antibes (Frankrijk), 25-27 juni: J.H. van Schuppen (voordracht, sessievoorzitter).  
*Tagung 'Graphentheorie'*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach (BRD), 30 juni - 4 juli: A. Schrijver (voordracht).  
*Werkbezoek AT&T en Philips Telecommunicatie Bedrijven*, Hilversum, 3 juli: J.H. van Schuppen, P.R. de Waal.  
*Workshop on Modelling and Adaptive Control*, Sopron (Hongarije), 8-15 juli: J.W. Polderman (voordracht).  
*International Congress of Mathematicians*, Berkeley, California (USA), 3-12 augustus: A. Schrijver (voordracht).  
*Werkbezoek of School Operations Research and Industrial Engineering*, Cornell University, Ithaca, New York (USA), 11-15 augustus: A. Schrijver (voordracht).  
*Vijfde Combinatorische Dag*, Werkgemeenschap voor Discrete Wiskunde, KU Brabant, Tilburg, 29 augustus: A. Schrijver (voordracht).  
*Werkbezoek Lund University of Technology*, Zweden, 7-11 september: J.W. Polderman (voordracht).  
*1st World Congress of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability*, Tashkent (USSR), 8-14 september: P.J.C. Spreij (voordracht).  
*EURO VIII, Eight European Congress on Operational Research*, Lissabon (Portugal), 16-19 september: G.A.P. Kindervater (sessievoorzitter, voordracht), J.K. Lenstra (sessievoorzitter).  
*Werkbezoek PTT Telecommunicatie, Directoraat Infrastructuur*, Den Haag, 18 september: J.H. van Schuppen, P.R. de Waal.  
*Werkbezoek Department of Computer Science*, Eötvös Loránd University, Budapest (Hongarije), 21-26 september: A. Schrijver.  
*Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 6-7 oktober: J.K. Lenstra, A. Schrijver (voordracht).  
*Workshop on Flow Control of Congested Networks*, Capri (Italië), 13-17 oktober: J.L. van den Berg (voordracht), O.J. Boxma.  
*ORSA/TIMS Meeting*, Miami Beach (USA), 27-29 oktober: J.K. Lenstra

(tutorial).

*Werbezoek Sloan School of Management*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (USA), 30-31 oktober: J.K. Lenstra (voordracht).

*Werkbezoek School of Operations Research and Industrial Engineering*, Cornell University, Ithaca (USA), 2-7 november: J.K. Lenstra (drie voordrachten).

*Werkbezoek IIASA*, Laxenburg (Oostenrijk), 3-5 november: J.M. Anthonisse (voordracht).

*Werkbezoek Mathematical Programming Society*, New York (USA), 8 november: J.K. Lenstra (voordracht).

*Werkbezoek Institut für Mathematische Maschinen und Datenverarbeitung (Informatik)*, Friedrich-Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg (BRD), 24-26 november: O.J. Boxma (voordracht).

*NATO Advanced Research Workshop Modelling, Robustness and Sensitivity Reduction*, Groningen, 1-5 december: J.W. Polderman, J.M. Schumacher (sessievoorzitter), J.H. van Schuppen (sessievoorzitter), P.J.C. Spreij.

*20th Anniversary of the Groupe Combinatoire*, AFCET, Parijs (Frankrijk), 3-5 december: M.W.P. Savelsbergh, S.L. van der Velde.

*VIth Bonn Workshop on Combinatorial Optimization*, Bonn (BRD), 5-6 december: J.K. Lenstra (voordracht), A. Schrijver.

*Combinatorial Optimization and its Relation to Other Mathematical Areas*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach (BRD), 7-13 december: J.K. Lenstra (voordracht), A. Schrijver (voordracht).

*25th Conference on Decision and Control*, Athene (Griekenland), 10-12 december: J.W. Polderman (voordracht).

*Werkbezoek Department of Operations Research*, Aarhus Universitet (Denemarken), 15-17 december: A. Schrijver (voordracht).

#### BEZOEKERS

De afdeling ontving in het verslagjaar de volgende bezoekers. Indien zij een voordracht hielden wordt de titel daarvan vermeld.

H.A.P. Blom (Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium), 27 januari: Een classificatie van stochastische vergelijkingen in een hybride toestandsruimte levert praktisch bruikbare resultaten.

A.B. Kurzhanski (IIASA, Laxenburg, Oostenrijk), 6 februari: On control system dynamics under uncertainty conditions.

C. Heij (RU Groningen), 14 februari: Het modelleren van een eindig datarijtje.

R. Syski (University of Maryland; tijdelijk RU Utrecht), 17 maart: Energy in Markovian queues.

N. Christopeit (Universität Bonn, BRD), 20 maart: Consistency of isotonic regression estimates.

W.A. Rosenkrantz (University of Massachusetts, Amherst, USA), 14-16 april: Modeling and analysis of communication protocols for random access communication systems.

P.E. Caines (McGill University, Montréal, Canada), 21 april: Harmonizable

- processes and nonstationary system theory.
- B. Meister (IBM Research Laboratory, Zürich, Zwitserland), 9 mei.
- W. Respondek (Poolse Akademie van Wetenschappen; tijdelijk Universiteit Twente), 14 mei: Partial linearization of nonlinear control systems.
- H. Takagi (IBM Japan Science Institute, Tokyo, Japan), 9 juni.
- M.L. Balinski (Laboratoire d'Econometrie de l'Ecole Polytechnique, Parijs, Frankrijk), 12 juni.
- I. Gertsbakh (Ben Gurion University of the Negev, Beer-Sheeva, Israël), 23 juni: Problems of fleet optimization in transportation.
- S. Morse (Yale, USA), 17 juli: Simple algorithms for adaptive control.
- A. van de Liefvoort (University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA), 12 augustus.
- B.L. Fox (Université de Montréal, Canada), 14-15 augustus: Efficient rush-hour simulation.
- R. Marino (Second University of Rome, Italië; tijdelijk Universiteit Twente), 27 augustus: High-gain feedback in nonlinear control systems.
- R. Bordewisch (Nixdorf, Paderborn, BRD), 15 september: Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen - Aufgaben und Erfahrungen aus der Sicht eines Computerherstellers.
- C.I. Byrnes (Tempe, USA), 15-17 september: Control and stabilization of rigid bodies.
- A.J. van der Schaft (Universiteit Twente), 28 oktober: Toestandsrepresentaties van systemen beschreven door stelsels niet-lineaire hogere orde differentiaalvergelijkingen.
- G. Prastacos (Athens School of Economics and Business, Griekenland), 13 november.
- R.K. Boel (RU Gent, België), 18 november: Stabilizing feedback control of communication networks.
- R. Rider (University of California, Berkeley, USA), 24 november: Operations Research: the emergence of a discipline.
- J.A. Ball (Virginia Tech, Blacksburg, USA), 26 november: A geometric approach to model reduction.
- L. Baratchart (INRIA, Sophia-Antipolis, Frankrijk), 27 november: A differential viewpoint on the  $L^2$  rational approximation of linear dynamical systems.
- B.A. Francis (University of Toronto, Canada), 13-17 december: Attenuating disturbances on an uncertain plant.
- H. Bruneel (RU Gent, België), 15 december: Wachttijden bij STDM met meervoudige opeenvolgende transmissies.
- F. Soumis (Ecole Polytechnique de Montréal, Canada), 15-17 december: Real time scheduling: application to truck dispatching.
- J.-M. Rousseau (Université de Montréal, Canada), 15 december.

## VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- J.M. Anthonisse: Interactive planning. Bezoek Philipsdelegatie, CWI, Amsterdam 7 januari.
- J.M. Anthonisse: Interactieve produktieplanning in de kledingindustrie. *NFI-Werkgroep Beslissingsondersteunende systemen*, Noordwijkerhout, 20 juni.
- J.M. Anthonisse: Decision Support Systems from an OR point of view. *Seminar New Advances in Decision Support Systems*, IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 4 november.
- J.M. Anthonisse: Interactieve planning. *NFI-Werkgroep Beslissingsondersteunende systemen*, CWI, Amsterdam, 19 november.
- J.L. van den Berg: Throughput analysis of a flow-controlled communication network with buffer space limitations. *Workshop on Flow Control of Congested Networks*, Capri, Italië, 14 oktober.
- O.J. Boxma: Response times in cyclic queues. Bezoek Philipsdelegatie, CWI, Amsterdam, 7 januari.
- O.J. Boxma: Models of two queues: a few new views. *International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, CWI, Amsterdam, 3 juni.
- O.J. Boxma: Matrices en Markovketens. *Vakantiecursus 1986: Matrices*, CWI, Amsterdam, 16 augustus, en TU Eindhoven, 21 augustus.
- O.J. Boxma: Single-server, multi-queue systems with cyclic service. Univ. Erlangen-Nürnberg (BRD), 25 november.
- W.P. Groenendijk: Cyclische bediening van wachtrijen - een behoudswet voor de wachttijden. CWI, Amsterdam, 15 december.
- G.A.P. Kindervater: Parallel combinatorial algorithms. Bezoek Philipsdelegatie, CWI, Amsterdam, 7 januari.
- G.A.P. Kindervater: Experimenten met parallelle algoritmen voor combinatorische problemen. Voorjaarsbijeenkomst *Werkgemeenschap Theoretische Informatica*, RU Utrecht, 25 april.
- G.A.P. Kindervater:  $10 \times 10 = \dots$ : a parallel branch and bound algorithm for the job-shop problem. *Eight European Conference on Operational Research*, Lissabon, Portugal, 17 september.
- J.K. Lenstra: Interval scheduling. Bezoek Philipsdelegatie, CWI, Amsterdam, 7 januari.
- J.K. Lenstra: Interactieve planning: praktijk, informatica en wiskunde. *PANDATA-Seminar 'Business Logistics'*, Bussum, 6 februari.
- J.K. Lenstra: Het handelsreizigersprobleem: complexiteit en algoritmen. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 2 april.
- J.K. Lenstra: Interactive combinatorial planning methods. *Multi-attribute decision making via O.R.-based expert systems*, Universität Passau, BRD, 24 april.
- J.K. Lenstra: Multicriteria scheduling. *NFI-Werkgroep Beslissingsondersteunende systemen*, Noordwijkerhout, 20 juni.
- J.K. Lenstra: Complexiteitsclassificatie van combinatorische problemen.



- Informatika-Colloquium*, Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 15 oktober.
- J.K. Lenstra: Sequencing and scheduling: the tools available. *ORSA/TIMS Meeting*, Miami Beach, USA, 28 oktober.
- J.K. Lenstra: The parallel complexity of TSP heuristics. Operations Research Center, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA, 30 oktober.
- J.K. Lenstra: Parallel algorithms in combinatorial optimization. *Distinguished Lecturer Series in Discrete Optimization*, Cornell University, Ithaca, USA, 3,4,6 november.
- J.K. Lenstra: The parallel complexity of TSP heuristics. *VIth Bonn Workshop on Combinatorial Optimization*, Bonn, BRD, 6 december.
- J.K. Lenstra: The parallel complexity of TSP heuristics. *Combinatorial Optimization and its Relation to Other Mathematical Areas*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 10 december.
- J.W. Polderman: On two subsets of the parameter space in adaptive control problems. *Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory*, Lunteren, 16 januari.
- J.W. Polderman: De differentieerbaarheid van de oplossing van de algebraïsche Riccativergelijking. *Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1 april.
- J.W. Polderman: Adaptive pole assignment. TU Eindhoven, 24 juni; *Workshop on Modelling and Adaptive Control*, Sopron, Hongarije, 14 juli; Lund University of Technology, Zweden, 9 september.
- J.W. Polderman: Adaptive pole assignment by state feedback. RU Groningen, 15 oktober; *25th Conference on Decision and Control*, Athene, Griekenland, 10 december.
- M.W.P. Savelsbergh: Interactieve methoden voor de routing van voertuigen, Gastcollege TU Delft, 23 april.
- A. Schrijver: Disjoint paths in planar graphs. *Tagung 'Kombinatorik'*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 21 januari.
- A. Schrijver: Multicommodity flows. Mathematisches Institut, Universität Augsburg, BRD, 21 februari.
- A. Schrijver: Edge-disjoint paths in planar graphs with a hole. Institut für Operations Research, Universität Bonn, BRD, 5 maart.
- A. Schrijver: Polyhedral methods in combinatorial optimization. Abteilung Informatik, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, BRD, 25 april.
- A. Schrijver: Edge-disjoint paths in planar graphs. *Greater New York Graph Theory Day XI*, The New York Academy of Sciences, New York, USA, 3 mei.
- A. Schrijver: Two good characterizations in graph theory. Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA, 12 mei.
- A. Schrijver: Edge-disjoint paths in planar graphs. *Tagung 'Graphentheorie'*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 3 juli.
- A. Schrijver: Polyhedral combinatorics - recent developments. *International Congress of Mathematicians*, Berkeley, California, USA, 3 augustus.

- A. Schrijver: Disjoint paths in planar graphs. Cornell University, Ithaca, New York, USA, 13 augustus.
- A. Schrijver: Disjuncte paden in planaire grafen. *Vijfde Combinatorische Dag*, Wergemeenschap voor Discrete Wiskunde, KU Brabant, Tilburg, 29 augustus.
- A. Schrijver: Geometric methods in discrete optimization. *Symposium 'Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945'*, CWI, Amsterdam, 6 oktober.
- A. Schrijver: A homotopic circulation theorem. *Tagung 'Combinatorial Optimization and its Relation to other Mathematical Areas'*, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, BRD, 9 december.
- A. Schrijver: The cut rank of matrices. Aarhus Universitet, Denemarken, 16 december.
- J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders: System and control theory. Bezoek Philipsdelegatie, CWI, Amsterdam, 7 januari.
- J.M. Schumacher: Transformaties van stelsels lineaire differentiaalvergelijkingen. RU Groningen, 4 maart.
- J.M. Schumacher: Linear system transformations. *International Conference 'New Horizons in System Theory'*, Como, Italië, 30 mei.
- J.M. Schumacher: Lineaire modellen voor dynamische verschijnselen. *Vakantiecursus 1986: Matrices*, CWI, Amsterdam, 16 augustus, en TU Eindhoven, 22 augustus.
- J.H. van Schuppen: Stochastic realization and factor analysis. *Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory*, Lunteren, 16 januari.
- J.H. van Schuppen: Overload control for switches of communication systems. CWI, Amsterdam, 4 februari.
- J.H. van Schuppen: Adaptive control and adaptive filtering - Algorithms and convergence analysis. Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 18 februari.
- J.H. van Schuppen: Overload control for switches of communication systems. *International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, CWI, Amsterdam, 4 juni.
- J.H. van Schuppen: Stochastic realization problem and factor analysis. *Seventh International Conference on Analysis and Optimization of Systems*, Antibes, Frankrijk, 26 juni.
- J.H. van Schuppen: Prediction and control problems for freeway traffic. RU Gent, België, 23 september.
- S.A. Smulders: Avoiding the development of congestion on a freeway: modeling and prediction of traffic flow. *Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory*, Lunteren, 17 januari.
- P.J.C. Spreij: Twee centrale limietstellingen voor martingalen en hun toepassing voor recursieve schatters van de parameters van een telproces. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1 april.
- P.J.C. Spreij: Finite Markov chains adapted to a counting process. *1st World*

*Congress of the Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability, Tashkent, USSR, 8 september.*

L. Stougie: The test cover problem: algorithms and applications. *ORSA/TIMS Meeting*, Los Angeles, USA, 16 april.

L. Stougie: The test set cover problem. Mathematical Sciences Research Institute, Berkeley, USA, 1 juli.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

OS-R8601 R.K. BOEL, J.H. VAN SCHUPPEN. *Overload control for switches of communication systems - A two-phase model for call request processing.*

OS-R8602 J.W. POLDERMAN. *On the necessity of identifying the true parameter in adaptive LQ control.*

OS-R8603 O.J. BOXMA. *Models of two queues: a few new views.*

OS-R8604 J.M. SCHUMACHER. *Transformations of linear systems under external equivalence.*

OS-R8605 O.J. BOXMA, F.G. FORST. *Minimizing the expected weighted number of tardy jobs in stochastic flow shops.*

OS-R8606 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK. *Pseudo-conservation laws in cyclic-service systems.*

OS-R8607 A. SCHRIJVER. *Polyhedral combinatorics — some recent developments and results.*

OS-R8608 C. VAN HOESSEL, A. SCHRIJVER. *Edge-disjoint homotopic paths in a planar graph with one hole.*

OS-R8609 G.A.P. KINDERVATER, J.K. LENSTRA. *The parallel complexity of TSP heuristics.*

OS-R8610 A. SCHRIJVER. *Distances and cuts in planar graphs.*

OS-R8611 C.A.J. HURKENS, A. SCHRIJVER, E. TARDOS. *On fractional multicommodity flows and distance functions.*

OS-R8612 J.K. LENSTRA. *Interfaces between operations research and computer science.*

OS-R8613 P.J.C. SPREIJ. *Selfexciting counting process systems with finite state space.*

OS-R8614 G.A.P. KINDERVATER, J.K. LENSTRA. *Parallel computing in combinatorial optimization.*

OS-R8615 S.A. SMULDERS. *Modelling and simulation of traffic flow.*

OS-N8601 W.P. GROENENDIJK. *The M/G/1 queue with randomly alternating services.*

OS-N8602 J.L. VAN DEN BERG. *Queueing analysis of a virtual circuit in a computer communication network with window flow control.*

OS-N8603 J.W. POLDERMAN. *Adaptive pole assignment by state feedback.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- B1 J.M. ANTHONISSE, J.K. LENSTRA (1986). Operational research at the Centre for Mathematics and Computer Science. C.B. TILANUS, O.B. DE GANS, J.K. LENSTRA (eds.) *Quantitative Methods in Management: Case Studies of Failures and Successes*, John Wiley & Sons, Chichester, Ch. 30.
- B2 R.K. BOEL, J.H. VAN SCHUPPEN (1986). Overload control for switches of communication systems - A two-phase model for call request processing. O.J. BOXMA, J.W. COHEN, H.C. TIJMS (eds.). *Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, North-Holland, Amsterdam, 209-224.
- B3 O.J. BOXMA (1986). Models of two queues: a few new views. O.J. BOXMA, J.W. COHEN, H.C. TIJMS (eds.). *Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, North-Holland, Amsterdam, 75-98.
- B4 O.J. BOXMA, B. MEISTER (1986). Waiting-time approximations for cyclic-service systems with switch-over times. *Performance Evaluation Review* 14, 254-262.
- B5 O.J. BOXMA, F.G. FORST (1986). Minimizing the expected weighted number of tardy jobs in stochastic flow shops. *Operations Research Letters* 5, 119-126.
- B6 O.J. BOXMA (1986). A queueing model of finite and infinite source interaction. *Operations Research Letters* 5, 245-254.
- B7 O.J. BOXMA (1986). Efficiënt fietsenmaken. F. VERHULST (ed.). *Wiskunde in Utrecht*, Universiteitsdrukkerij RU Utrecht, Utrecht, 17-22.
- B8 W. COOK, J. FONLUPT, A. SCHRIJVER (1986). An integer analogue of Carathéodory's theorem. *Journal of Combinatorial Theory (B)* 40, 63-70.
- B9 W. COOK, A.M.H. GERARDS, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1986). Sensitivity theorems in integer programming. *Mathematical Programming* 34, 251-264.
- B10 A.M.H. GERARDS, A. SCHRIJVER (1986). Matrices with the Edmonds-Johnson property. *Combinatorica* 6, 365-379.
- B11 M. GRÖTSCHEL, L. LOVÁSZ, A. SCHRIJVER (1986). Relaxations of vertex packing. *Journal of Combinatorial Theory (B)* 40, 330-343.
- B12 G.A.P. KINDERVATER, J.K. LENSTRA (1986). An introduction to parallelism in combinatorial optimization. *Discrete Appl. Math.* 14, 135-156.
- B13 E.L. LAWLER, J.K. LENSTRA, A.H.G. RINNOOY KAN, D.B. SHMOYS (1986). Are you all salesmen, here? - The book is not closed on the TSP. *Optima* 19, 1-2.
- B14 H. NIJMEIJER, J.M. SCHUMACHER (1986). The regular local noninteracting control problem for nonlinear control systems.. *SIAM J. Contr. Opt.* 24, 1232-1245.
- B15 J.W. POLDERMAN (1986). A note on the structure of two subsets of the parameter space in adaptive control problems. *Systems & Control Letters* 7, 25-34.
- B16 J.W. POLDERMAN (1986). Adaptive pole assignment by state feedback. *Proceedings 25th Conference on Decision and Control*, IEEE Press, Piscataway, NJ (USA), 106-108.

- B17 J.W. POLDERMAN (1986). On the necessity of identifying the true parameter in adaptive LQ control. *Systems & Control Letters* 8, 87-91.
- B18 A. SCHRIJVER (1986). Polyhedral proof methods in combinatorial optimization. *Discrete Appl. Math.* 14, 111-133.
- B19 A. SCHRIJVER (1986). Geometric methods in discrete optimization. M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.). *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam, 111-137.
- B20 J.M. SCHUMACHER (1986). Residue formulas for meromorphic matrices. C.I. BYRNES, A. LINDQUIST (eds.). *Computational and Combinatorial Methods in Systems Theory*, North-Holland, Amsterdam, 97-112.
- B21 P.J.C. SPREIJ (1986). An on-line parameter estimation algorithm for counting process observations. *IEEE Trans. Information Theory* 32, 300-303.
- B22 P.J.C. SPREIJ (1986). Recursive parameter estimation for counting processes with linear intensity. *Stochastics* 18, 277-312.

#### *Overige publikaties*

- B23 J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.) (1986). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam.
- B24 J. BONTSEMA, R.F. CURTAIN, J.M. SCHUMACHER (1986). *Comparison of some partial differential equation models of flexible structures*, Rapport TW-270, Mathematisch Instituut, RU Groningen.
- B25 O.J. BOXMA, J.W. COHEN, H.C. TIJMS (eds.) (1986). *Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, North-Holland, Amsterdam.
- B26 O.J. BOXMA (1986). Matrices en Markovketens. *Vakantiecursus 1986: Matrices*, CWI Syllabus 10, CWI, Amsterdam, 79-102.
- B27 A.M.H. GERARDS, A. SCHRIJVER (1986). *Signed graphs — regular matroids — grafts*, Research Memorandum 237, Faculteit der Economische Wetenschappen, KU Brabant, Tilburg.
- B28 M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.) (1986). *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam.
- B29 L. LOVÁSZ, M. SAKS, A. SCHRIJVER (1986). *Orthogonal representations and connectivity of graphs*, Preprint Eötvös Lóránd University, Budapest.
- B30 C.L. MONMA, A. SCHRIJVER, M.J. TODD, V.K. WEI (1986). *A class of convex programs for resource allocation problems on directed acyclic graphs*, Preprint Bell Communications Research, Morristown, NJ (USA).
- B31 A. SCHRIJVER (1986). *Polyhedral and algorithms*, preprint (verschijnt in *Nieuw Archief voor Wiskunde*).
- B32 A. SCHRIJVER (1986). *Decomposition of graphs on surfaces and a homotopic circulation theorem*, preprint.
- B33 A. SCHRIJVER (1986). *Polyhedral combinatorics*, preprint (te verschijnen in *Handbook of Combinatorics*, North-Holland, Amsterdam).
- B34 A. SCHRIJVER (1986). *Theory of Linear and Integer Programming*, John

Wiley & Sons Chichester.

- B35 J.M. SCHUMACHER (1986). Lineaire modellen voor dynamische verschijnselen. *Vakantiecursus 1986: Matrices*, CWI Syllabus 10, CWI, Amsterdam, 61-77.
- B36 J.M. SCHUMACHER (1986). The seventh MTNS symposium, Stockholm, June 10-14, 1985. *CWI Newsletter 9*, 36-44.
- B37 C.B. TILANUS, O.B. DE GANS, J.K. LENSTRA (eds.) (1986). *Quantitative Methods in Management: Case Studies of Failures and Successes*, John Wiley & Sons, Chichester.

# 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 Analyse en getaltheorie

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

prof.dr. P.J. van der Houwen (chef)	[NW 1]
dr.ir. H.J.J. te Riele (souschef)	[NW 3], [NW 4]
prof.dr. H.A. van der Vorst (adviseur)	[NW 4]
prof.dr.ir. P. Wesseling (adviseur)	[NW 2]
dr. P.W. Hemker (wet. medewerker)	[NW 2], [NW 4]
drs. J. Kok (wet. medewerker)	[NW 4]
dr. J.G. Verwer (wet. medewerker)	[NW 1]
dr. W.H. Hundsdorfer (wet. medewerker)	[NW 1]
drs. E.M. de Goede (wet. medewerker)	[NW 1], [NW 4]
ir. B. Koren (wet. medewerker, STW)	[NW 2]
drs. J. Schlichting (wet. medewerker, CDC)	[NW 4]
ir. S.P. Spekrijse (wet. medewerker)	[NW 2]

ir. J.H.M. ten Thije Boonkamp (wet. medewerker)	[NW 1]
ir. F.W. Wubs (wet. medewerker, STW)	[NW 1], [NW 4]
M. Bergman (wet. assistent)	[NW 4]
mw. drs. J.G. Blom (programmeur)	[NW 1], [NW 4]
W.M. Lioen (programmeur)	[NW 3], [NW 4]
mw. drs. M. Louter-Nool (programmeur)	[NW 1], [NW 4]
B.P. Sommeijer (programmeur)	[NW 1], [NW 4]
D.T. Winter (programmeur)	[NW 3], [NW 4]
drs. P.M. de Zeeuw (programmeur)	[NW 2], [NW 4]
C. Boon (stagiair)	[NW 1]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen*

#### *1.1. Stabiliteit en convergentie*

*1.1.1. Convergentie-analyse van eenstapschema's in de methode der lijnen* (J.M. Sanz-Serna, J.G. Verwer). Veel numerieke schema's voor tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen kan men analyseren via de methode der lijnen. De methode der lijnen verschaft hierbij een toegang tot resultaten en technieken uit de numerieke analyse van gewone differentiaalvergelijkingen. In dit verband is voor Runge-Kutta-methoden de B-convergentie-analyse met het daaraan gerelateerde concept van orderreductie zeer relevant. Het gedane onderzoek heeft uitgewezen dat de meeste Runge-Kutta-methoden, impliciete zowel als expliciete, orderreductie ondergaan bij toepassing op semi-discrete partiële vergelijkingen. Deze reductie van de klassieke orde doet zich voor bij een gelijktijdige verfijning van het plaats-tijd rooster en heeft als oorzaak het ontbreken van additionele randvoorwaarden, welke, anders dan de natuurlijke randvoorwaarden, opgelegd worden door het gebruikte Runge-Kutta-schema. Op een vast plaatsrooster manifesteert dit verschijnsel zich via exceptioneel grote foutconstanten, welke onbegrensd kunnen groeien met de maaswijdte. Over het onderzoek is onder andere gerapporteerd op de *1986 ODE Conference* te Albuquerque, USA [NM-R8608] en [NM-R8619].

*1.1.2. De orde van B-convergentie van algebraïsch stabiele Runge-Kutta-methoden* (K. Burrage, W.H. Hundsdorfer). Bij toepassing van Runge-Kutta methoden op stijve differentiaalvergelijkingen blijkt het klassieke orde begrip een vertekend beeld te geven. Voor zulke problemen is de orde van B-convergentie een betere maat voor de te verwachten nauwkeurigheid. In een voorgaand onderzoek (NM-R8517) is bewezen dat voor stijve semi-lineaire problemen de orde van B-convergentie voor vele methoden één hoger is dan hun z.g. stage-order. In dit onderzoek is aangetoond dat voor de meer algemene klasse van dissipatieve niet-lineaire problemen een dergelijk resultaat slechts geldt voor een kleine klasse van Runge-Kutta-methoden, en dat zulke methoden hoogstens orde 3 in de klassieke zin kunnen hebben. Voor de meeste



algebraïsch stabiele Runge-Kutta-methoden is de orde van B-convergentie voor niet-lineaire problemen gelijk aan de stage-order.

*1.1.3. Monotoniceitseigenschappen van een Rosenbrock-methode* (W.H. Hundsdorfer). Voor een dissipatieve differentiaalvergelijking met stationaire oplossing  $u^*$ , is de afstand van  $u^*$  tot een willekeurige oplossing  $u(t)$  monotoon niet-stijgend met  $t$ . In dit onderzoek zijn nodige en voldoende voorwaarden geformuleerd opdat eenzelfde monotoniceitseigenschap geldt voor een klasse van eenvoudige Rosenbrock-methoden. De verkregen resultaten kunnen ook worden toegepast om globale convergentie te bewijzen voor modificatie van Newtons methode [NM-R8606].

*1.1.4. Lineaire stabiliteit van het Hopscotch-schema* (W.H. Hundsdorfer, J.G. Verwer). De Hopscotch-methode is een numerieke integratie methode voor tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen. Wat betreft de hoeveelheid (reken-) werk per tijdsstap is de methode vergelijkbaar met standaard expliciete methoden. In dit onderzoek zijn de stabiliteitseigenschappen van de Hopscotch-methode bekeken bij toepassing op lineaire begin-randvoorwaardeproblemen. Voor vaste plaatsroosters is een algemene stelling gegeven die toepasbaar is op parabolische problemen. Tevens is een gedetailleerde stabiliteitsanalyse gegeven van de meest gangbare Hopscotch-methode, het z.g. even-oneven schema, voor de één-dimensionale convectie-diffusievergelijking [NM-R8603].

*1.1.5. Adaptieve roostermethoden voor één-dimensionale tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen* (J.G. Blom, J.M. Sanz-Serna, J.G. Verwer). Mathematische modellering van processen van velerlei aard, uit bijvoorbeeld de fysica, chemie en electronica, leidt tot partiële differentiaalvergelijkingen waarvan de oplossingen zeer steile overgangen in zowel de plaats- als de tijdrichting bevat. Het benaderen van dergelijke oplossingen op vaste plaats- en tijdroosters kan aanleiding geven tot excessief hoge rekentijden, hetgeen reeds het geval kan zijn voor het relatief eenvoudige geval van één plaatsdimensie. Onderzocht zijn een drietal eenvoudige adaptieve roostermethoden die tijdens het integratieproces op automatische wijze de locatie van de roosterpunten aanpast aan de steilheid in de plaatsrichting. De methoden liggen ten grondslag aan een coördinatentransformatie gebaseerd op equidistributie van de tweede plaatsafgeleide en integreren aldus op een bewegend rooster (Lagrangiaanse benadering). De ervaringen tot nu toe zijn zeer positief, met name met een methode van het Crank-Nicolson-type. Het onderzoek naar deze methode zal worden voortgezet [NM-R8620].

## 1.2. Navier-Stokes-vergelijkingen

1.2.1. *Het odd-even Hopscotch pressure correction schema voor de berekening van vrije convectie.* (J.H.M. ten Thije Boonkkamp). Het odd-even Hopscotch-schema wordt gecombineerd met een pressure-correctionstechniek voor de berekening van vrije convectie in een vierkante holte. Dit is een testprobleem waarvoor een nauwkeurige stationaire referentie-oplossing beschikbaar is. De op te lossen vergelijkingen zijn de incompressible Navier-Stokes-vergelijkingen en de energie-vergelijking in Boussinesq-approximatie. Voor plaatsdiscretisatie wordt het z.g. 'staggered' rooster gebruikt. De druk wordt berekend uit een Poisson-vergelijking m.b.v. een multigrid methode. De berekende resultaten worden vergeleken met de beschikbare referentie-oplossing. Rapportage vindt begin 1987 plaats. Het onderzoek naar geschikte numerieke technieken voor het vrije convectieprobleem zal worden voortgezet.

1.2.2. *Het gedrag van het odd-even Hopscotch-schema voor een convectie-diffusie vergelijking met discontinue beginvoorwaarden.* (J.H.M. ten Thije Boonkkamp). Bij de berekening van de oplossing van het vrije convectie probleem bleek dat de odd-even Hopscotch-oplossing oscillaties vertoont indien de beginoplossing discontinu is. Dit gedrag wordt geanalyseerd voor een convectie-diffusievergelijking met discontinue beginvoorwaarden. Het blijkt dat de numerieke oplossing afhangt van de implementatie van het schema. Aangegeven wordt hoe de oscillaties kunnen worden beperkt. Rapportage vindt begin 1987 plaats.

## 1.6. Hyperbolische differentiaalvergelijkingen

Dit onderzoek diende mede als achtergrondonderzoek voor het STW-project Ondiepwatervergelijkingen.

1.6.1. *Tijdsdiscretisatie.* (P.J. van der Houwen, B.P. Sommeijer, K. Strehmel, R. Weiner). Runge-Kutta-Nyström- en speciale predictor-corrector methoden werden geconstrueerd voor de integratie van tweede orde differentiaalvergelijkingen waarvan de oplossing gedomineerd wordt door een oscillerende functie afkomstig van een periodiek inhomogene term [NM-R8604].

Voor eerste orde differentiaalvergelijkingen met oscillerende oplossingen werden impliciete Runge-Kutta-methoden geanalyseerd [NM-R8612].

1.6.2. *Plaatsdiscretisatie.* (P.J. van der Houwen, F.W. Wubs). Het in 1985 begonnen onderzoek naar discretisatieformules voor plaatsafgeleiden in Cauchy-problemen met in de plaatsvariabelen periodieke oplossingen werd voortgezet. Resultaten voor tweede orde afgeleiden werden gepubliceerd in [NM-R8605]. Dit onderwerp wordt (voorlopig) afgesloten.

1.6.3. *Lax-Wendroff-schema's* (E.M. de Goede). In het kader van een afstudeeropdracht werd het in 1985 aangevangen onderzoek aan Lax-Wendroff-achtige schema's voortgezet en uitgebreid met de toepassing van 'smoothing'

technieken om de stabiliteit van deze (expliciete) schema's te verhogen [NM-R8613]. Dit onderwerp werd met deze publikatie afgesloten.

### *1.7. Ondiepwatereberekeningen (STW)*

*1.7.3. Implementatie.* (F.W. Wubs). De implementatie van het programma is nagenoeg gereed. Het eigenlijke rekenhart kan zowel gekoppeld worden aan een eigen invoerprogramma als aan het WAQUA-systeem van Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium (dr. G. Verboom). Deze laatste mogelijkheid geeft toegang tot het doorrekenen van praktijkproblemen zoals de Anna-Frisopolder in de Ooster-Schelde en het Eems-Dollard estuarium. De gekozen rekenmethode is in hoge mate vectoriseerbaar. Over het programma is gerapporteerd in het *Colloquium Numerical Aspects of Vector and Parallel Processors*.

*1.8. Volterra-vergelijkingen* (J.G. Blom, H. Brunner, P.J. van der Houwen). In het verslagjaar werden de experimenten met de in 1985 ontwikkelde collocatiemethode voor algemene niet-lineaire Volterra-vergelijkingen van de tweede soort afgesloten met de publikatie van de FORTRAN-code COLV12 [NM-R8618]. Tevens werd CWI Monograph 3, voor een gedeelte gebaseerd op het afdelingsonderzoek aan Volterra-vergelijkingen gedurende de jaren 1977 t/m 1985, gepubliceerd.

*1.9. Analyse van 'smoothing' technieken* (C. Boon, P.J. van der Houwen, B.P. Sommeijer, F.W. Wubs). Een smoothing techniek voor de 'preconditioning' van de rechterlid functie van semi-discrete parabolische en hyperbolische differentiaalvergelijkingen werd geanalyseerd [NM-R8617]. Een analyse van dit soort technieken voor problemen met niet-periodieke randvoorwaarden zal begin 1987 verschijnen. Verder werd een begin gemaakt met het toepassen van smoothing technieken op elliptische randwaardeproblemen.

### *NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen*

*2.1. Defectcorrectie en theoretische achtergronden* (P.W. Hemker). Het onderzoek betrof de fundamentele analyse van de multirooster algoritmen en de samenhang met andere defectcorrectietechnieken. Bijzondere aandacht werd besteed aan de bestudering van convergentiebewijzen voor multigrid algoritmen en de convergentie-analyse van geneste iteratietechnieken. De resultaten zijn toegepast op de stationaire Euler-vergelijkingen voor niet-visceuze gasstromingen. Over het werk is gerapporteerd in de ISAM-86 conferentie te Weisig, DDR. Een publikatie zal verschijnen in de proceedings van deze conferentie.

## 2.2. Singulier gestoorde randwaardeproblemen

2.2.1. *Het gebruik van asymmetrische methoden.* (P.M. de Zeeuw). Voor elliptische partiële differentiaalvergelijkingen (in twee dimensies) met een convectieterm en een discontinue diffusiecoëfficiënt werd het onderzoek aan multiroostermethoden met matrixafhankelijke prolongaties en restricties afgerond. Deze operatoren blijken op grove roosters stabiele Galerkin-approximaties te genereren. Als resultaat werd een robuuste en efficiënte blackbox multigrid solver ontwikkeld die gebruikt kan worden als ieder andere standaard subroutine voor het oplossen van lineaire systemen met een bandstructuur. Het programma (in FORTRAN 77) werd toegepast op een serie als moeilijk bekend staande problemen en bleek essentieel robuuster en efficiënter te zijn dan bij de standaard aanpak. Een rapport over het onderzoek zal binnenkort verschijnen.

2.2.2. *Oplossing van de stationaire Navier-Stokes-vergelijkingen als perturbatie van de Euler-vergelijkingen.* (P.W. Hemker, J.J. Rusch). Een oriënterend onderzoek naar de mogelijkheid de Navier-Stokes-vergelijkingen met een groot Reynoldsgetal te beschouwen als een verstoring van de Euler-vergelijkingen werd afgerond. Met behulp van de in 1984-85 ontwikkelde oplosmethode voor de Euler-vergelijkingen kunnen de compressibele Navier-Stokes-vergelijkingen worden opgelost via een defectcorrectie-achtige techniek. Het werd duidelijk dat vooral de behandeling van de randcondities en de roosteraanpassing in grenslagen de nodige aandacht vergt. Over het onderzoek dat zich in deze fase tot eerste orde nauwkeurige methoden beperkte, is gerapporteerd in [NM-R8623].

2.2.3. *Oplossing van monotone tweede orde discretisaties van de stationaire vergelijkingen van Navier-Stokes.* (STW) (B. Koren). Uitgevoerd is een theoretisch onderzoek naar tweede orde nauwkeurige, monotone discretisaties van het convectieve en diffusieve deel van de vergelijkingen. Gekozen is voor een upwind-biased discretisatie van het convectieve deel, en een centrale discretisatie van het diffusieve deel. Voor de upwind-biased discretisatie is een nieuwe limiter geconstrueerd.

Als oplossingsmethode was reeds gekozen voor een defectcorrectie proces. Een theoretisch onderzoek is uitgevoerd naar drie verschillende, binnen het defectcorrectie proces te inverteren operatoren. De drie mogelijkheden zullen experimenteel nader worden onderzocht.

Rapportage over het theoretisch onderzoek en de numerieke experimenten zal in 1987 plaatsvinden. In voorbereiding is eveneens een rapport over een vergelijkend onderzoek naar multigrid methoden voor de stationaire vergelijkingen van Navier-Stokes.

*2.2.4. Toepassing van de MDCP-techniek.* (P.W. Hemker). De in 1984 ontwikkelde MDCP-techniek, waarbij in een defectcorrectie proces een nauwkeurige instabiele en een onnauwkeurige stabiele operator gecombineerd worden, werd met succes toegepast voor het berekenen van inwendige grenslagen in stationaire Euler-stromingen (contact-discontinuïteiten). Over dit werk werd gerapporteerd in de *4th International Conference on Boundary and Interior Layers, Computational and Asymptotic Methods* te Novosibirsk, USSR. Een verslag zal verschijnen in de proceedings van deze conferentie.

*2.2.5. Het halfgeleider probleem.* (P.W. Hemker). Een oriënterend onderzoek werd begonnen voor het numeriek oplossen van het stationaire halfgeleider probleem (the semiconductor device simulation equations). De aandacht beperkte zich nog tot het stelsel van drie vergelijkingen in één ruimte-dimensie. In het bijzonder gaat de interesse uit naar de mogelijke toepassing van de multirooster techniek voor het verkrijgen van goede beginschattingen voor het Newton-iteratie proces dat gebruikt wordt voor het oplossen van het discrete niet-lineaire stelsel.

### *2.3. Adaptieve methoden*

In verband met de beperkte mankracht kon aan dit onderwerp in 1986 nauwelijks aandacht worden besteed.

### *2.4. Toepassing op stromingsproblemen*

*2.4.1. Niet-lineaire multiroostertechnieken voor de Euler-vergelijkingen.* (P.W. Hemker, B. Koren, S.P. Spekrijse). In dit onderzoek is voor het oplossen van de gediscretiseerde Euler-vergelijkingen een FMG-FAS-multiroostermethode ontwikkeld. De discretisatie is gebaseerd op Osher's benaderende Riemann-oplosser. Door middel van de eindige-volume techniek werden voor de grof-net correcties op de verschillende roosters een rij geneste Galerkin-benaderingen geconstrueerd. Met het gebruik van een niet-lineaire collectieve Gauss-Seidel-relaxatie als smoothing operator werd een zeer efficiënte oplosmethode verkregen.

Voor deze methode, die in hoofdlijnen in 1984-85 ontwikkeld werd, zijn in 1986 diverse verfijningen onderzocht. Door Hemker is onderzocht:

- (i) tau-extrapolatie t.b.v. een hogere dan tweede orde nauwkeurigheid,
- (ii) een stroomlijn-upwind versie van het Osher-schema t.b.v. een betere nauwkeurigheid bij transsonen stromingsberekeningen, en
- (iii) een remedie tegen mogelijk optredende 'sonic glitches'.

Door Spekrijse is onderzocht:

- (i) een randvoorwaarde behandeling voor gekromde vaste wanden met een lokale modellering van het effect van de wand-kromming en
- (ii) de discretisatie van brontermen t.b.v. bijvoorbeeld een lijn-distributie van impuls en energiebronnen.

Door Koren zijn de hiervoor genoemde verfijningen in numerieke experimenten onderzocht.

Een publikatie over het werk verscheen in de proceedings van de *Tenth International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics* [N10].

2.4.2. *Multigrid oplossing van monotone tweede orde discretisaties van scalaire hyperbolische behoudswetten.* (S.P. Spekrijse). Door gebruik te maken van limiters in de plaatsdiscretisatie blijkt het mogelijk te zijn om tweede orde nauwkeurige, monotone schema's te ontwikkelen voor algemene niet-lineaire scalaire hyperbolische behoudswetten. Voor het oplossen van de gediscrètiseerde vergelijkingen is een efficiënte multigrid strategie ontwikkeld door gebruik te maken van een blok-Gauss-Seidel-onder-relaxatie. Een rapport over het onderzoek verscheen als [NM-R8611]. Medio 1987 zal tevens een publikatie in *Mathematics of Computation* verschijnen.

2.4.3. *Een vergelijkend onderzoek naar multigrid methoden voor de Euler-vergelijkingen.* (P.W. Hemker). Een vergelijkend onderzoek naar de verschillende methoden om d.m.v. multiroostertechnieken de Euler-vergelijkingen voor niet-visceuze stromingen op te lossen werd verder uitgewerkt. Samen met dr. G.M. Johnson (Institute for Computational Studies, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA) werd een overzicht van verschillende mogelijkheden opgesteld. Dit overzicht zal in 1987 verschijnen als een hoofdstuk in een SIAM-publikatie.

2.5. *Toepassing van de voor de Euler-vergelijkingen verkregen onderzoeksresultaten op stromingsproblemen (STW)* (B. Koren). Over stromingsberekeningen uitgevoerd aan een transsonne windtunnel-sectie van de TU Delft is gerapporteerd in [NM-R8601]. De verkregen rekenresultaten stemmen goed overeen met de meetresultaten, en de ontwikkelde automatische roosteraanpassing blijkt uitstekend te werken.

Ten behoeve van stromingsberekeningen aan vleugelprofielen zijn onderzocht: diverse tweede orde discretisaties en het defectcorrectie proces. Voor elk van de van belang zijnde typen stromingen is een favoriete discretisatie gevonden. Defectcorrectie blijkt voor alle beschouwde typen stromingen een zeer efficiënt oplossingsproces te zijn. Uitvoering van de berekeningen op de CYBER 205 vectorcomputer gaf, zoals verwacht, slechts een geringe versnelling door vectorisatie. Over deze stromingsberekeningen is gerapporteerd in [NM-R8616].

De verkregen ervaring is gebruikt bij het uitvoeren van profielstromingsberekeningen t.b.v. een GAMM-Workshop voor de Euler-vergelijkingen. Aan de GAMM-Workshop is deelgenomen door P.W. Hemker en B. Koren. Tijdens de Workshop bleek duidelijk dat de ontwikkelde rekenmethode resultaten van uitstekende kwaliteit levert en zeer efficiënt is. Nieuw was de toepassing van de tau-extrapolatie (NW 2.4.1). Duidelijk bleek dat tau-extrapolatie een nauwkeurige berekening mogelijk maakt van (min of meer) gladde profielstromingen op een zeer grof rooster. Over de t.b.v. de GAMM-Workshop uitgevoerde stromingsberekeningen is gerapporteerd in [NM-R8621]. Deze publikatie zal ook in de Workshop-proceedings verschijnen.

Naar aanleiding van een uitnodiging tot deelname aan een jubileum-congres van de Contactgroep Numerieke Stromingsleer zijn berekeningen uitgevoerd aan profielstromingen met daarin een modellering van een propeller. Ten behoeve van deze modellering (trekkende-schijf-model) zijn de Euler-vergelijkingen met brontermen onderzocht (zie ook NW 2.4.1). De modellering bleek tot goede resultaten te leiden en ook efficiënt te zijn. Aan het congres is deelgenomen door B. Koren en S.P. Spekreijse. Over de uitgevoerde stromingsberekeningen is gerapporteerd in [NM-R8622]. Een publikatie zal in de proceedings van het congres verschijnen.

### *NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer*

3.1. *Bevriende getallen* (H.J.J. te Riele). Het in het vorig verslagjaar aangekondigde overzicht van alle bekende bevriende getallenparen kwam gereed [NM-N8603]. Dit rapport omvat alle bekende paren van bevriende getallen onder de grens  $10^{52}$ , exclusief de paren onder de grens  $10^{10}$  welke reeds eerder werden gepubliceerd (NM-R8503, [N23]).

In het kader van het functioneren van het CWI als 'Centre for Amicable Pairs' werden nog enkele honderden door onderzoekers van buiten het CWI ontdekte bevriende getallenparen verzameld. Dit bracht het totale aantal, eind 1986 bekende, bevriende paren op 12022.

3.2. *Het verschil  $pi(x) - li(x)$*  (H.J.J. te Riele). De in het vorig verslagjaar aangekondigde publikatie kwam gereed [NM-R8609].

3.3. *Factorisatie van grote getallen op de CYBER 205* (W.M. Lioen, H.J.J. te Riele, D.T. Winter). Een van de motivaties voor dit onderzoek is de interesse die er vanuit de cryptografie bestaat om te weten wat het grootste getal is dat met behulp van de beste bekende methode en met de snelste bekende computer(s) in redelijke tijd in priemfactoren kan worden ontbonden. Op grond van deze informatie kan men dan de sleutel van bepaalde cryptografische systemen zodanig kiezen dat een (bijna) veilig systeem ontstaat. De kwadratische zeefmethode van C. Pomerance voor het factoriseren van grote natuurlijke getallen werd, voorzien van een door P. Montgomery voorgestelde 'multiple polynomial' -wijziging, op de CYBER 205 van SARA geïmplementeerd. Verscheidene zeer grote getallen waarvan de ontbinding niet bekend, maar wel gewenst was, werden met behulp van deze implementatie gefactoriseerd. Het grootste ontbonden getal  $((7^{**}104 + 1)/(2.17.169553)$ , een samengesteld getal van 82 cijfers, met kleinste priemfactor 1771 29884 61899 42308 16453 48353) is het grootste getal dat ooit (d.w.z. tot en met het einde van het verslagjaar) met behulp van de kwadratische zeefmethode op één enkele computer in factoren is ontbonden. Een belangrijk deel van de in dit onderzoek benodigde rekentijd werd door de *ZWO Werkgroep Gebruik Supercomputers* beschikbaar gesteld. Bij diverse gelegenheden werd over dit onderzoek gerapporteerd. Een publikatie is in voorbereiding.

## NW 4 Numerieke programmatuur

### 4.1. Numerieke programmatuur in Ada

4.1.1. *Ontwikkeling van numerieke programmatuur in de programmeertaal Ada.* (J. Kok, D.T. Winter, M. Bergman). De programmeertaal Ada is in de eerste plaats ontworpen voor het programmeren van grote besturingssystemen. Algemeen wordt echter verwacht dat Ada ook intensief gebruikt zal worden in grootschalige wetenschappelijke berekeningen. Hiervoor is het noodzakelijk dat grote basis-programmatheken voor (numerieke) berekeningen in Ada beschikbaar komen.

In 1985 werd in samenwerking met numerici in Engeland en Ierland o.l.v. dr. B. Ford van NAG (Oxford) begonnen met het vervaardigen van een prototype Ada-programmatheek voor grootschalig wetenschappelijk rekenwerk met in acht neming van aanvaarde richtlijnen hiervoor, waarbij de implementeerbaarheid van wiskundige methoden in overdraagbare modules onderzocht wordt.

In het verslagjaar werd gewerkt aan de implementatie, het testen en het standaard documenteren van overdraagbare elementaire wiskundige functies in Ada en van operaties uit de lineaire algebra. Gebruik werd gemaakt van de eigen Ada-voorzieningen van het CWI voor testen en draaien van Ada-programma's. Voorts werden activiteiten ontplooid om tot een internationaal aanvaarde gemeenschappelijke definitie van de elementaire functies in Ada te komen.

In samenwerking met numerici in Duitsland en Engeland werd een start gemaakt met het ontwikkelen van methoden voor het (automatisch) toepassen van aritmetiek in hogere nauwkeurigheid (z.g. Karlsruhe-aritmetiek) bij complexere numerieke algoritmen. Daartoe werd allereerst gewerkt aan een Ada-versie van deze nauwkeurige aritmetiek.

Over de werkzaamheden werd gerapporteerd in vergaderingen van de *Ada-Europe Numerics Working Group* (Brussel), de *SiGAda Joint Meeting* in Pittsburgh, PA (USA), de *GAMM Arbeitstagung Rechnerarithmetik, wissenschaftliches Rechnen und Programmiersprachen* in Karlsruhe, en het *Seminar Numerical Computation and Libraries in Ada*, in Linköping (Zweden).

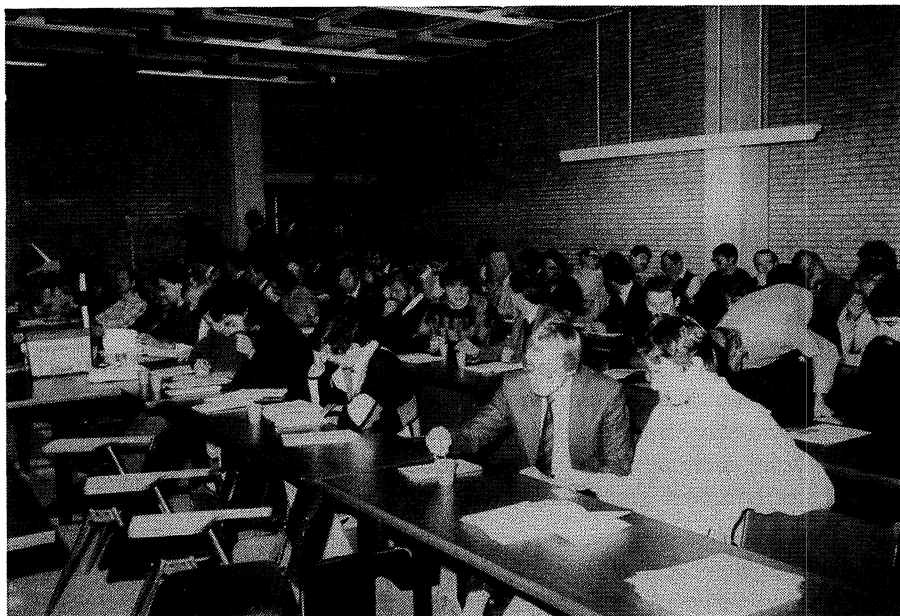
### 4.2. Vectorprogrammatuur

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 CRAY 1). Hierbij spelen vectorisatie- en parallelisatietechnieken een grote rol.

Voorts wordt numerieke programmatuur voor vectorcomputers ontwikkeld en beschikbaar gesteld in de NUMVEC-library (zie 4.2.4.).

Dit project is ten dele een verlengstuk van binnen het NW-onderzoek reeds lopende projecten. Over onderdelen van dit project werden door verscheidene leden van de afdeling bijdragen geleverd aan het *Colloquium Numerical Aspects of Vector and Parallel Processors*.





*Het zeer geslaagd nationaal colloquium 'Numerical Aspects of Vector and Parallel Processors', door het CWI georganiseerd in samenwerking met de Technische Universiteit Delft en de Universiteit van Amsterdam, trok gemiddeld ruim 75 deelnemers.*

**4.2.1. BLAS op de CYBER 205.** (M. Louter-Nool). De in het vorig verslagjaar voor de CYBER 205 ontwikkelde reële en complexe BLAS subprograms werden uitgebreid met de mogelijkheid om te werken met negatieve increment waarden (deze optie is niet opgenomen in de standaard CDC CYBER 205 BLAS). Een publikatie hierover zal begin 1987 verschijnen. De complete verzameling wordt begin 1987 aan TOMS (*Transactions on Mathematical Software*) aangeboden.

**4.2.2. Dubbele precisie BLAS op de CYBER 205.** (J. Schlichting). Een implementatie van de dubbele precisie BLAS subprograms werd ontworpen, waarbij gestreefd werd naar de snelst mogelijke algoritmen met gebruikmaking van de specifieke eigenschappen van de CYBER 205. Het ontwerp voorziet in het gebruik van negatieve increment waarden. Het onderzoek is afgesloten; een publikatie is in voorbereiding.

4.2.3. *Bidiagonale lineaire stelsels op de Cyber 205.* (J. Schlichting, H.A. van der Vorst). Een aantal algoritmen werd onderzocht voor de oplossing van grote bidiagonale systemen op de CYBER 205. De opzet van het reeds in het vorig verslagjaar begonnen onderzoek was om zo snel mogelijke algoritmen te ontwikkelen met gebruikmaking van de specifieke mogelijkheden van de CYBER 205. Het onderzoek is afgesloten; een publikatie met algoritmen en testresultaten zal binnenkort verschijnen.

4.2.4. *NUMVEC.* (H.J.J. te Riele, W.M. Lioen, M. Louter-Nool, B.P. Sommeijer, D.T. Winter, P.M. de Zeeuw). NUMVEC is een bibliotheek van NUMerieke software voor VECTORprocessors en parallele processoren in FORTRAN. De documentatie sluit zo veel mogelijk aan bij die van de 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 evt. 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 het verslagjaar werden de volgende bijdragen in NUMVEC opgenomen:

Naam: BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms)  
 Auteur: M. Louter-Nool  
 Doel: Het uitvoeren van elementaire vectoroperaties zoals die veelvuldig voorkomen in de lineaire algebra  
 Vectorisatie: FORTRAN 200 met vector-syntax uitbreidingen, en special call statements waar nodig.  
 Documentatie: NM-R8524 (te verschijnen in *Parallel Computing*)

Naam: BDMG  
 Auteur: B.P. Sommeijer  
 Doel: De tijdsintegratie van een semi-discrete, scalaire parabolische differentiaalvergelijking, gedefinieerd op een rechthoekig gebied. De algoritme is gebaseerd op een terugwaartse differentiatiemethode waarbij de niet-lineaire stelsels worden opgelost m.b.v. een multigrid techniek.  
 Vectorisatie: De code is geschreven in auto-vectoriseerbare ANSI FORTRAN 77.  
 Documentatie: NM-R8610

Naam: CCRMCF, CCRPCF, GAUJOR  
 Auteurs: W. Hoffmann, W.M. Lioen

- Doel: Het oplossen van de matrixvergelijking  $AX=B$ , waarbij  $B$  een enkele vector kan zijn, of ook een matrix van meerdere rechterleden. CCRMCF en CCRPCF lossen een stelsel lineaire vergelijkingen op met één rechterlid-vector d.m.v. LDU-ontbinding van de matrix  $A$ , en wel met behulp van z.g. mixed pivoting (CCRMCF) en partial pivoting (CCRPCF). GAUJOR lost een stelsel lineaire vergelijkingen op met een matrix van rechterleden, d.m.v. Gauss-Jordan-eliminatie met behulp van partial pivoting.
- Vectorisatie: De routines zijn geschreven in FORTRAN 200 voor de CYBER 200 serie, met vector-syntax uitbreidingen. Waar nodig is gebruik gemaakt van 'special call statements'.
- Documentatie: NM-R8614
- Naam: MGD1V en MGD5V
- Auteur: P.M. de Zeeuw
- Doel: Het oplossen van lineaire stelsels die zijn ontstaan uit 7-punts discretisatie van elliptische partiële differentiaalvergelijkingen in twee dimensies, m.b.v. de 'zaagtand'-multigrid methode. Als relaxatie wordt toegepast: incomplete LU (MGD1V) resp. incomplete lijn LU (MGD5V).
- Vectorisatie: De code is geschreven in auto-vectoriseerbare ANSI FORTRAN 77
- Documentatie: NM-R8624

Door gebrek aan mankracht konden de in het vorig verslagjaar aangekondigde Complexe Extended BLAS- en Long integer aritmetiek-bijdragen nog niet voltooid worden.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Conferenties*

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen.* Zie hiervoor het verslag van de Landelijke Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde.

##### *Colloquia*

*Numerical Aspects of Vector and Parallel Processors.* Dit colloquium, georganiseerd in samenwerking met de Universiteit van Amsterdam en de Technische Universiteit Delft, ging in september 1985 van start en heeft tot doel te bestuderen wat de invloed is van de in de laatste jaren verschenen vector- en parallelle processoren op de keuze en het ontwerp van numerieke algoritmen voor deze processoren en op het gebruik van geheugen- en I/O-faciliteiten.

De proceedings van de in 1985 en 1986 gepresenteerde voordrachten zullen in de loop van 1987 verschijnen.

In het verslagjaar vonden zes bijeenkomsten plaats; het aantal deelnemers bedroeg gemiddeld 60. De volgende voordrachten werden verzorgd:

Op 31 januari:

W. Hoffmann (Mathematisch Instituut, Universiteit van Amsterdam): Gaussian elimination on a vectorcomputer.

Th.L. van Stijn (KNMI, de Bilt): Direct simulation of atmospheric boundary layer flow.

H.M. Amman (Vakgroep Macro-economie, Universiteit van Amsterdam): Applying the CYBER 205 for optimal control experiments in economics.

P.M. de Zeeuw en P.W. Hemker (CWI, afd. NW): Multigrid methods for elliptic PDE's, II.

Op 28 februari:

W. Zijl (Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft): Numerical simulation of fluid flow in porous media.

E. D'Hollander (Laboratorium voor Electronica en Meettechniek, RU Gent, België): Computer aided data flow analysis for the conversion of serial programs into parallel form.

P. van Dooren (Philips, Brussel, België): A note on downdating the Cholesky factorization.

A. Harmsen (A&A, Automatisering en Adviesbureau, Hilversum): Array processors from Star Technologies, CSPI and DSP systems.

Wayne A. Ray (Control Data, Minneapolis, USA): CYBERPLUS, a vehicle for developing the next generation of applications.

Op 21 maart:

W. Ravenek (Scheikundig Laboratorium, VU Amsterdam): Vectorization of quantum chemical programs.

J. Smit en J.C. Vink (Instituut voor Theoretische Fysica, Universiteit van Amsterdam): Simulations in quantum chromodynamics.

D. Hilhorst (CNRS en Laboratoire d'Analyse Numérique, Université de Paris-Sud), H.D.A. Braam en H.J. Sips (Laboratorium voor Technische Natuurkunde, TU Delft): Some methods for the automatic parallelization of programs; the hyperplane method and its application on the Delft Parallel Processor.

C.G. van der Laan (Rekencentrum, RU Groningen): Programming environments for vector and parallel processors.

Op 25 april:

F.W. Wubs (CWI, afd. NW): An explicit shallow-water equations solver for use on the CYBER 205.

P.A.J. Perrels (Waterloopkundig Laboratorium, Delft): Implementation of a 2DV program on the CRAY 1.

J.B. Vos (Afd. der Lucht- en Ruimtevaarttechniek, TU Delft): The calculation

of chemical reacting turbulent boundary layers using the CRAY 1 supercomputer.

H.J.J. te Riele, W.M. Lioen en D.T. Winter (CWI, afd. NW): Factorization of large integers on vector- and parallel processors.

Op 30 mei:

(Deze bijeenkomst, tijdens welke enkele internationaal vermaarde experts optraden, werd mede mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van Control Data Benelux).

Jack Dongarra (Argonne National Laboratory, Illinois, USA): Algorithm design for different computer architectures.

D.V. Anderson (Lawrence Livermore National Laboratory, USA): Parallel computing and multitasking.

O. Axelsson en V. Eijkhout (KU Nijmegen): Vectorization of incomplete factorization methods for three-dimensional difference matrices partitioned into plane or line blocks.

Dianne P. O'Leary (University of Maryland, USA): Computing the QR factorization on a parallel computer.

Op 13 juni:

J.H.J. van Opheusden (Afd. Technische Natuurkunde, Universiteit Twente): Molecular dynamics simulation of a lipid monolayer on the CYBER 205.

L.C.H. van Corler en J.H. van Lenthe (Vakgroep Theoretische Chemie, RU Utrecht): Parallel adaptation of a (vectorized) quantumchemical program system.

Randy E. VanKooten (Myrias Research Corporation, Edmonton, Alberta, Canada): A powerful new programming model for parallel computation.

S.G.J.L. Schoemaker (Sperry Information System Group, Amsterdam): The Sperry ISP, an integrated vector processor.

### *Cursussen*

*Pascal*. In maart verzorgde J. Kok een cursus *Inleiding Pascal* voor een overheidsinstelling. (De overige cursussen *Inleiding Pascal* voor SARA en voor een overheidsinstelling werden door H.P. Dijkhuis (STO) verzorgd).

### *Werkgroepen*

*Differentiaal- en integraalvergelijkingen*. Leiding en organisatie berusste bij P.J. van der Houwen, H.J.J. te Riele en J.G. Verwer. De werkgroep kwam in het verslagjaar zesmaal bijeen. Hieronder volgt de lijst van sprekers, met de titels en data van hun voordrachten.

J. van Kan (TU Delft): Drukcorrectiemethoden voor visceuze incompressibele stromingen, 9 april.

- W.H. Enright (University of Toronto, Canada): The automatic solution of discontinuous IVPS, 29 mei.
- M. Nakashima (RWTH Aachen, BRD): Pseudo Runge-Kutta processes, 2 juni.
- P.P.B. Eggermont (University of Delaware, Newark, USA): Benadering van niet-gladde oplossingen van Abel-Volterra-vergelijkingen van de tweede soort, 20 augustus.
- J.C. Butcher (University of Auckland, Nieuw-Zeeland): Linear and nonlinear stability for general linear methods, 10 september.
- K.E. Karlsson (ASEA Research and Innovation, Vasteras, Zweden): Numerical integration of differential algebraic (DA-) systems, 8 december.

### *Seminaria*

*Algemene Werkbespreking van de afdeling Numerieke Wiskunde.* Hierin werd door leden van de afdeling over hun recente onderzoek gerapporteerd en gediscussieerd.

In het verslagjaar vonden de volgende voordrachten plaats:

- S.P. Spekreijse: Multigrid oplossing van scalaire behoudswetten, 8 januari.
- F.W. Wubs: Aspecten van ondiepwatereberekeningen, 15 januari.
- J. Kok: CWI/Werkzaamheden in Ada, 22 januari.
- B. Koren: Euler flow solutions for a transonic windtunnel and a transonic airfoil, 5 februari.
- H.J.J. te Riele: Numerieke berekeningen met betrekking tot het verschil  $\pi(x) - li(x)$ , 12 februari.
- W.H. Hundsdorfer: B-convergentie voor impliciete Runge-Kutta-methoden, 26 maart.
- P.J. van der Houwen, T. de Vries, F.W. Wubs: Exponentieel aangepaste discretisatieformules, 23 april.
- P.J. van der Houwen, B.P. Sommeijer: Dispersie van (diagonaal) impliciete Runge-Kutta-methoden, 14 mei.
- P.W. Hemker: Accuracy improvement during MG-iteration with application to the Euler equations, 21 mei.
- J.G. Verwer: De orde van Runge-Kutta 4 voor een hyperbolische differentiaalvergelijking, 18 juni.
- J.H.M. ten Thijsse Boonkamp: De odd-even hopscotch pressure-correction methode voor de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen, 22 oktober.
- P.J. van der Houwen, C. Boon, F.W. Wubs: Preconditioning van elliptische differentievergelijkingen door middel van smoothing, 29 oktober.
- B.P. Sommeijer, P.J. van der Houwen: Diagonaal impliciete Runge-Kutta-Nyström-methoden en hun dispersieve eigenschappen, 5 november.
- S.P. Spekreijse: Discretisatie en oplossing van de Euler-vergelijkingen met brontermen, 12 november.
- P.M. de Zeeuw: Matrix-afhankelijke prolongaties en restricties in multigrid algoritmen, 19 november.
- W.H. Hundsdorfer: Stabiliteit van projectie-methoden voor een klasse van

differentiaal-algebraïsche vergelijkingen, 26 november.

J.G. Verwer, J.G. Blom, J.M. Sanz-Serna: Adaptieve roostermethoden voor 1D-tijdsafhankelijke PDVs, 3 december.

B. Koren: Verbeterde randvoorwaarden bij de Euler-vergelijkingen, eerste aanzet tot het oplossen van de Navier-Stokes-vergelijkingen, 10 december.

H.J.J. te Riele: Cellulaire automaten, 17 december.

## SAMENWERKING EN CONSULTATIES

### *Project halfgeleiderberekeningen*

*Een numerieke studie van een 1D-scalair modelvergelijking* (W.H. Hundsdorfer, B.P. Sommeijer, J.G. Verwer). In opdracht van Philips/CAD-Centre/MSW zijn voor een tijdsafhankelijke modelvergelijking, een scalair convectie-diffusieprobleem, een aantal integratietechnieken onderzocht welke van praktisch belang zijn voor numerieke simulatie programma's voor de echte tijdsafhankelijke halfgeleidervergelijkingen. De studie heeft geresulteerd in het advies de bekende BDF methode te implementeren. Dit advies is door de opdrachtgever overgenomen. De ervaring met de BDF methode toegepast op realistische praktijkproblemen is zeer positief gebleken [NM-N8602].

*Onderzoek beginschattingen* (P.J. van der Houwen, W.H. Hundsdorfer, B.P. Sommeijer, J.G. Verwer). Als vervolg op de bovenstaande opdracht wordt een studie uitgevoerd naar het efficiënt numeriek oplossen van de gediscretiseerde, niet-lineaire halfgeleidervergelijkingen met behulp van het Newton-proces. Het specifieke onderwerp van onderzoek zijn de 1D stationaire halfgeleidervergelijkingen welke een transistor modelleren. Het onderzoek concentreert zich op het vinden van geschikte beginschattingen voor dit Newton-proces, in afhankelijkheid van een opgelegd spanningsverloop bij de transistor. Ten tijde van deze verslaggeving loopt het onderzoek nog. Rapportage zal plaatsvinden begin 1987.

### *Project numerieke programmatuur in Ada*

*Ada* (M. Bergman, J. Kok, D.T. Winter). In het kader van een EG-opdracht tot het maken (in een consortium o.l.v. NAG, Oxford) van 'pilot' implementaties van de basismodulen van numerieke programmatheken in Ada werd gewerkt aan de implementatie, het testen en documenteren van elementaire wiskundige functies en van modulen voor basis lineaire algebra operaties.

*DIAMOND* (H.P. Dijkhuis (STO), J. Kok, A.G. Steenbeek (STO), 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 begonnen aan een Ada-implementatie van de z.g. Karlsruhe-aritmetiek.

## DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

- Workshop on Semiconductor Equations*, Philips/CAD Centre/MSW, Eindhoven, 13 februari: W.H. Hundsdorfer, J.G. Verwer (voordracht).
- Contactgroep Numerieke Stromingsleer*, Eindhoven, 24 februari: J.H.M. ten Thije Boonkkamp en Delft, 20 oktober: P.W. Hemker, B. Koren (voordracht), S.P. Spekreijse (voordracht), J.H.M. ten Thije Boonkkamp.
- Wiskunde/Informatica Colloquium*, TU Eindhoven, 10 juni: H.J.J. te Riele (voordracht).
- Project Parallele Algoritmiëk*, TU Delft, 24 september: W.M. Lioen, M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele.
- Introductie & Oriëntatie Lezingenserie*, Universiteit van Amsterdam, 7 oktober: H.J.J. te Riele (voordracht).
- Werkgroep WGM Numerieke Wiskunde*, RU Utrecht, 3 november: P.W. Hemker, W.H. Hundsdorfer, J.H.M. ten Thije Boonkkamp (voordracht), J.G. Verwer.
- Introductie Lezingenserie*, RU Groningen, 11 november: H.J.J. te Riele (voordracht).
- CYBER 205-Gebruikersdag*, SARA, Amsterdam, 18 november: W.M. Lioen (voordracht), M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele.
- Kaleidoscoop Lezingencyclus*, RU Utrecht, 26 november: H.J.J. te Riele (voordracht).
- Super(computer)dag*, Rekencentrum TU Delft, 4 december: H.J.J. te Riele (voordracht).
- Voordracht Cellulaire Automaten en Fluid Flow Modelling*, Shell, Rijswijk, 9 december: H.J.J. te Riele, S.P. Spekreijse, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, P.M. de Zeeuw.

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

- Werkbezoeken Waterloopkundig Laboratorium*, (dr.ir. G.J. Verboom) Delft, eenmaal per twee weken: F.W. Wubs.
- DIAMOND Project Group*, München (BRD), 5-6 februari; Karlsruhe (BRD), 13-14 mei; Oxford (UK), 5 september; Brussel (België), 29 oktober (Review Meeting); Amsterdam, 2 december: J. Kok, D.T. Winter.
- Project Group Pilot Implementations in Ada*, Brussel (België), 13 februari, 14 maart (Review Meeting), 27 juni (Review Meeting), 18 september, 28 november (Review Meeting); Edinburgh (Schotland), 9 mei; Linköping (Zweden), 22 oktober: J. Kok, D.T. Winter (op 22 oktober ook M. Bergman).
- Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel (België), 14 februari en 19 september, Edinburgh (Schotland), 8 mei: J. Kok, D.T. Winter (voordrachten).
- 14th International Seminar on Applied Mathematics (ISAM 86)*, Weisig (DDR), 10-14 maart: P.W. Hemker.
- Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2



- april: P.J. van der Houwen, W.H. Hundsdorfer, B. Koren, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, S.P. Spekreijse, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, J.G. Verwer, F.W. Wubs, P.M. de Zeeuw.
- Ada-Europe Conference*, Edinburgh (Schotland), 5-8 mei: J. Kok, D.T. Winter.
- GAMM-Workshop on the Numerical Solution of Incompressible Euler Flows*, INRIA, Rocquencourt (Frankrijk), 10-13 juni: P.W. Hemker, B. Koren, S.P. Spekreijse.
- 10th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics*, Peking (Volksrepubliek China), 23-27 juni: P.W. Hemker.
- 4th International Conference on Boundary and Interior Layers, Computational and Asymptotic Methods*, Novosibirsk (USSR), 4-11 juli: P.W. Hemker.
- Werkbezoek Argonne National Laboratory*, Argonne, Illinois (USA), 6-21 juli: J. Kok.
- IFIP WG 2.5 Open Sessions*, Argonne, Illinois (USA), 15-16 juli: J. Kok.
- International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven (België), 21-26 juli: W.H. Hundsdorfer, J.H.M. ten Thije Boonkkamp.
- SIGAda Meeting en Numerics Workshop*, Pittsburgh (USA), 22-25 juli: J. Kok (voordracht).
- 1986 ODE Conference*, Albuquerque (USA), 28 juli-1 augustus: P.J. van der Houwen, J.G. Verwer.
- Werkbezoek Karels-Universiteit*, Praag (TsjechoSlowakije) (prof. I. Marek), 1-8 september: P.W. Hemker.
- Conferentie van Numeriek Wiskundigen*, Zeist, 29 september - 1 oktober: P.W. Hemker, P.J. van der Houwen, B. Koren, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, S.P. Spekreijse, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, J.G. Verwer.
- GAMM Arbeitstagung Rechnerarithmetik, wissenschaftliches Rechnen und Programmiersprachen*, Karlsruhe (BRD), 2-3 oktober: J. Kok (voordracht).
- Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 6-7 oktober: J.G. Blom, P.J. van der Houwen, J. Kok, W.M. Lioen, M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, J.G. Verwer, P.M. de Zeeuw.
- Seminar Numerical Computation and Libraries in Ada*, Linköping (Zweden), 21 oktober: M. Bergman, J. Kok (voordracht), D.T. Winter.
- Gastcolleges CNR Institute*, Napels (Italië), 3-7 november: P.J. van der Houwen.
- Werkbezoek Universiteit van Napels* (Italië), 7 november: P.J. van der Houwen.

#### BEZOEKERS

De afdeling werd ondermeer bezocht door de volgende gasten.

- J.L. Nicolas (Université de Limoges, Frankrijk), 5-6 mei.  
 W. Enright (University of Toronto, Canada), 28-30 mei.  
 J. Dongarra (Argonne National Laboratory, USA), 29-30 mei.  
 D.P. O'Leary (University of Maryland, USA), 29-30 mei.  
 D.V. Anderson (Lawrence Livermore National Laboratory, USA), 29-30 mei.

- M. Nakashima (RWTH Aachen, BRD), 2 juni.  
 P.P.M. Eggermont (University of Delaware, Newark, USA), 20 augustus.  
 A.M. Odlyzko (AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, USA), 19 september.  
 J.C. Butcher (University of Auckland, Nieuw-Zeeland), 1-12 september.  
 G. Meurant (Commissariat a L'Energie Atomique, Centre d'Études de Limeil Valenton, Frankrijk), 26 september.  
 J.M. Sanz-Serna (Universiteit van Valladolid, Spanje), 2-3 oktober.  
 H. Brunner (Memorial University of Newfoundland, Canada), 15-17 oktober.  
 M. Erl (NAG, Oxford, UK), 1-2 december.  
 H.C. Fischer (Universiteit van Karlsruhe, BRD), 1-2 december.  
 R. Hagenmüller (Siemens, München, BRD), 1-2 december.  
 G.S. Hodgson (NAG, Oxford, UK), 1-3 december.  
 C. Ullrich (Universiteit van Karlsruhe, BRD), 1-2 december.  
 P.J.L. Wallis (University of Bath, UK), 1-2 december.  
 J. Wolff van Gudenberg (Universiteit van Karlsruhe, BRD), 1-2 december.  
 A. Zöllner (Siemens, München, BRD), 1-2 december.  
 K.E. Karlsson (ASEA Research and Innovation, Vasteras, Zweden), 8 december.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- P.W. Hemker: On the numerical solution of the Euler equations for inviscid flow. Technische Universität Dresden, DDR, 13 maart.  
 P.W. Hemker: A nonlinear multigrid method for the steady Euler equations. INRIA, Rocquencourt, Frankrijk, 12 juni.  
 P.W. Hemker: A nonlinear multigrid method for the efficient solution of the steady Euler equations. *10th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics*, Peking, Volksrepubliek China, 23 juni.  
 P.W. Hemker: On the computation of boundary layers in Eulerian gas flows. *4th International Conference on Boundary and Interior Layers, Computational and Asymptotic Methods*, Novosibirsk, USSR, 7 juli.  
 P.W. Hemker: Efficient solution of the steady Euler equations of inviscid gas flows. *VSTEZ-conferentie*, Pilzen, Tsjechoslowakije, 4 september.  
 P.J. van der Houwen: Smoothing operators for explicit difference schemes. *1986 ODE Conference*, Albuquerque, USA, 1 augustus.  
 P.J. van der Houwen: Classification of Volterra equations and connections with differential equations. CNR Institute, Napels, Italië, 3 november.  
 P.J. van der Houwen: Quadrature formulae. CNR Institute, Napels, Italië, 4 november.  
 P.J. van der Houwen: Convergence of VLM methods. CNR Institute, Napels, Italië, 5 november.  
 P.J. van der Houwen: Stability of VLM methods. CNR Institute, Napels, Italië, 5 november.  
 P.J. van der Houwen: Convergence and stability of VRK methods. Universiteit van Napels, Italië, 7 november.

- W.H. Hundsdorfer: De orde van convergentie van Runge-Kutta-methoden voor stijve differentiaalvergelijkingen. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- W.H. Hundsdorfer: Monotonicity of a simple Rosenbrock scheme. *International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, België, 21-26 juli.
- J. Kok: Ada style recommendations. *Ada-Europe Numerics Working Group* Brussel, België, 14 februari.
- J. Kok: Proposal for standard functions in Ada. *SIGAda Meeting*, Pittsburgh, USA, 22-25 juli.
- J. Kok: Towards standard elementary functions in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 19 september.
- J. Kok: High quality mathematical software in Ada. *GAMM Arbeitstagung Rechnerarithmetik, wissenschaftliches Rechnen und Programmiersprachen*, Karlsruhe, BRD, 2-3 oktober.
- J. Kok: The specification of elementary functions in Ada. *Seminar Numerical Computation and Libraries in Ada*, Linköping, Zweden, 21 oktober.
- B. Koren: Evaluatie van defect-correctie en tweede orde discretisatie van multigrad oplossingen van profielstromingen beschreven door de stationaire Euler-vergelijkingen. Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, Amsterdam, 25 maart.
- B. Koren: Evaluatie van defect-correctie en tweede orde schema's voor de multigrad oplossingen van profielstromingen, beschreven door de stationaire Euler-vergelijkingen. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- B. Koren: Evaluation of a nonlinear multigrad method for the steady Euler equations. INRIA, Rocquencourt, Frankrijk, 12 juni.
- B. Koren: Stromingsberekeningen aan vliegtuigprofielen. Excursie studenten Studievereniging Chr. Huygens naar het CWI, Amsterdam, 17 september.
- B. Koren: Evaluation of multigrad and defect-correction for the efficient solution of the steady Euler equations. *Contactgroep Numerieke Stromingsleer*, Delft, 20 oktober.
- W.M. Lioen: Complexe (matrix-) vector-aritmetiek. CYBER 205-Gebruikersdag, SARA, Amsterdam, 18 november.
- H.J.J. te Riele: Over het teken van  $\pi(x) - li(x)$ . *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- H.J.J. te Riele: De kwadratische zeeffactorisatie-methode op de CYBER 205. *Wiskunde/Informatica Colloquium*, TU Eindhoven, 10 juni.
- H.J.J. te Riele: Getaltheorie op de computer. *WCW Open Dag*, 4 oktober.
- H.J.J. te Riele: Computers in getaltheorie. *Introductie & Oriëntatie Lezingenserie*, Universiteit van Amsterdam, 7 oktober.
- H.J.J. te Riele: Priemgetallen en computers. *Introductie Lezingenserie*, RU Groningen, 11 november.
- H.J.J. te Riele: Het vermoeden van Mertens. *Kaleidoscoop Lezingencyclus*, RU Utrecht, 26 november.
- H.J.J. te Riele: Factorisatie van grote getallen met behulp van de kwadratische

- zeef op de CYBER 205. *Super(computer)dag*, Delft, 4 december.
- B.P. Sommeijer: Runge-Kutta(-Nyström) -methoden met hoge orde van dispersie. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- S.P. Spekreijse: Monotone tweede orde upwind discretisaties voor de stationaire Euler-vergelijkingen. Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, Amsterdam, 25 maart.
- S.P. Spekreijse: Monotone tweede orde upwind discretisaties voor hyperbolische behoudswetten. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- S.P. Spekreijse: Multigrid and defect-correction for the efficient solution of the steady Euler equations. *Contactgroep Numerieke Stromingsleer*, Delft, 20 oktober.
- J.H.M. ten Thijsse Boonkamp: De odd-even hopscotch methode voor de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- J.H.M. ten Thijsse Boonkamp: The odd-even hopscotch method for the incompressible Navier-Stokes equations. *International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, België, 21-26 juli.
- J.H.M. ten Thijsse Boonkamp: The odd-even hopscotch pressure correction method for incompressible fluid flow. *Werkgroep WGM Numerieke Wetenschap*, RU Utrecht, 3 november.
- J.G. Verwer: Projection methods. *Workshop on Semiconductor Equations*, Philips/CAD Centre/MSW, Eindhoven, 13 februari.
- J.G. Verwer: De stabiliteit van het odd-even hopscotch schema voor meerdimensionale convectie-diffusievergelijkingen. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april.
- J.G. Verwer: Convergence analysis of one-step schemes in the method of lines. *1986 ODE Conference*, Albuquerque, USA, 30 juli.
- F.W. Wubs: Exponentieel gefitte differentieformules. *Tweëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 April.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- NM-R8601 B. KOREN. *Euler flow solutions for a transonic windtunnel section.*
- NM-R8602 P.W. HEMKER, G.M. JOHNSON. *Multigrid approaches to the Euler equations.*
- NM-R8603 W.H. HUNSDORFER, J.G. VERWER. *Linear stability of the hopscotch scheme.*
- NM-R8604 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, K. STREHMEL, R. WEINER. *On the numerical integration of second-order initial value problems with a periodic forcing function.*
- NM-R8605 P.J. VAN DER HOUWEN, F.W. WUBS. *The method of lines and exponential fitting.*

- NM-R8606 W.H. HUNSDORFER. *A note on the monotonicity of a Rosenbrock method.*
- NM-R8607 K. BURRAGE, W.H. HUNSDORFER. *The order of B-convergence of algebraically stable Runge-Kutta methods.*
- NM-R8608 J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER. *Convergence analysis of one-step schemes in the method of lines.*
- NM-R8609 H.J.J. TE RIELE. *On the sign of the difference  $\pi(x) - li(x)$ .*
- NM-R8610 B.P. SOMMEIJER. *NUMVEC FORTRAN library manual, Chapter: Parabolic PDEs Routine: BDMG.*
- NM-R8611 S.P. SPEKREIJSE. *Multigrid solution of monotone second-order discretizations of hyperbolic conservation laws.*
- NM-R8612 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *Phase-lag analysis of implicit Runge-Kutta methods.*
- NM-R8613 E. DE GOEDE. *Stabilization of the Lax-Wendroff methods and a generalized one-step Runge-Kutta method for hyperbolic initial-value problems.*
- NM-R8614 W. HOFFMANN, W.M. LIOEN. *NUMVEC FORTRAN library manual, Chapter: Simultaneous Linear Equations.*
- NM-R8615 J.H.M. TEN THIJSE BOONKAMP. *The odd-even hopscotch pressure correction scheme for the incompressible Navier-Stokes equations.*
- NM-R8616 B. KOREN. *Evaluation of second order schemes and defect correction for the multigrid computation of airfoil flows with the steady Euler equations.*
- NM-R8617 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, F.W. WUBS. *Analysis of smoothing operators in the solution of partial differential equations by explicit difference schemes.*
- NM-R8618 J.G. BLOM, H. BRUNNER. *Discretized collocation and iterated collocation for nonlinear Volterra integral equations of the second kind.*
- NM-R8619 J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER. *Stability and convergence in the PDE/stiff ODE interphase.*
- NM-R8620 J.G. BLOM, J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER. *On simple moving grid methods for one-dimensional evolutionary partial differential equations.*
- NM-R8621 P.W. HEMKER, B. KOREN. *A non-linear multigrid method for the steady Euler equations.*
- NM-R8622 B. KOREN, S.P. SPEKREIJSE. *Multigrid and defect correction for the efficient solution of the steady Euler equations.*
- NM-R8623 J.J. RUSCH. *The use of defect-correction for the solution of the 2-D compressible Navier-Stokes equations with large Reynolds number.*
- NM-R8624 P.M. DE ZEEUW. *NUMVEC FORTRAN library manual, Chapter: Elliptic PDEs, Routines: MGDIV and MG5V.*
- NM-N8601 E. DE GOEDE. *Het vergelijken van eindige differentieschema's voor het numeriek oplossen van hyperbolische differentiaalvergelijkingen.*
- NM-N8602 W.H. HUNSDORFER, B.P. SOMMEIJER, J.G. VERWER. *A numerical study of a 1D-scalar semi-conductor model equation.*
- NM-N8603 H.J.J. TE RIELE, W. BORHO, S. BATTIATO, H. HOFFMANN, E.J. LEE. *Table of Amicable Pairs between  $10^{10}$  and  $10^{52}$ .*
- NM-N8604 T.P. DE VRIES. *Plaatsdiscretisatie van hyperbolische differentiaal-*

*vergelijkingen van de tweede orde met periodieke oplossingen.*

NM-N8605 J.H.M. TEN THIJF BOONKKAMP. *A note on the behaviour of the odd-even hopscotch scheme for a convection diffusion problem with discontinuous initial data.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

N1 H. BRUNNER, P.J. VAN DER HOUWEN (1986). *The numerical solution of Volterra equations.* CWI Monograph 3, North-Holland, Amsterdam.

N2 K. BURRAGE, W.H. HUNSDORFER, J.G. VERWER (1986). A study of B-convergence of Runge-Kutta methods. *Computing* 36, 17-34.

N3 B. FORD, J. KOK, M.W. ROGERS (eds.) (1986). *Scientific Ada*, Cambridge University Press, Cambridge (UK).

Hierin de volgende vier bijdragen van CWI-ers:

N4 J. KOK. *Ada style recommendations*, 81-85.

N5 D.T. WINTER. *The implementation of standard functions in Ada*, 146-154.

N6 J. KOK. *Two Ada mathematical functions packages for use in real time*, 180-188.

N7 G.T. SYMM, B.A. WICHMANN, J. KOK, D.T. WINTER. *Guidelines for the design of large modular scientific libraries in Ada*, 209-376.

N8 P.W. HEMKER (1986). Defect correction and higher order schemes for the multigrid solution of the steady Euler equations. W. HACKBUSCH, U. TROTTEBERG (eds.). *Multigrid Methods*, Lecture Notes in Mathematics 1228, Springer-Verlag, 149-165.

N9 P.W. HEMKER (1986). On the computation of layers in Eulerian gas flows. *Proceedings of the BAIL IV Conference, Novosibirsk*, Boole Press.

N10 P.W. HEMKER, B. KOREN, S.P. SPEKREIJSE (1986). A nonlinear multigrid method for the efficient solution of the steady Euler equations. *Proceedings of the Tenth International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Beijing, 1986*, Lecture Notes in Physics 264, Springer-Verlag, 308-313.

N11 P.W. HEMKER, S.P. SPEKREIJSE (1986). Multiple grid and Osher's scheme for the efficient solution of the steady Euler equations. *Appl. Numer. Math.* 2, 475-493.

N12 P.J. VAN DER HOUWEN (1986). Spatial discretization of hyperbolic equations with periodic solutions. *Int. J. Numer. Methods Eng.* 23, 1395-1406.

N13 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, C.T.H. BAKER (1986). On the stability of predictor-corrector methods for parabolic equations with delay. *IMA J. Numer. Anal.* 6, 1-23.

N14 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER (1986). Reduction of dispersion in hyperbolic difference schemes by adapting the space discretization. *J. Comp. Appl. Math.* 16, 203-214.

N15 P.J. VAN DER HOUWEN (1986). Discretization of hyperbolic differential equations with periodic solutions. K. STREHMEL (ed.). *Numerical Treatment of Differential Equations* (Proc. 3rd Halle Seminar 1985), Teubner-Texte zur Mathematik 82, 75-79.

N16 P.J. VAN DER HOUWEN B.P. SOMMEIJER, K. STREHMEL, R. WEINER

- (1986). On the numerical integration of second-order initial value problems with a periodic forcing function. *Computing* 37, 195-218.
- N17 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, J.G. VERWER, F.W. WUBS (1986). Numerical analysis of the shallow water equations. J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam, 235-268.
- N18 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, H.B. DE VRIES (1986). Generalized predictor-corrector methods of high order for the time integration of parabolic differential equations. *ZAMM* 66, 12, 595-605.
- N19 W.H. HUNSDORFER (1986). Stability and B-convergence of linearly implicit Runge-Kutta methods. *Numer. Math.* 50, 83-95.
- N20 J. VAN DE LUNE, H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER (1986). On the zeros of the Riemann zeta function in the critical strip. IV. *Math. Comp.* 46, 667-681.
- N21 H.J.J. TE RIELE (1986). Applications of Supercomputers in computational mathematics. 205 *Newsletter*, Univ. of Manchester Regional Computer Centre, Number 5, Winter 1985-1986 (appeared February 1986).
- N22 H.J.J. TE RIELE, PH. SCHROEVERS (1986). A comparative survey of numerical methods for the linear generalized Abel integral equation. *Z. Angew. Math. u. Mech.* 66, 163-173.
- N23 H.J.J. TE RIELE (1986). Computation of all the amicable pairs below  $10^{10}$ . *Math. Comp.* 47, 361-368 and Supplement S9-S40.
- N24 H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER (1986). The tetrahexes puzzle. *CWI Newsletter* 10, 33-39.
- N25 H.J.J. TE RIELE, W.M. LIOEN, D.T. WINTER (1986). New factorization records on supercomputers. *CWI Newsletter* 10, 40-42.
- N26 J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER (1986). Conservative and nonconservative schemes for the solution of the nonlinear Schrödinger equation. *IMA J. Num. Anal.* 6, 25-42.
- N27 J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER (1986). A study of the recursion  $y(n+1)=y(n)+\tau y^m(n)$ . *J. Math. Anal. Appl.* 116, 456-464.
- N28 B.P. SOMMEIJER (1986). On the economization of explicit Runge-Kutta methods. *Appl. Numer. Math.* 2, 57-68.
- N29 B.P. SOMMEIJER, P.J. VAN DER HOUWEN, B. NETA (1986). Symmetric linear multistep methods for second-order differential equations with periodic solutions. *Appl. Numer. Math.* 2, 69-77.
- N30 P. SONNEVELD, P. WESSELING, P.M. DE ZEEUW (1986). Multigrid and conjugate gradient acceleration of basic iterative methods. K.W. MORTON, M.J. BAINES (eds.). *Proc. Numerical Methods for Fluid Dynamics II*, Clarendon Press, 347-368.
- N31 S.P. SPEKREIJSE (1986). Second order accurate upwind solutions of the 2-D steady state Euler equations by the use of a defect correction method. W. HACKBUSCH, U. TROTTEBERG (eds.). *Multigrid Methods*, Lecture Notes in Mathematics 1228, Springer-Verlag, 285-300.
- N32 J.G. VERWER (1986). Convergence and order reduction of diagonally

- implicit Runge-Kutta schemes in the method of lines. D.F. GRIFFITHS, G.A. WATSON (eds.). *Numerical Analysis* (Proc. Dundee Conference 1985), Pitman Research Notes in Mathematics Series 140, 220-237.
- N33 J.G. VERWER (1986). On the convergence of the method of lines approximations in partial differential equations. K. STREHMEL (ed.). *Numerical Treatment of Differential Equations* (Proc. 3rd Halle Seminar 1985), Teubner-Texte zur Mathematik 82, 181-188.
- N34 J.G. VERWER (1986). On the shift parameter in the backward beam method for parabolic problems for preceding times. *Comp. Math. with Appl.* 12A, 309-318.
- N35 F.W. WUBS (1986). Stabilization of explicit methods for hyperbolic partial differential equations. *Int. J. Numer. Meth. Fluids* 6, 641-657.
- N36 F.W. WUBS (1986). Performance evaluation of explicit shallow-water equations solvers on the Cyber 205. W. SCHÖNAUER, W. GENTZSCH (eds.). *The Efficient Use of Vector Computers with Emphasis on Computational Fluid Dynamics* (Proc. GAMM-Workshop, Karlsruhe, March 1985), Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 126-137.



# Verslag van de Afdeling Programmatuur

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- AP 1 Concurrency
- AP 2 Formele specificatiemethoden
- AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen
- AP 4 Interactieve tekstverwerking
- AP 5 Expertsystemen en andere aspecten van kunstmatige intelligentie

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

prof.dr. J.W. de Bakker (chef)	[AP 1]
prof.dr. J.A. Bergstra (adviseur)	[AP 2], [AP 3]
dr. M. Bezem (wet. medewerker)	[AP 5]
drs. F.S. de Boer (wet. medewerker)	[AP 1]
drs. N.W.P. van Diepen (wet. medewerker)	[AP 3]
mw. drs. S. van Egmond (wet. medewerker)	[AP 4]
drs. A. Eliëns (wet. medewerker)	[AP 5]
mw. ir. L.C. van der Gaag (wet. medewerker)	[AP 5]
drs. R.J. van Glabbeek (wet. medewerker)	[AP 2]
drs. H.J.M. Goeman (RU Leiden, gedetacheerd)	[AP 2]
drs. F.C. Heeman (wet. medewerker)	[AP 4]
J. Heering (wet. medewerker)	[AP 3]
drs. P.R.H. Hendriks (wet. medewerker)	[AP 3]
prof.dr. P. Klint (projectleider)	[AP 3]
prof.dr. J.W. Klop (projectleider)	[AP 2]
drs. J.N. Kok (SION-medewerker)	[AP 1]

mw. drs. M.H. Logger (BSO, gedetacheerd)	[AP 3]
drs. P.J.F. Lucas (projectleider)	[AP 5]
drs. J. Rekers (wet. medewerker)	[AP 3]
dr. P.M. Rodenburg (wet. medewerker)	[AP 2]
drs. J.J.M.M. Rutten (wet. medewerker)	[AP 1]
drs. F.W. Vaandrager (wet. medewerker)	[AP 2]
drs. A. Verhoog (BSO, gedetacheerd)	[AP 3]
prof.dr. J.C. van Vliet (projectleider)	[AP 4]
drs. J.B. Warmer (wet. medewerker)	[AP 4]
M.H.J. Berndsen (stagiair)	[AP 5]
H.B.P. Knops (stagiair)	[AP 5]
H.W. Lenferink (assistent)	[AP 5]
R.G. van Soest (stagiair)	[AP 5]

#### WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*AP 1 Concurrency* (J.W. de Bakker, F.S. de Boer, A. Eliëns, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten). Het onderzoek binnen het project concurrency viel uiteen in een aantal deelprojecten: werkzaamheden ten behoeve van ESPRIT-project 415, onderzoek binnen het SION-project 'Semantiek van functioneel programmeren en dataflow', vergelijkende studie van de wiskundige grondslagen van de semantiek van concurrency, semantiek van Occam. Organisatorisch was voorts de samenwerking binnen het Landelijk Project Concurrency (LPC), te weten met prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) en prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden) belangrijk voor AP 1.

*ESPRIT-project 415: Parallel Architectures and Languages for AIP: a VLSI directed approach.* Aan de werkzaamheden van de binnen project 415 opererende werkgroep *Semantics and Proof Techniques* werd deelgenomen door J.W. de Bakker (voorzitter), F.S. de Boer (voordracht), J.N. Kok en J.J.M.M. Rutten (voordracht). De werkgroep hield gedurende het verslagjaar 4 driedaagse en 2 eendaagse bijeenkomsten. Door de voorzitter werd bovendien aan een drietal reviewbijeenkomsten deelgenomen, en werd de redactie van het door de werkgroep geproduceerde 'deliverable' gevoerd. Een ander gedeelte van het werk werd verricht ten behoeve van subproject A (Philips) van project 415, waarin een centrale rol wordt gespeeld door de taal POOL (Parallel Object Oriented Language).

(bewijstheorie POOL, F.S. de Boer). Een taal werd gedefinieerd welke de dynamische procescreatie bevat zoals deze in POOL voorkomt, maar waarin processen communiceren/synchroniseren door middel van instructies die een generalisatie zijn van de wijze waarop CSP-processen communiceren. Voor deze taal is een bewijssysteem ontworpen gebaseerd op correctheidsasserties die het in- output gedrag van een programma beschrijven (pre-post condities). Van dit bewijssysteem werden gezondheid en volledigheid bewezen. Een artikel hierover verscheen in de (voorlopige) proceedings van de *IFIP Working*

*Conference on Formal Description of Programming Concepts III* (Eggerup, Denemarken). Voorts werd gewerkt aan een temporeel bewijssysteem voor dezelfde taal. Onderzoek op dit gebied leidde tot een nieuwe aanpak van de axiomatisering van sequentiële compositie en temporele logica. Over deze aanpak, geïllustreerd tegen de achtergrond van een CSP-achtige taal, zal een rapport verschijnen.

(semantiek POOL, P. America (Philips Research, Eindhoven), J.W. de Bakker, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten). Het in 1985 begonnen onderzoek betreffende de operationele semantiek van POOL werd gepresenteerd bij *ACM 13th Symposium on Principles of Programming Languages*. Over de denotationele semantiek van POOL verscheen [CS-R8626]. Ook is een begin gemaakt met de constructie van een tweede denotationeel model dat bestaat uit in abstractie-niveau verschillende submodellen. Het construeren van een denotationeel model leidde tot het probleem van het oplossen van reflexieve domeinvergelijkingen in een metrisch kader. Door P. America en J.J.M.M. Rutten is hierover een rapport geschreven dat begin 1987 verschijnt.

Door P. America en J.W. de Bakker werd, gedeeltelijk in samenwerking met J.I. Zucker (SUNY at Buffalo) gewerkt aan een analyse van de relatie tussen operationele en denotationele semantiek van (gesimplificeerde versies van) POOL. J.W. de Bakker hield over dit onderwerp een serie van zes voordrachten bij de door IAC (Rome) georganiseerde *Advanced School on Mathematical Models for the Semantics of Parallelism*; publikatie van de resultaten wordt in 1987 verwacht. Tenslotte werd door J.W. de Bakker meegewerkt aan de organisatie van de *PARLE*-conferentie (Parallel Architectures and Languages Europe), als (mede-) voorzitter van het programmacomité en (voor LPC) bij de lokale organisatie.

*Semantiek van functioneel programmeren en dataflow* (J.N. Kok). In het verslagjaar is gewerkt aan een semantisch model voor dataflow. In dit model moet het mogelijk zijn een 'fair merge' knoop te modelleren. In het begin van het jaar kwam een compositioneel model gereed. Hierover is een voordracht gehouden op het *European Symposium on Programming* in Saarbrücken (BRD). Het artikel is opgenomen in de proceedings van de conferentie ([P 19], zie ook [CS-R8605]). Een tekortkoming van dit model is dat het te fijn is (het 'bevat teveel informatie') indien men aanneemt dat van een dataflownet alleen het input- en outputgedrag geobserveerd kan worden. Er is een abstractie op het model uitgevoerd om deze extra informatie weg te nemen. Als gevolg hiervan is het mogelijk gebleken om te bewijzen dat het nieuwe model 'fully abstract' is: het bevat niet teveel en niet te weinig informatie ten opzichte van bovengenoemd observatiecriterium. In de loop van 1987 zal hierover gerapporteerd worden, onder andere in de proceedings van de *PARLE*-conferentie. Verder werd ook in een algemener kader naar (recursieve) netwerken gekeken. Meege- werkt werd aan de bovengenoemde semantische modellen voor POOL. Voorts werd bestudeerd hoe netwerken in een (parallele) logische taal beschreven

kunnen worden. Als uitgangspunt is concurrent PROLOG genomen: gekeken werd hoe deze taal van een compositionele semantiek zou kunnen worden voorzien.

*Wiskundige grondslagen van de semantiek van concurrency* (J.W. de Bakker, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten, in samenwerking met J.-J.Ch. Meyer (VU Amsterdam), E.-R. Olderog (Kiel), J.I. Zucker (SUNY at Buffalo)). In dit deel van het concurrency project wordt, in nauwe samenwerking met bovengenoemde onderzoekers, gewerkt aan een vergelijkende studie van een schakering van modellen (operationeel/denotatieel, metrisch/ordetheoretisch, uniform/niet-uniform, eindig/infinitair) voor een aantal centrale begrippen uit parallelle programmeertalen. Een in 1985 geschreven uitgebreid overzichtsartikel verscheen als [CS-R8603], hetwelk tevens gepubliceerd werd als hoofdstuk in het boek *Current Trends in Concurrency: Overviews and Tutorials* (J.W. de Bakker, W.P. de Roever, G. Rozenberg, eds.), Springer Lecture Notes in Computer Science, vol. 224. In rapport [CS-R8601] werd een uitgebreide versie vastgelegd van een in 1985 als congresbijdrage gepresenteerd artikel (CS-R8506), handelend over een aanzienlijk deel van de vermelde vergelijkende studie.

Het eveneens in 1985 verschenen rapport CS-R8512, waarin oneindige stromen en eindige 'observaties' vergeleken worden, werd geaccepteerd voor publikatie in *Theoretical Computer Science*. Een gedetailleerde case-studie van de relatie tussen een metrisch en een orde-theoretisch model werd beschreven in [CS-R8638]. In het kader van de processemantiek van de Bakker en Zucker werd door Rutten en Zucker het probleem van 'fairness' bestudeerd, gemotiveerd door de behoefte aan een zogenaamde 'fair merge' operator bij het construeren van een denotatieel model voor POOL. Dit deelonderzoek zal in 1987 worden voortgezet.

*Semantiek van Occam* (A. Eliëns). Door A. Eliëns werd in het kader van zijn afstudeerwerk aan de Universiteit van Amsterdam, studie gemaakt van de programmeertaal Occam. Hierbij werden diverse in de laatste jaren ontwikkelde definitietechnieken voor concurrency met elkaar vergeleken, in het bijzonder ten aanzien van hun geschiktheid bij het definiëren van de real-time opdracht WAIT a period of time. Het onderzoek werd beschreven in rapport [CS-N8606].

*Landelijk Project Concurrency*. AP 1 leverde velerlei bijdragen, zowel organisatorisch als inhoudelijk, aan het Landelijk Project Concurrency (LPC). Voor de organisatorische activiteiten wordt verwezen naar de sectie Educatieve werkzaamheden; inhoudelijk vindt het werk van J.N. Kok (semantiek van functioneel programmeren en dataflow) plaats in het kader van LPC, en werden diverse voordrachten door medewerkers van AP 1 in het kader van LPC gehouden.

*AP 2 Formele specificatiemethoden* (J.A. Bergstra (adviseur), R.J. van Glabbeek, H.J.M. Goeman vanaf 16 november, J.W. Klop, P.M. Rodenburg tot 1

december, F.W. Vaandrager). Dit project werkte gedurende het verslagjaar in het kader van de volgende vier 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);
- (c) de specificatietaal ASF, in samenwerking met AP 3 (ESPRIT-project GIPE);
- (d) de *PAO-cursus Moderne technieken in software engineering*, waarvan de inhoud regelmatig wordt gewijzigd.

Thematisch wordt gewerkt aan: procesalgebra, module-algebra, term-herschrijfsystemen, de specificatietaal ASF.

Formele methoden vormen een onderwerp dat zich binnen de programmatuurkunde in een toenemende belangstelling mag verheugen. Hoewel van systematische industriële toepassing van formele methoden nog niet zozeer sprake is, wordt het belang van de ontwikkeling van zulke methoden toch vanuit brede kring naar voren gebracht. Het onderzoek in AP 2 is fundamenteel en wiskundig georiënteerd; de praktische relevantie ligt er nu in dat medewerkers van AP 2 als gesprekspartner dienen voor onderzoekers uit grotere industrieën (met name Philips en de PTT).

Over protocolverificatie en -specificatie verscheen [CS-R8608] waarin onder andere een eenvoudig 'sliding window protocol' wordt doorgerekend. Dit werk werd voortgezet in [CS-N8603] door P. Urzyczyn (Warschau), waarin de aloude 'dining philosophers' in procesalgebra worden beschreven. Een vergelijkende studie tussen CCS en CSP werd uitgevoerd in [CS-R8624] en een overzichtartikel over procesalgebra werd geschreven voor de proceedings van het *Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945* t.g.v. het 40-jarig bestaan van de SMC. In [CS-R8617] werd een algebraïsch kader aangegeven voor de beschrijving van gemodulariseerde algebraïsche specificaties. Werk aan de theorie van algebraïsche specificatie van geparametriseerde datatypen werd gestart maar heeft nog niet tot rapportage geleid. In [CS-R8621] werd in samenwerking met H.P. Barendregt (KU Nijmegen) en M.R. Sleep en J.R. Kennaway (beiden University of East Anglia) een studie gemaakt van efficiënte reductiestrategieën in de lambda calculus. Een studie in samenwerking met E.-R. Olderog (Christian-Albrechts Universität, Kiel) betreffende 'failure semantics' in het kader van procesalgebra werd voortgezet in [CS-R8609] en [CS-R8625] en heeft geleid tot een axiomatisering voor divergentie van processen, alsmede tot een begin van een vergelijking en classificatie van diverse algebraïsche processemantiek ('comparative concurrency semantics').

Drie delen van het onderzoek die geheel in 1986 werden uitgevoerd worden nu iets meer in detail besproken, namelijk: [CS-R8629] (Vaandrager), [CS-R8634] (van Glabbeek) en [CS-R8632] (Baeten, Bergstra en Klop). In [CS-R8629] werd middels procesalgebra en attribuut-grammatica's een beschrijving van de semantiek van de taal POOL gegeven. Deze activiteit had als eerste doel om te testen of de procesalgebra voor een taak van deze omvang geschikt

is; dit blijkt inderdaad het geval en de conclusie is dat het mogelijk is m.b.v. procesalgebra een semantiek te geven voor een realistische concurrente programmeertaal. Een opmerkelijke uitkomst was voorts dat geen van de uit de literatuur bekende modellen van de procesalgebra gelijktijdig 'fairness' goed beschrijft en een verificatie toelaat van het implementatiemechanisme voor 'method calls' dat als operationele semantiek van POOL wordt aangegeven.

In [CS-R8634] werd een nieuwe constructie van een model van de procesalgebra gegeven en werd tevens een bovengrens gegeven aan het aantal 'features' dat gelijktijdig van een zinvolle algebraïsche semantiek kan worden voorzien. Het blijkt niet mogelijk om een model te geven van  $BPA^* + AIP + KFAR + CA + RDP$ . Hierbij staan de afkortingen respectievelijk voor: Basic Process Algebra (met abstractie en projectie), Approximation Induction Principle, Koomen's Fair Abstraction Rule, Commutativity of Abstraction, Recursive Definition Principle. Merkwaaardig genoeg maakt vrijwel iedere verzwakking van één van deze componenten de theorie consistent.

In [CS-R8632] werd onder zekere beperkingen aangetoond dat het beslisbaar is of twee contextvrije grammatica's in Greibach normaalvorm, opgevat als recursieve processpecificaties, hetzelfde proces specificeren (modulo bisimulatie). Dit is interessant in het licht van het feit dat modulo 'trace' equivalentie, zoals gebruikelijk in de theorie van de formele talen, het overeenkomstige probleem zoals bekend onbeslisbaar is. Dit werk laat enkele intrigerende problemen open waaraan men verder hoopt te kunnen werken. Deze problemen staan in direct verband met de klassieke DPDA (Deterministic Pushdown Automata) problematiek.

*AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen* (N.W.P. van Diepen, J. Heering, P.R.H. Hendriks, P. Klint, M.H. Logger (BSO) vanaf 1 oktober, J. Rekers, A. Verhoog (BSO) tot 1 oktober). Evenals vorig jaar, werd het werk ook dit jaar uitgevoerd in het kader van het ESPRIT GIPE-project (Generation of Interactive Programming Environments). De tweede - drie jaar durende - fase van GIPE ging in november van start. Een tussentijdse rapportage over het eerste jaar verscheen als [CS-R8620].

De in 1985 - in nauwe samenwerking met J.A. Bergstra (Universiteit van Amsterdam) - begonnen studie van de algebraïsche semantiek van modulecompositie leidde tot een axiomasysteem BMA voor modules van eerste orde axioma's met de operatoren *vereniging*, *export*, *herbenoeming* en *selectie van de zichtbare signatuur*. BMA geldt voor een drietal van de belangrijkste semantiek voor modules van eerste orde axioma's [CS-R8617].

Teneinde eraring op te doen met algebraïsch specificeren werden de dynamische semantiek van een eenvoudige taal met goto-statements [CS-N8601], [CS-R8627] en de statische semantiek van de parallelle object-georiënteerde taal POOL algebraïsch beschreven (dit laatste door H.R. Walters aan de Universiteit van Amsterdam).

Op basis van de opgedane ervaring werd de semantiek van het gebruikte specificatieformalisme ASF nauwkeuriger gedefinieerd en beschreven. Hierover zal in 1987 worden gerapporteerd.

$x + y = y + x$	A1	$x\tau = x$	T1
$x + (y + z) = (x + y) + z$	A2	$\tau x + x = \tau x$	T2
$x + x = x$	A3	$a(\tau x + y) = a(\tau x + y) + ax$	T3
$(x + y)z = xz + yz$	A4		
$(xy)z = x(yz)$	A5		
$x + \delta = x$	A6		
$\delta x = \delta$	A7		
$a   b = b   a$	C1		
$(a   b)   c = a   (b   c)$	C2		
$\delta   a = \delta$	C3		
$x    y = x    y + y    x + x   y$	CM1		
$a    x = ax$	CM2	$\tau    x = \tau x$	TM1
$ax    y = a(x    y)$	CM3	$\tau x    y = \tau(x    y)$	TM2
$(x + y)    z = x    z + y    z$	CM4	$\tau   x = \delta$	TC1
$ax   b = (a   b)x$	CM5	$x   \tau = \delta$	TC2
$a   bx = (a   b)x$	CM6	$\tau x   y = x   y$	TC3
$ax   by = (a   b)(x    y)$	CM7	$x   \tau y = x   y$	TC4
$(x + y)   z = x   z + y   z$	CM8		
$x   (y + z) = x   y + x   z$	CM9	$\partial_H(\tau) = \tau$	DT
$\partial_H(a) = a$ if $a \notin H$	D1	$\tau_I(\tau) = \tau$	TI1
$\partial_H(a) = \delta$ if $a \in H$	D2	$\tau_I(a) = a$ if $a \notin I$	TI2
$\partial_H(x + y) = \partial_H(x) + \partial_H(y)$	D3	$\tau_I(a) = \tau$ if $a \in I$	TI3
$\partial_H(xy) = \partial_H(x) \cdot \partial_H(y)$	D4	$\tau_I(x + y) = \tau_I(x) + \tau_I(y)$	TI4
		$\tau_I(xy) = \tau_I(x) \cdot \tau_I(y)$	TI5

Het axiomasysteem  $ACP_\tau$ , de Algebra van Communicerende Processen met abstractie. Uitgaande van 'atomaire' acties of gebeurtenissen  $a, b, c, \dots$ , kunnen grotere processen worden geconstrueerd door middel van som- of alternatieve compositie (+) en produkt- of sequentiële compositie ( $\cdot$ ); zo is  $a.(b + c)$  het proces dat eerst 'a' uitvoert en dan kiest tussen uitvoering van 'b' of 'c'. Het produkt-teken . wordt vaak weggelaten. Er is geen distributieve wet waardoor  $a(b + c)$  gelijk is aan  $ab + ac$ ; daardoor wordt informatie over de timing van keuzen in een proces behouden (dit is van belang voor het modelleren van proceseigenschappen zoals deadlock-gedrag). In de axioma's stellen  $x, y$ , en  $z$  algemene processen voor;  $\delta$  is het 'deadlock' proces en  $\tau$  de 'onzichtbare' actie, voor het eerst gebruikt door R. Milner in zijn Calculus of Communicating Systems. De parallelle operator || ('merge') beschrijft, in combinatie met de hulp-operatoren  $\mathbb{L}, |$  de 'handshaking' communicatie tussen processen (bijvoorbeeld lees-schrijf communicatie). Door het gebruik van stelsels recursievergelijkingen voor de aanduiding van oneindige processen (zoals in  $X = aX$ ) kan elk berekenbaar proces in  $ACP_\tau$  op eindige wijze worden gespecificeerd. Na uitbreiding met enkele bewijsregels is het systeem ook gebruikt voor procesverificatie, zoals verificatie van communicatieprotocollen en correctheidsbewijzen van systolische algoritmen.

ASF biedt de gebruiker slechts beperkte faciliteiten om eigen syntax te definiëren. Teneinde hierin verandering te brengen werd het syntaxdefinitieformalisme SDF ontwikkeld [CS-R8633]. Een eerste (niet-incrementele) implementatie van SDF werd gebaseerd op Tomita's universele context-vrije parsing algoritme.

Polymorfe type-from-context inferentie in de functionele taal ML werd beschreven in een combinatie van ASF en SDF (hierover zal in 1987 worden gerapporteerd). Deze specificatie werd tevens op verschillende manieren operationeel gemaakt.

Een tweede versie van een globale architectuur van een op formele taaldefinities gebaseerde programmeeromgeving verscheen in *Fourth Review Report GIPE Project*, december 1986.

*AP 4 Interactieve tekstverwerking* (J.C. van Vliet, J.B. Warmer, S. van Egmond, F.C. Heeman). Het werk in 1986 was vooral gericht op het ontwerp en de implementatie van deelsystemen voor het interactief verwerken van tabellen en wiskundige formules. Een belangrijk probleem bij het interactief verwerken van tabellen betreft het steeds opnieuw berekenen van kolom- en rij-afmetingen na wijzigingen in de tabel door de gebruiker. Gezocht is naar efficiënte algoritmen voor het bijwerken van deze administratie na elke gebruikersactie. Een proefimplementatie waarin deze algoritmen zijn opgenomen kwam gereed. Een en ander is beschreven in [CS-R8636].

S. van Egmond en F.C. Heeman rondden hun afstudeerwerk op het gebied van de interactieve verwerking van formules af met [CS-N8604]. Na hun aanstelling als wetenschappelijk medewerker werd het werk aan dit deelsysteem voortgezet. Verdere uitbreidingen betreffen o.a. de mogelijkheid om ook matrices te kunnen verwerken, terwijl tevens de efficiency sterk werd verbeterd. Een rapport waarin dit systeem wordt beschreven verschijnt begin 1987.

In het verslagjaar is tevens begonnen met een studie van SGML, de ISO-standaard voor de beschrijving van documentstructuren. Er is een samenwerking met Samsom Grafische Bedrijven om te komen tot een eerste implementatie van deze standaard.

*AP 5 Expertsystemen en andere aspecten van kunstmatige intelligentie* (M. Bezem, A. Eliëns, L.C. van der Gaag, H.W. Lenferink, P.J.F. Lucas). Het onderzoek werd voortgezet met de ontwikkeling van enkele prototype systemen. Tevens werd een begin gemaakt met het door Philips Research Laboratorium geleide PRISMA-project (Parallele Inference and Storage Machine) dat in het kader van SPIN plaatsvindt en de ontwikkeling van een parallele kennis- en data-verwerkende machine betreft.

Door M.H.J. Berndsen en H.B.P. Knops (stagiairs IHBO 'De Maere' te Enschede) werd de inferentiemachine van DELFI-2, die de gebruiker een doelgestuurde inferentietechniek biedt, uitgebreid met een datagestuurde methode uitgaande van de in het rapport [CS-R8613] aangegeven koppeling tussen voorwaarts en achterwaarts redeneren. Tevens werd de uitlegfaciliteit van het systeem uitgebreid met een zogenaamde 'why-not facility'.



R.G. van Soest (stagiair van de Universiteit van Amsterdam) implementeerde een editor voor het genereren van het declaratief deel van een kennisbank die voldoet aan de door DELFI-2 gestelde syntactische eisen. Tevens werd door hem een production rule checker ontwikkeld die gebruikt kan worden voor het opsporen van redundante en circulaire produktieregels in een kennisbank.

Er werd een begin gemaakt met de bestudering van de literatuur met betrekking tot frame-systemen en inheritance. Als onderdeel van de studie werd door L.C. van der Gaag een eenvoudig frame-systeem in PROLOG ontwikkeld. De experimenten met de ontwikkeling van inferentiemachines in PROLOG werden voortgezet, waarbij verschillende representaties uitgetest werden in verband met de verwerkingssnelheid van een middelgrote kennisbank (ongeveer 350 Horn-clauses). De beide in PROLOG geschreven inferentiesystemen vormen een mogelijke basis van een systeem waarin een flexibele integratie van produktieregels en frames gerealiseerd kan worden.

Vanaf oktober vonden de meeste activiteiten van de projectgroep plaats in het kader van het door SPIN goedgekeurde PRISMA-project. Bij het CWI werd, onder een subcontract met Philips, een begin gemaakt met onderzoek dat moet leiden tot een parallel kennisverwerkend systeem in de programmeertaal POOL-X. Er werd begonnen met de bestudering van relevante literatuur over gespreide probleemoplossing, theorem proving, logic programming en parallele inferentie. Tevens werden reeds in een vroeg stadium experimenten met de programmeertaal POOL ondernomen.

In samenwerking met dr. A.R. Janssens (RU Leiden) en drs. R.W. Segaar (Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg, EU Rotterdam) werd een opzet voor de toetsing van het medische expertsysteem HEPAR opgesteld. Bij de toetsing wordt het expertsysteem vergeleken met een in Denemarken ontwikkelde statistische methode (de COMIK-regel). De eerste ervaringen met een bestaande database, waarover beschikt kon worden, waren teleurstellend omdat de hierin opgeslagen gegevens zeer onvolledig bleken te zijn.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Colloquia*

*Informatica-Colloquium.* Zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

*Knowledge Base Systems.* Het *Colloquium Knowledge Base Systems*, georganiseerd door M.L. Kersten, P.J.F. Lucas, R.P. van de Riet (VU Amsterdam) en H. de Swaan Arons (TU Delft), stelde enkele Nederlandse onderzoekers op het terrein van data- en kennissystemen in de gelegenheid lopend onderzoek te presenteren. Voor meer informatie over dit colloquium zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

### *Cursussen*

*Moderne Technieken in Software Engineering.* Deze cursus gegeven in het kader van Postacademisch Onderwijs Informatica, werd driemaal gegeven: de eerste keer op 13, 14, 27 en 28 februari; de tweede keer op 25, 26 september, 9 en 10 oktober; de derde keer op 27, 28 november, 11 en 12 december, steeds voor 25 deelnemers. In de cursus werd aandacht geschonken aan een aantal algemeen toepasbare technieken in de praktijk van programmatuurontwikkeling om op economische en betrouwbare wijze omvangrijke systemen te construeren en aan (wiskundig getinte) theoretische achtergronden waarop deze methoden en technieken kunnen worden gebaseerd. Docenten waren J.A. Bergstra (RU Utrecht/Universiteit van Amsterdam), S.D. Swierstra (RU Utrecht), J.C.M. Baeten (Universiteit van Amsterdam), M.M. Fokkinga (Universiteit Twente), N.W.P. van Diepen, J. Heering, P.R.H. Hendriks, P.Klint, J.W. Klop en J.C. van Vliet.

*PROLOG.* In samenwerking met de vakgroepen Informatica van de Universiteiten van Amsterdam en Twente werd op 20 en 21 oktober, in het kader van het Postacademisch Onderwijs Informatica, een cursus georganiseerd rond de programmeertaal PROLOG. Bij de voorbereiding hiervan heeft L.C. van der Gaag een belangrijke rol gespeeld. Docenten waren: P.M.G. Apers (Universiteit Twente), L.G. Bouma (Universiteit van Amsterdam), L.C. van der Gaag, M.L. Kersten, P. Klint, P.J.F. Lucas en W.E. van Waning (Universiteit van Amsterdam). Het practicum, dat deel uitmaakte van de cursus werd begeleid door L.C. van der Gaag, A. Kuiper (Universiteit van Amsterdam), H.W. Lenferink en P.J.F. Lucas.

### *Werkgroepen*

*Landelijk Project Concurrency.* Het door SION gesteunde Landelijk Project Concurrency (LPC) stond onder leiding van J.W. de Bakker, prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) en prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden). Naast een drietal promotie-onderzoeken (zie verslag van AP 1 voor wat betreft het bij het CWI gelokaliseerde gedeelte) vinden onder auspiciën van het LPC een aantal educatieve en organisatorische activiteiten plaats.

In het kader van het *Seminarium* werd een aantal voordrachten, vooral voorlichtend van aard, gehouden:

- S. Abramsky (Imperial College, Londen, UK): Domain theory, 21 februari (CWI).
- J.V. Tucker (Leeds University, UK): A theory for the design of synchronous systems, 21 februari (CWI).
- H. Barringer (University of Manchester, UK): Tense logics and abstract semantics, 21 maart (CWI).
- A. de Bruin (EU Rotterdam): Dataflow, 21 maart (CWI).

K.R. Apt (LITP, Parijs, Frankrijk): Transformaties van parallele programma's, 23 mei (CWI).

N.W. Keesmaat (RU Leiden/LPC): A survey of path expressions, 23 mei (CWI).

In het kader van de *Werkgroep* werd een aantal voordrachten, gericht op de presentatie van lopend onderzoek, gehouden.

H.B.M. Jonkers (Philips Research, Eindhoven): Een transformationele semantiek voor ontwerptaal COLG, 7 februari (RU Utrecht).

R. Gerth (TU Eindhoven): On the existence of sound and complete axiomatizations of monitor based languages, 7 maart (RU Utrecht).

Y.J. Aalbersberg (RU Leiden): Theory of traces, 9 mei (RU Utrecht).

In het najaar werden de Seminarium- en Werkgroep-bijeenkomsten samengevoegd tot een viertal *Concurrency-dagen*. De volgende voordrachten werden gehouden aan de RU Leiden.

G. Berry (INRIA, Sophia-Antipolis, Frankrijk): Programming deterministic reactive systems in the synchronous language Esterel, 26 september.

F.S. de Boer (CWI): A proof rule for process creation, 26 september.

J. Hooman (TU Eindhoven): Towards a compositional proof theory for real-time distributed message passing, 26 september.

G. Winskel (Cambridge University, UK): Models and logics for MOS circuits, 24 oktober.

K. Jensen (Aarhus University, Zweden): Coloured Petri Nets, 24 oktober.

J.W. de Bakker (CWI): Semantics of process creation, 21 november.

P. Kranenburg (RU Leiden): On the specification of fault tolerant communicating processes, 21 november.

N.W. Keesmaat (RU Leiden/LPC): A comparison between action synchronized systems and state/action synchronized systems, 21 november.

G. Rozenberg (RU Leiden): On the structure of processes in trace systems, 12 december.

J.J.M.M. Rutten (CWI): Denotational semantics of a parallel object oriented language, 12 december.

C.J. Koomen (Philips, Eindhoven): Algebraic techniques for specification and synthesis of concurrent systems, 12 december.

*Colloque Franco-Hollandais C<sup>3</sup>/LPC*. Door het Landelijk Project Concurrency werd, in samenwerking met het Franse programma C<sup>3</sup> (Cooperation, Communication Concurrency) een *Workshop* georganiseerd, gehouden op 15 en 16 mei in het CWI.

Het programma van 15 mei:

K.R. Apt (LITP, Parijs, Frankrijk): Limits for automatic verification of finite state concurrent systems.

- J.W. Klop (CWI): Comparative concurrency semantics: two examples.  
 J.-J.Ch. Meyer (VU Amsterdam): Semantics of synchronization and global nondeterminacy: transition systems, metric spaces and ready sets.  
 N. Halbwachs (IMAG, Grenoble, Frankrijk): A synchronous declarative language for real-time programming.  
 R. Koymans (TU Eindhoven/LPC): Specifying message passing and real-time systems.

Het programma van 16 mei:

- P. Azema (LAAS, Toulouse, Frankrijk): On a PROLOG environment for protocol analysis.  
 Y.J. Aalbersberg (RU Leiden): Traces and graph grammars.  
 M. Diaz (LAAS, Toulouse, Frankrijk): A software environment for the design of open distributed systems.  
 J. Vautherin (Université de Paris-Sud, Frankrijk): Behaviour invariants of systems specified by nets and algebraic abstract data types.  
 B. Gamatie (INRIA, Rennes, Frankrijk): Safe implementation equivalence for asynchronous processes.

De projectleiders van LPC brachten op 27 en 28 maart een werkbezoek aan het Alvey Program (Londen, UK), mede ter voorbereiding van een in het voorjaar van 1987 te organiseren gezamenlijke workshop. Door de Nationale Faciliteit Informatica werden fondsen beschikbaar gesteld om prof.dr. A. Mazurkiewicz (Warschau, Polen) als gasthoogleraar bij LPC (gedetacheerd te Leiden) te laten verblijven (tot 15 mei). Vanuit LPC werd bijgedragen aan programma en organisatie van de *PARLE*-conferentie (Parallel Architectures and Languages Europe) conferentie, die plaats zal vinden in Veldhoven, 15-19 juni 1987. Tenslotte zij nog vermeld dat de proceedings van de in 1985 gehouden *ESPRIT/LPC Advanced School on Current Trends in Concurrency* verschenen zijn als Springer Lecture Notes in Computer Science, deel 224.

*Logische Aspecten van AI.* Er werd een werkgroep in het leven geroepen, onder leiding van J. Treur (Universiteit van Amsterdam) en P.J.F. Lucas, waarin onderwerpen zoals kennisrepresentatie en inferentie bestudeerd werden. Enkele onderzoekers van elders werd gevraagd eigen lopend onderzoek op dit terrein te presenteren.

*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 wijze 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*

Een belangrijk gedeelte van het werk van de afdeling vond plaats in het kader van een viertal ESPRIT-projecten:

- (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) (vanaf 1 november) 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).

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*

*Software Engineering.* In het kader van het Stimuleringsprojectteam Informatica-onderzoek in Nederland (SPIN) werd door J.A. Bergstra, P. Klint en J.C. van Vliet veel werk gedaan om te komen tot een landelijk project op het gebied van software engineering.

Dit project heeft tot doel het kennisniveau op het gebied van software engineering in ons land te vergroten. Het programma is opgezet rond een centraal Software Engineering Research Centrum (SERC). Binnen het SERC, en in samenwerking met universitaire onderzoeksgroepen, zal een aantal kleinschalige projecten gestart worden.

In het verslagjaar is hierover overleg gevoerd met onderzoekers van de Universiteit Twente, de TU Eindhoven, de RU Leiden, de RU Utrecht, de KU Nijmegen, de RU Groningen en de Universiteit van Amsterdam, en met vertegenwoordigers van SPIN, de National Science Foundation (NSF), en een

aantal geïnteresseerde industrieën. Hierbij is overeenstemming bereikt over de initiële researchagenda. Naar verwachting zal het SERC in de eerste helft van 1987 van start kunnen gaan.

*PRISMA: a Parallel Inference and Storage Machine.* Op 1 oktober ging een door SPIN gesteund project van start, met 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, en Algoritmiek en Architectuur), de Universiteit van Amsterdam, de RU Leiden en de RU Utrecht.

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

*Landelijk Project Concurrency*, diverse bijeenkomsten (seminarium, werkgroep, concurrencydagen, seminarium Mazurkiewicz, colloquium  $C^3/LPC$ ) J.W. de Bakker, F.S. de Boer, R.J. van Glabbeek, H.J.M. Goeman, J.W. Klop, J.N. Kok, P.M. Rodenburg, J.J.M.M. Rutten, F.W. Vaandrager.

*Werkgemeenschap Theoretische Informatica*, commissie- en ledenvergaderingen, J.W. de Bakker, R.J. van Glabbeek, J.W. Klop, J.N. Kok, F.W. Vaandrager.

*Informatica-Colloquium*, Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven: J.W. Klop (voordracht).

NFI-Voordrachtenserie *Programma Specificaties en Transformaties*, Utrecht, 16-17 december: N.W.P. van Diepen.

*PAO-cursus Moderne Technieken in Software Engineering*, 27, 28 november, 11, 12 december, Amsterdam: M.H. Logger.

*Infolutie*, BSO, 17 oktober: P. Klint.

*Sansom seminar Tekstverwerking als uitgangspunt*, Alphen aan den Rijn, 14, 15 mei, 15, 16 oktober: J.C. van Vliet (voordracht).

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

*ESPRIT-project GIPE*, Review Meeting, Sophia-Antipolis, 24 februari: J. Heering, P. Klint, A. Verhoog. Plenaire Meeting, Sophia-Antipolis, 2-3 juni: N.W.P. van Diepen, J. Heering, P.R.H. Hendriks, P. Klint, A. Verhoog. Plenaire Meeting, Amsterdam, 20-21 oktober: N.W.P. van Diepen, P.R.H. Hendriks, P. Klint, M.H. Logger, J. Rekers, A. Verhoog.

*ESPRIT-project METEOR*, Plenaire Bijeenkomst, Milaan, 2-4 juni: R.J. van Glabbeek, F.W. Vaandrager (beide met voordracht). Plenaire Bijeenkomst Brussel 26-28 november: R.J. van Glabbeek, F.W. Vaandrager, P.M. Rodenburg, J.W. Klop (allen met voordracht).

*ESPRIT-project 415: Parallel Architectures and Languages for AIP*, Review Meetings, Eindhoven, 14 maart, Veldhoven, 22 mei, Veldhoven, 11, 12 december: J.W. de Bakker (3× met voordracht). General Meetings, Mierlo, 21-24 april, Mierlo, 27-30 oktober: J.W. de Bakker (2× met voordracht), *Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Grenoble, 12-14 februari,

- Wembley, 28-30 mei, Turijn, 10-12 september, Berlijn, 8-10 december, Mierlo, 24 april, 30 oktober: J.W. de Bakker, F.S. de Boer (voordracht), J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten (voordracht), *Project Coordination Committee*, Parijs, 4 maart, Pisa, 11, 12 juni: J.W. de Bakker. *Summer School on Future Parallel Computers*, Pisa, 9-20 juni: F.S. de Boer, J.J.M.M. Rutten.
- Alvey/LPC Workshop*, Londen, 27, 28 februari: J.W. de Bakker.
- ACM 13th Symposium on Principles of Programming Languages*, St. Petersburg, Florida, 13-15 januari: J.N. Kok.
- Werkbezoek Philips Laboratories, Briarcliff-Manor, N.J.*, 17 januari: J.N. Kok.
- Werkbezoek State University of New York at Buffalo* (prof. J.I. Zucker), 20, 21 januari: J.N. Kok.
- European Symposium on Programming*, Saarbrücken, 17-19 maart: J.N. Kok (voordracht).
- Program Committee Meeting IFIP Working Conference on Formal Description of Programming Concepts III*, Parijs, 17, 18 april: J.W. de Bakker.
- Werkbezoek Stollman GmbH, Hamburg* (i.v.m. ESPRIT 415), 17, 18 november: J.N. Kok.
- Informatica colloquium*, Universiteit van Turijn, 9 september: J.W. de Bakker (voordracht).
- Advanced School on Mathematical Models for the Semantics of Parallelism*, Rome, 24 september-1 oktober: J.W. de Bakker (serie voordrachten).
- IFIP Working Conference on Formal Description of Programming Concepts III*, Ebberup, Denemarken, 25-29 augustus: J.W. de Bakker, F.S. de Boer (voordracht).
- Werkbezoeken Praxis Systems, Bath, UK* (i.v.m. voorbesprekingen van het ESPRIT-project VIP), 16-18 april en 17-18 november: F.W. Vaandrager.
- Werkbezoek Praxis Systems, Bath, UK* (i.v.m. ESPRIT-project VIP) 17-18 november: H.J.M. Goeman.
- Werkbezoek Imperial College, Londen, UK*, 6-10 oktober: R.J. van Glabbeek (voordracht).
- Congress Church's Thesis after 50 Years*, Zeist, 14-15 juni: R.J. van Glabbeek, J.W. Klop, P.M. Rodenburg, F.W. Vaandrager.
- Werkbezoek Abingdon, UK* (i.v.m. een voorbespreking van de auteurs van het aanstaande *Handbook of Logic in Computer Science*), 7-9 oktober: J.W. Klop.
- NGI/SION Symposium*, Utrecht, 2-3 april, J.W. de Bakker (voordracht), N.W.P. van Diepen, P. Klint, J.C. van Vliet.
- International Conference on Text Processing and Document Manipulation*, Nottingham, 14-16 april: J.C. van Vliet, J.B. Warmer.
- European Conference on Information Technology in Education*, Twente, 20-23 mei: J.C. van Vliet.
- Expertsystemen Congres*, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, 3 juni: P.J.F. Lucas (voordracht).

## BEZOEKERS

De afdeling werd onder meer bezocht door de volgende gasten. Indien één van hen een voordracht hield zijn titel en datum vermeld.

- S. Abramsky (Imperial College, Londen, UK), 20-21 februari (zie ook verslag Landelijk Project Concurrency).
- W.H. Hesselink (RU Groningen), 29 januari: Recursion and unbounded nondeterminacy in linear time and branching time semantics; 5 maart; 16 april: Morfismen van procesruimten, universele domeinen, formele implementaties en fairness.
- E.A. Emerson (University of Texas at Austin, USA), 24 januari: Branching versus linear time temporal logic: complexity and expressiveness issues.
- J.V. Tucker (University of Leeds, UK), 20-27 februari (zie ook verslag Landelijk Project Concurrency).
- H. Barringer (University of Manchester, UK), 21 maart (zie ook verslag Landelijk Project Concurrency).
- D. Clement (SEMA, Frankrijk), 29 maart - 4 april.
- K.R. Apt (LITP, Parijs, Frankrijk), 21 april - 30 mei: Nonmonotonic reasoning in logic programming (22 mei; zie ook verslag Landelijk Project Concurrency).
- J. Sifakis (IMAG, Grenoble, Frankrijk), 12 mei.
- R. Kennaway (University of East Anglia, UK) 23 mei.
- P. Azema (LAAS, Toulouse, Frankrijk), M. Diaz (LAAS, Toulouse, Frankrijk), B. Gamatie (INRIA, Rennes, Frankrijk), N. Halbwachs (Grenoble, Frankrijk), J. Vautherin (Paris-Sud, Frankrijk), 15-16 mei (zie ook verslag Landelijk Project Concurrency).
- M. Nivat (LITP, Parijs, Frankrijk), 9 juni: Codes on trees.
- L. Shriram (Technion, Haifa, Israël), 28 juli.
- J.I. Zucker (SUNY at Buffalo, USA), 21 juli - 9 augustus.
- Jin Ho Hur (KAIST, Seoel, Korea), 17 september.
- N. Sabadini (Universiteit Milaan, Italië) 6-31 oktober: Mazurkiewicz trace languages (23 oktober).
- R. Platek (Odyssey Research Ass. Ithaca, USA), 9 oktober.
- C. Middelburg (Dr. Neher Laboratorium, Leidschendam), 15 december.
- P. Berens (Océ-Nederland BV), 15 december.

## VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- J.W. de Bakker: The Dutch National Concurrency Project. *Alvey/LPC Workshop*, Londen, UK, 27-28 februari.
- J.W. de Bakker: Designing POOL Semantics. *ESPRIT 415 Review*, Eindhoven, 14 maart.
- J.W. de Bakker: Het Landelijk Project Concurrency. *NGI/SION Symposium*, Utrecht, 2 april.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415 General Meeting*, Mierlo, 21-24 april.



- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415 Review Meeting*, Veldhoven, 22 mei.
- J.W. de Bakker: Semantics of process creation. *IFIP TC2/WG2.2 Working Conference & Working Group Meeting*, Ebberup, Denemarken, 25-29 augustus.
- J.W. de Bakker: Semantics of process creation. Universteit van Turijn, Turijn, Italië, 9 september.
- J.W. de Bakker: Semantics for parallel process creation. *Advanced School on Mathematical Models for the Semantics of Parallelism*, IAC, Rome, Italië, 24 september - 1 oktober.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415 General Meeting*, Mierlo, 27-30 oktober.
- J.W. de Bakker: Semantics of process creation. *Landelijk Project Concurrency - Concurrency day*, Leiden, 21 november.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415 Review Meeting*, Veldhoven, 11, 12 december.
- F.S. de Boer: A tutorial on proof techniques for concurrency. *ESPRIT 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Wembley, UK, 29 mei.
- F.S. de Boer: A proof rule of process creation. *IFIP Working Conference on Formal Description of Programming Concepts III*, Ebberup, Denemarken, 25 augustus.
- F.S. de Boer: A proof rule for process creation. *Landelijk Project Concurrency*, RU Leiden, 26 september.
- N.W.P. van Diepen: Algebraic specification of a language with GOTO-statements. *NGI/SION Symposium*, Utrecht, 2 april.
- N.W.P. van Diepen: Algebraic specification of goto's in Small. *GIFE meeting*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 3 juni.
- L.C. van der Gaag: Ontwikkelen van expertsystemen met behulp van PROLOG. *Colloquium Knowledge Base Systems*, CWI, Amsterdam, 2 mei.
- R.J. van Glabbeek: Module algebra. *Mini-conferentie ESPRIT project 432 METEOR*, Milaan, Italië, 3 juni.
- R.J. van Glabbeek: Comparative concurrency semantics. Imperial College, Londen, UK, 9 oktober.
- R.J. van Glabbeek: Petri-net models for algebraic theories of concurrency. *Mini-conferentie ESPRIT project 432 METEOR*, Brussel, België, 27 november.
- R.J. van Glabbeek: Petri-net models for algebraic theories of concurrency. *Bijeenkomst van de Werkgemeenschap Theoretische Informatica*, Utrecht, 28 november.
- J. Heering: Partial evaluation and  $\omega$ -completeness of algebraic specifications. *Second Review GIFE project*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 24 februari.
- J. Heering: Module algebra. *GIFE meeting*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 3 juni.
- P.R.H. Hendriks: Algebraic specification of Mini-ML typechecking. *GIFE*

- meeting*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 2 juni.
- P.R.H. Hendriks: The combination of ASF and SDF. *GIPE meeting*, Amsterdam, 20 oktober.
- P. Klint: Algebraic specification of a simple programming language. *Second Review GIPE project*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 24 februari.
- P. Klint: User-definable syntax for specification languages. *NGI/SION Symposium*, Utrecht, 2 april.
- P. Klint: Notationele vrijheid in formele specificaties. *Informatica-Colloquium*, Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 19 maart.
- P. Klint: Implementing SDF. *GIPE meeting*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 3 juni.
- P. Klint: Modularity and reusability in current programming languages. *1986 CERN Summer School on Computing*, Renesse, 6 september.
- P. Klint: A syntax definition formalism. *ESPRIT Technical Week 1986*, Brussel, België, 30 september.
- P. Klint: Preliminary design of the environment generator. *GIPE meeting*, Amsterdam, 21 oktober.
- P. Klint: A syntax definition formalism. Presentatie voor Océ van der Grinten NV, Amsterdam, 17 december.
- J.W. Klop: Comparative concurrency semantics: two examples. *Review meeting ESPRIT project 432 METEOR*, Brussel, België, 28 januari.
- J.W. Klop: Process algebra and comparative concurrency semantics. *Colloquium C<sup>3</sup>/LPC*, CWI, Amsterdam, 15 mei.
- J.W. Klop: Process algebra: specification and verification in bisimulation semantics. *Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 7 oktober.
- J.W. Klop: Decidability of bisimulation equivalence for processes generating context-free languages. *Mini-conferentie ESPRIT-project 432 METEOR*, Brussel, België, 27 november.
- J.W. Klop: Specificatie en verificatie in procesalgebra. *Informatica-Colloquium*, Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 3 december.
- J.N. Kok: Denotational semantics of nets with nondeterminism. *European Symposium on Programming*. Universiteit Saarbrücken, BRD, 18 maart.
- P.J.F. Lucas: De constructie van expertsystemen met behulp van een empty shell. *Informatica-Colloquium*, CWI, Amsterdam, 20 februari.
- P.J.F. Lucas: Operaties op knowledge bases in relatie met DELFI-2. *Colloquium Knowledge Base Systems*, CWI, Amsterdam, 7 maart.
- P.J.F. Lucas: Een expertstelsysteem voor de diagnostiek van ziekten van lever- en galwegen. *Medisch Informatica Congres 1986*, 19 april.
- P.J.F. Lucas: HEPAR: een medisch expertstelsysteem. *Expertsystemen Congres*, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, 3 juni.
- P.M. Rodenburg: Parametrized data types. *Mini-conferentie ESPRIT project 432 METEOR*, Brussel, België, 27 november.
- J.J.M.M. Rutten: Denotational semantics for POOL. *ESPRIT 415 Working*

- Group on Semantics and Proof Techniques*, Grenoble, Frankrijk, 13 februari.
- J.J.M.M. Rutten: Het oplossen van reflexieve domeinvergelijkingen in een categorie van volledige metrische ruimten. *Colloquium Grondslagen van de Wiskunde*, KU Nijmegen, 18 november.
- J.J.M.M. Rutten: Denotational semantics of a parallel object-oriented language. *Landelijk Project Concurrency*, RU Leiden, 12 december.
- F.W. Vaandrager: Process algebra semantics for a parallel object-oriented language. *Mini-conferentie ESPRIT project 432 METEOR*, Milaan, Italië, 3 juni.
- F.W. Vaandrager: Process algebra and real-time. *Mini-conferentie ESPRIT project 432 METEOR*, Brussel, België, 27 november.
- A. Verhoog: Window management systems. *Second Review GIPE project*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 24 februari.
- J.C. van Vliet: Via tekstverwerking naar documentverwerking. *Samsom seminar Tekstverwerking als uitgangspunt*, 14, 15 mei, 15, 16 oktober.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

- CS-R8601 J.W. DE BAKKER, J.-J.CH. MEYER, E.-R. OLDEROG, J.I. ZUCKER. *Transition systems, metric spaces and ready sets in the semantics of uniform concurrency.*
- CS-R8603 J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.-J.CH. MEYER, E.-R. OLDEROG, J.I. ZUCKER. *Contrasting themes in the semantics of imperative concurrency.*
- CS-R8605 J.N. KOK. *Denotational semantics of nets with nondeterminism.*
- CS-R8608 F.W. VAANDRAGER. *Verification of two communication protocols by means of process algebra.*
- CS-R8609 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP, E.-R. OLDEROG. *Failure semantics with fair abstraction.*
- CS-R8613 P.J.F. LUCAS. *Knowledge representation and inference in rule-based systems.*
- CS-R8616 L.C. VAN DER GAAG. *PROLOG: an expert system building tool.*
- CS-R8617 J.A. BERGSTRA, J. HEERING, P. KLINT. *Module algebra.*
- CS-R8619 J.A. BERGSTRA, J.V. ZUCKER. *Algebraic specifications of computable and semicomputable datatypes.*
- CS-R8620 J. HEERING, J. SIDI, A. VERHOOG (eds.). *Generation of interactive programming environments - GIPE (intermediate report).*
- CS-R8621 H.P. BARENDREGT, J.R. KENNEWAY, J.W. KLOP, M.R. SLEEP. *Needed reduction and spine strategies for the lambda calculus.*
- CS-R8624 R.J. VAN GLABBEEK. *Notes on the methodology of CCS and CSP.*
- CS-R8625 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP, E.-R. OLDEROG. *A new process semantics for fair abstraction.*
- CS-R8626 P. AMERICA, J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.J.M.M. RUTTEN. *A denotational semantics of a parallel object-oriented language.*

- CS-R8627 N.W.P. VAN DIEPEN. *A study in algebraic specification: a language with goto-statements.*
- CS-R8629 F.W. VAANDRAGER. *Process algebra semantics of POOL.*
- CS-R8632 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP. *Decidability of bisimulation equivalence for processes generating context-free languages.*
- CS-R8633 J. HEERING, P. KLINT. *A syntax definition formalism.*
- CS-R8634 R.J. VAN GLABBEEK. *Bounded nondeterminism and the approximation induction principle in process algebra.*
- CS-R8635 P. KLINT. *Modularization and reusability in current programming languages.*
- CS-R8636 J.C. VAN VLIET, J.B. WARMER. *Intertable.*
- CS-R8638 J.W. DE BAKKER, J.-J.CH. MEYER. *Order and metric in the stream semantics of elemental concurrency.*
- CS-N8601 N.W.P. VAN DIEPEN. *Algebraic specification of a language with goto-statements.*
- CS-N8602 J.C. VAN VLIET, J.B. WARMER. *An annotated bibliography on document processing.*
- CS-N8603 P. URZYCZYN. *Dining philosophers and process algebra.*
- CS-N8604 S. VAN EGMOND, F.C. HEEMAN. *Inform: prototype van een interactieve formuleverwerker.*
- CS-N8605 L.C. VAN DER GAAG, P.J.F. LUCAS. *Inleiding tot PROLOG.*
- CS-N8606 A. ELIËNS. *Semantics for Occam.*
- CS-N8607 J. HEERING. *Programmageneratoren.*
- CS-N8608 R.C. VAN SOEST. *Consistency and completeness of knowledge base.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- P1 P. AMERICA, J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.J.M.M. RUTTEN (1986). Operational semantics of a parallel object-oriented language. *Proceedings 13th ACM Symposium on Principles of Programming Languages*, St. Petersburg, Florida, January 13-15, 1986, 194-208.
- P2 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Syntax and defining equations for an interrupt mechanism in process algebra. *Fundamenta Informaticae IX (2)*, 127-168.
- P3 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Ready trace semantiek voor procesalgebra met prioriteitsoperator. *Proceedings NGI/SION Symposium 1986*, 281-292.
- P4 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Conditional axioms and  $\alpha/\beta$  calculus in process algebra. *Proceedings 3rd IFIP Working Conference on the Formal Description of Programming Concepts, Preliminary Version*, Ebberup, Denemarken.
- P5 J.W. DE BAKKER, J.N. KOK, J.-J.CH. MEYER, E.-R. OLDEROG, J.I. ZUCKER (1986). Contrasting themes in the semantics of imperative concurrency. J.W. DE BAKKER, W.P. DE ROEVER, G. ROZENBERG (eds.). *Current Trends in Concurrency: Overviews and Tutorials*, Lecture Notes in Computer Science 224, Springer-Verlag, 51-121.

- P6 F.S. DE BOER (1986). A proof rule for process-creation. *Proceedings 3rd IFIP Working Conference on the Formal Description of Programming Concepts, Preliminary Version, 1986*, Ebberup, Denemarken.
- P7 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Verification of an alternating bit protocol by means of process algebra. W. BIBEL, K.P. JANTKE (eds.). *Mathematical Methods of Specification and Synthesis of Software Systems 1985*, Math. Research 31, Akademie-Verlag, Berlin, 9-23.
- P8 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Conditional rewrite rules: confluence and termination. *Journal of Computer and System Sciences* 32 (3), 323-362.
- P9 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Algebra of communicating processes. J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam, 89-138.
- P10 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1986). Process algebra: specification and verification in bisimulation semantics. M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.). *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam, 61-94.
- P11 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP, E.-R. OLDEROG (1986). Failures without chaos: a new process semantics for fair abstraction. *Proceedings 3rd IFIP Working Conference on the Formal Description of Programming Concepts, Preliminary Version, 1986*, Ebberup, Denemarken.
- P12 N.W.P. VAN DIEPEN (1986). Algebraic specification of a language with GOTO-statements. *Proceedings NGI/SION Symposium 1986*, 293-303.
- P13 N.W.P. VAN DIEPEN, W.P. DE ROEVER (1986). Program derivation through transformations: the evolution of list-copying algorithms. *Science of Computer Programming* 6, 213-272.
- P14 L.C. VAN DER GAAG, P.J.F. LUCAS (1986). Inleiding tot PROLOG. *Samsom Handboek Informatica, 1986*.
- P15 J. HEERING (1986). Partial evaluation and  $\omega$ -completeness of algebraic specifications. *Theoretical Computer Science* 43, 149-167.
- P16 J. HEERING, P. KLINT (1986). User-definable syntax for specification languages. *Proceedings NGI/SION Symposium 1986*, 63-73.
- P17 J. HEERING, P. KLINT, B. LANG (1986). Generation of interactive programming environments. *ESPRIT '85, Status Report of Continuing Work, Part I, 1986*, North-Holland, Amsterdam, 467-477.
- P18 J. HEERING, P. KLINT (1986). The efficiency of the Equation Interpreter compared with the UNH Prolog Interpreter. *Sigplan Notices* 21, 2, 18-21.
- P19 J.N. KOK (1986). Denotational semantics of nets with nondeterminism. *Proceedings European Symposium on Programming 1986*, Lecture Notes in Computer Science 213, Springer, 237-250.
- P20 P.J.F. LUCAS, L.C. VAN DER GAAG (1986). PROLOG en expertsystemen. *Informatie* 28, 1, 16-25.
- P21 P.J.F. LUCAS, A.R. JANSSENS (1986). HEPAR: een medisch expertstelsysteem voor de diagnostiek van de aandoeningen van lever- en galwegen. *Proceedings van het Medisch Informatica Colloquium 1986*.

- P22 P.J.F. LUCAS, H. DE SWAAN ARONS (1986). Het DELFI-project. A. NIJHOLT, L. STEELS (eds.). *Ontwikkelingen in expertsystemen*, Academic Service.
- P23 J.C. VAN VLIET, J.B. WARMER (1986). An annotated bibliography on document processing. J.C. VAN VLIET (ed.). *Text Processing and Document Manipulation*, Cambridge University Press, 260-276.

*Overige publikaties*

- P24 P. AMERICA, K.R. APT, J.W. DE BAKKER et al. (1986). *Deliverable 2, ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques, October 1986*.
- P25 J.W. DE BAKKER, W.P. DE ROEVER, G. ROZENBERG (eds.) (1986). *Current Trends in Concurrency: Overviews and Tutorials*, Lecture Notes in Computer Science 224, Springer-Verlag.
- P26 J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.) (1986). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam.
- P27 J.A. BERGSTRÄ, P. BORRAS, D. CLEMENT, J. DESPEYROUX, T. DESPEYROUX, N.W.P. VAN DIEPEN, J. HEERING, P.R.H. HENDRIKS, J. INCERPI, G. KAHN, P. KLINT, B. LANG, V. PASCUAL, J. REKERS, L. RIDEAU, H.R. WALTERS (1986). *Fourth Review Report GIPE Project, december 1986*.
- P28 P. KLINT (1986). *Prototyping in Prolog*, PAO-cursus Prolog, Amsterdam 1986.
- P29 J.C. VAN VLIET (ed.) (1986). *Text Processing and Document Manipulation*, Cambridge University Press Proceedings.
- P30 J.C. VAN VLIET (1986). *Via tekstverwerking naar documentverwerking*, syllabus Samsom seminar Tekstverwerking als uitgangspunt, 1-8.

# Verlag van de Afdeling Algoritmiiek en Architectuur

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- AA 1 Complexiteit en algoritmen
- AA 2 Transparantie van architecturen
- AA 3 ABC
- AA 4 Gespreide adaptieve informatiesystemen
- AA 5 Constructieve algoritmiiek
  - 5.1 VLSI-ontwerp
  - 5.2 Abstracto

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

prof. L.G.L.T. Meertens (chef)	[AA 3, 5.2]
prof.dr. T.A. Budd (gastmedewerker)	[AA 3]
ir. J.C. Ebergen (wet. medewerker)	[AA 5.1]
L.J.M. Geurts (wet. medewerker)	[AA 3]
drs. A. Janssen (wet. medewerker)	[AA 2]
dr. M.L. Kersten (wet. medewerker)	[AA 4]
prof.dr. L.M. Kirousis (gastmedewerker)	[AA 1]
dr. E. Kranakis (wet. medewerker)	[AA 1]
drs. C. van der Meer (wet. medewerker)	[AA 4]
dr. S.J. Mullender (wet. medewerker)	[AA 2]
S. Pemberton (wet. medewerker)	[AA 3]
drs. G. van Rossum (wet. medewerker)	[AA 3]
drs. F.H. Schippers (wet. medewerker)	[AA 4]

I. Shizgal M.S. (wet. medewerker)	[AA 2]
drs. A.P.J.M. Siebes (wet. medewerker)	[AA 4]
dr.ir. P.M.B. Vitányi (wet. medewerker)	[AA 1]
drs. F. van Dijk (programmeur)	[AA 3]
A.J. Jansen (programmeur)	[AA 2]
drs. T.J.G. Krijnen (programmeur)	[AA 3]
mw. J.G. Steiner B.A. (programmeur)	[AA 2]
S.E. Advokaat (stagiair)	[AA 4]
H.W.K. Boenink (stagiair)	[AA 3]
E.D.G. Boeve (stagiair)	[AA 2]
M.M. Cathalina (stagiair)	[AA 3]
H. Nijbacker (stagiair)	[AA 3]
M.R. Roorda (stagiair)	[AA 3]
mw. M. Snyder (stagiair)	[AA 2]
H. Tempelman (stagiair)	[AA 3]
E. Verweij (stagiair)	[AA 5.2]
S. van der Zee (stagiair)	[AA 2]
J. Zwaan (stagiair)	[AA 3]
R. Zwart (stagiair)	[AA 3]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *AA 1 Complexiteit en algoritmen*

P.M.B. Vitányi was van 1 februari tot 15 september als 'Visiting Scientist' verbonden aan het Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science, Theory of Distributed Computing Group, hiertoe in staat gesteld door een MIT Research Fellowship.

Verder bracht P.M.B. Vitányi van 28 november-3 december een bezoek aan het Laboratoire d'Informatique, Ecole Normale Supérieure, Parijs, op uitnodiging en hield daar een voordracht.

L. Kirousis van de Wiskundefaculteit van de Universiteit van Patras, Griekenland, is van 1 september 1986 tot 1 juli 1987 verbonden aan het CWI als gast-medewerker bij het project AA 1.

#### *1.1. Interactie tussen Algoritmen en Berekeningsmodel (P.M.B. Vitányi).*

Traditioneel houdt de theorie van berekeningscomplexiteit zich bezig met sequentiële berekeningen. In de desbetreffende berekeningsmodellen komt de onderliggende fysica nauwelijks tot uiting. Op het gebied van parallelle/gedistribueerde berekeningen zijn ruimte, tijd en fysica veel belangrijker dan in het seriële geval. Dit leidt tot nieuwe inzichten over complexiteit. Bijvoorbeeld, communicatiekosten worden belangrijker dan berekeningskosten. Het onderzoek heeft nieuwe ondergrenzen opgeleverd voor de gemiddelde verbindingslengte voor het inbedden van symmetrische circuits in een meerdimensionale Euclidische ruimte. Door het gebruik van zuiver geometrische argumenten is bereikt dat de grenzen gelden voor elke



technologie. De grenzen gelden bijvoorbeeld voor de binaire  $n$ -kubus, zoals MIT's Connection Machine, zelfs als die als optische computer geïmplementeerd zou worden. De grenzen vallen vrijwel samen met de triviale bovengrens. Hieruit blijkt dat symmetrische circuits met kleine diameter niet 'opschalen', d.w.z. geen uitkomst bieden voor zeer grootschalige multicomputers. Over dit onderwerp werden enkele voordrachten op uitnodiging gehouden, zowel op de *Aegean Workshop on Computing, VLSI Algorithms and Architectures (2nd International Workshop on Parallel Processing and VLSI)* in Loutraki (Griekenland) als op het *Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945* in Amsterdam. Voorts is over dit onderzoek gerapporteerd in een voordracht op de University of California, San Diego. Er verschenen rapporten en twee artikelen in de Proceedings van genoemde bijeenkomsten. Een tijdschriftartikel is in voorbereiding.

## 1.2. Distributed Control

1.2.1. *Match-Making* (E. Kranakis, S.J. Mullender, P.M.B. Vitányi). Het aantal boodschappen dat nodig is om een paar beweeglijke processen in een multicomputer netwerk te 'matchen', is een maat voor de kosten van het opzetten van een tijdelijke communicatieverbinding tussen zulke processen. Ondergrenzen werden gevonden voor het gemiddeld aantal benodigde punt-tot-punt transmissies tussen elk paar knopen in een dergelijke context, voor alle gradaties van besturing: van volledig centraal via hiërarchisch tot volledig gedistribueerd. Het door ons geïdentificeerde probleem 'Distributed Match-Making' is generiek voor een wijde klasse van problemen. Toepassingen worden gevonden in 'name-servers', 'mutual exclusion' en 'version management'. Diverse generalisaties werden onderzocht, die er in wezen op neer komen dat niet twee maar  $n$  processen gematcht worden ( $n \geq 2$ ). Er werden twee tijdschriftartikelen aangeboden, er verscheen een tijdschriftartikel, er werd een rapport vervaardigd, en voordrachten werden gegeven op de Katholieke Universiteit Nijmegen, MIT en de Ecole Normale Supérieure in Parijs.

1.2.2. *Algemene Asynchrone Communicatie Interface* (B. Awerbuch, L. Kirousis, E. Kranakis, P.M.B. Vitányi). Het probleem is om meerwaardige gemeenschappelijke registers te construeren die asynchroon en gelijktijdig gelezen en geschreven kunnen worden door vele processoren, en wel op consistente wijze. Een dergelijk register wordt 'atomair' genoemd, omdat het 'schijnbaar' in een ondeelbare actie geschreven of gelezen wordt. In de gangbare benadering van 'concurrency' lijkt het alsof acties gelijktijdig uitgevoerd worden, maar in werkelijkheid worden zij, diep in de computer, sequentieel uitgevoerd. In het onderhavige probleem willen wij het omgekeerde: de acties worden in werkelijkheid gelijktijdig uitgevoerd met volledige 'interleaving' van subacties op het laagste niveau, maar het moet lijken alsof zij sequentieel uitgevoerd worden. Verder mogen acties niet op elkaar wachten. Deze vereisten verhinderen het gebruik van synchronisatieprimitiva als semaforen, busy-wait,

mutual exclusion enzovoorts. Om deze primitiva zelf te implementeren in een asynchrone omgeving zijn namelijk oplossingen voor het genoemde probleem nodig. Oplossingen zijn gevonden voor alle openstaande problemen op dit gebied en verbeterde oplossingen voor eerder opgeloste problemen. Verder zijn nieuwe criteria voor correctheid en bewijsmethoden gevonden. Er werd een rapport vervaardigd, gerapporteerd op het 27ste *IEEE Symposium on Foundation of Computer Science* in Toronto (Canada), en voordrachten werden gegeven in AT&T Bell Labs, Holmdel, New Jersey, MIT, Massachusetts, Cornell University, New York en Rochester University, New York. Er zijn meerdere rapporten etc. in voorbereiding.

### 1.3. Diversen

P.M.B. Vitányi verkreeg met gebruik van Kolmogorov-complexiteit optimale of bijna optimale ondergrenzen aan de tijd om datastructuur  $X$  te simuleren met datastructuur  $Y$ . Hierbij zijn  $X$  en  $Y$  lineaire lijsten (tapes), stapels of buffers. De bereikte ondergrenzen zijn typisch binnen een factor  $\log n$  van de corresponderende bovengrenzen, of vallen met die bovengrenzen samen. Over dit werk werd een rapport geschreven, een tijdschriftartikel ingediend, en werd gerapporteerd op de *Structure in Complexity Theory Conference*, Berkeley, Californië, juni 1986. Het onderzoek werd uitgevoerd tezamen met Ming Li (Harvard University, Massachusetts) en Luc Longpré (University of Washington).

E. Kranakis onderzocht een approximatieprincipe voor zogenaamde projectieve modellen van process algebra's (op eindig veel atomen). Op zijn beurt werd dit principe gebruikt om een nieuw model voor process algebra's te construeren. Van dit onderzoek verschijnt een bijdrage in *Conference on Mathematical Logic and its Applications*, Druzhba, Bulgarije, alsmede een rapport. Bovendien werd een algemene stelling bewezen, die zowel het bestaan als de eenduidigheid van oplossingen van arbitraire systemen van fixed point vergelijkingen met parameters in het projectieve model bewijzen. Dergelijke systemen komen voor bij de formele specificatie van diverse programmeerbegrippen zoals stapels, tellers enzovoorts. Ook hiervan verscheen een rapport.

E. Kranakis en J.W. Klop (AP) vonden een nieuwe methode om  $2m$  bij  $2m$  matrices te construeren met 0,1 elementen, zodanig dat iedere kolom en rij sommeert tot  $m$ . Hierdoor werd het mogelijk om nontriviale ondergrenzen aan het aantal van dergelijke matrices te geven. Hierover zal een artikel verschijnen in *Ars Combinatoria*, en verscheen een technisch rapport.

E. Kranakis en K. Oikonomou (AT&T Information Systems) onderzochten temporele logica formules als representaties van karakteristieke verzamelingen van lineaire tijd. Er werd een reductiealgoritme gevonden om zulke verzamelingen te berekenen, alsmede een nieuwe benadering door middel van het afleiden van een temporele functionele vergelijking waarvan de kleinste of grootste oplossing de gezochte verzameling is.

E. Kranakis' boek *Primality and Cryptography* werd in april 1986 gepubliceerd door Teubner-Wiley.

### AA 2 *Transparantie van Architecturen*

Het project *Transparantie van Architecturen* wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met de vakgroep Informatica van de Vrije Universiteit. In het project wordt onderzoek verricht naar de principes die ten grondslag liggen aan het ontwerp van gespreide systemen.

2.1. *Amoeba* (S.J. Mullender, A. Janssen, A.J. Jansen, I. Shizgal, J.G. Steiner). Amoeba is een experimenteel gespreid operating system dat geïmplementeerd wordt om de onderzoeksresultaten van het project in de praktijk te toetsen. Het Amoeba systeem geldt als een van de meest bekende gespreide systemen in de wereld.

Het werk aan Amoeba vordert gestaag en is nu in een stadium waar gedacht moet worden aan een groter experiment, waarbij een aantal gebruikers Amoeba gebruiken als het operating system waarop zij hun normale dagelijkse programmeerwerk of tekstverwerkingswerk doen.

Amoeba vormt een flexibele basis voor verschillende programmeeromgevingen. Voor de populairste programmeeromgeving van het moment, UNIX,<sup>1</sup> is een emulator gebouwd die in staat is om de UNIX omgeving zo te simuleren, dat programma's die onder UNIX draaien zonder enige wijziging en zonder opnieuw vertaald te hoeven worden onder Amoeba kunnen draaien. Wij hechten veel waarde aan een dergelijke flexibele basis, omdat het hierdoor mogelijk is langzamerhand over te stappen van een gecentraliseerd naar een gespreid systeem, zonder nuttige software weg te hoeven gooien, maar met de mogelijkheid om gebruik te maken van de fouttolerantie en het parallelisme van een gespreid systeem.

Er is nu een aantal Amoebaservices geïmplementeerd: verschillende soorten File Servers, een Bank Server voor accounting en resource control, een Directory Server die een globaal benoemingssysteem definieert voor alle objecten in Amoeba, een Boot Server, die crashes detecteert en services na een crash weer op de been helpt, een Process Server, die dient voor het creëren en beheren van processen, en verscheidene andere services.

2.2. *COST-11* (S.J. Mullender, A. Janssen). Het Cost-11 project is een samenwerkingsproject met een twaalftal instituten in Europa, gesponsord door de E.G., dat de totstandkoming van een '*wide-area network operating system*' beoogt. Amoeba is destijds gekozen als de basis van het systeem dat in dit project ontworpen wordt. Het onderzoek vindt goede voortgang; in het verslagjaar zijn de eerste *message transactions* tussen CWI, Hatfield (UK) en Tromsø (Noorwegen) gedaan.

1. UNIX is a Trademark of AT&T Bell Laboratories.

### 2.3. Diversen

Van 8 tot 10 september is het CWI gastheer geweest voor de *Second European SIGOPS Workshop 'Making Distributed Systems Work.'* Deze workshop, die elke twee jaar wordt gehouden, lijkt, samen met het *ACM Symposium on Operating System Principles*, een van de belangrijkste terugkerende evenementen op het gebied van operating systems te gaan worden. De workshop was bijzonder succesvol dit jaar en een uitstekende reclame voor het CWI in de wereld van operating systems research.

In september van dit jaar is S.J. Mullender begonnen aan een gastonderzoekerschap van een half jaar bij het Systems Research Center van Digital Equipment Corporation in Palo Alto, Californië. In dit instituut, dat als een van de meest vooraanstaande geldt op het gebied van gespreide systemen, wordt onder andere onderzoek verricht aan operating systems voor multiprocessoren, een gebied waarop in Nederland nog weinig kennis aanwezig is.

*AA 3 ABC* (H.W.K. Boenink, T.A. Budd, M.M. Cathalina, F. van Dijk, L.J.M. Geurts, T.J.G. Krijnen, L.G.L.T. Meertens, H. Nijbacker, S. Pemberton, M.R. Roorda, G. van Rossum, H. Tempelman, J. Zwaan, R. Zwart)

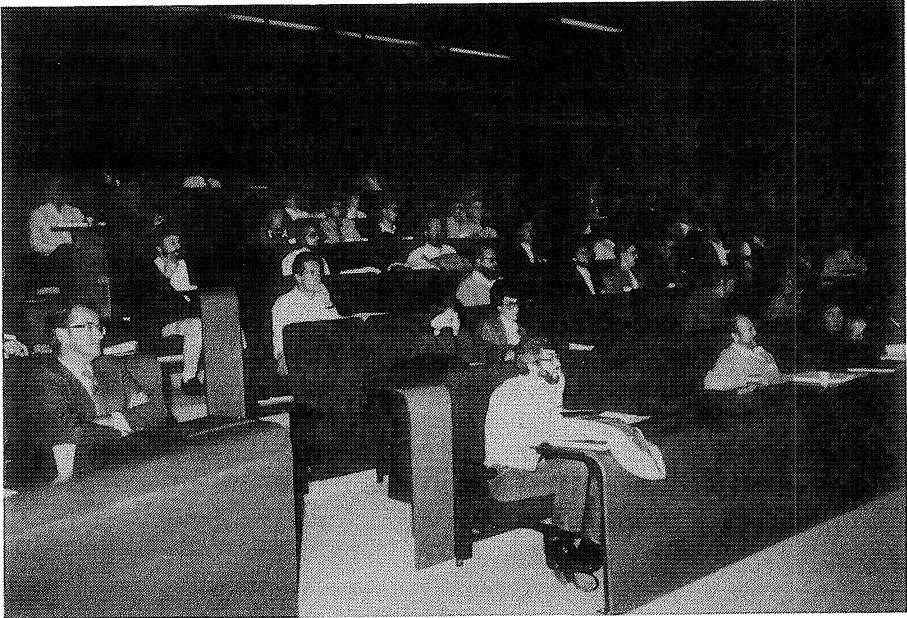
### 3.1. Ontwerp

Zoals reeds lang gepland werd het ontwerp van B, aan de hand van de ervaring verkregen in vijf jaar onderwijs en praktisch gebruik van de taal, grondig onder de loep genomen en waar verbetering mogelijk was herzien. Hiertoe hield T.J.G. Krijnen een database bij waar op ieder ogenblik van het herzieningsproces de stand van zaken was af te lezen. Het resultaat van de herziening is een nieuwe versie van de taal, ABC genaamd. De verschillen tussen B en ABC zijn niet zeer groot; van de 69 geïnventariseerde wijzigingsvoorstellen zijn er uiteindelijk 36 geaccepteerd, waarvan slechts een zestal een syntactische incompatibiliteit tussen B en ABC oplevert. De meeste overige wijzigingen betreffen een subtiel verschil in de semantiek (doorgaans doordat een betekenis wordt toegekend aan situaties die in B niet toegelaten waren) of de toevoeging van een functie.

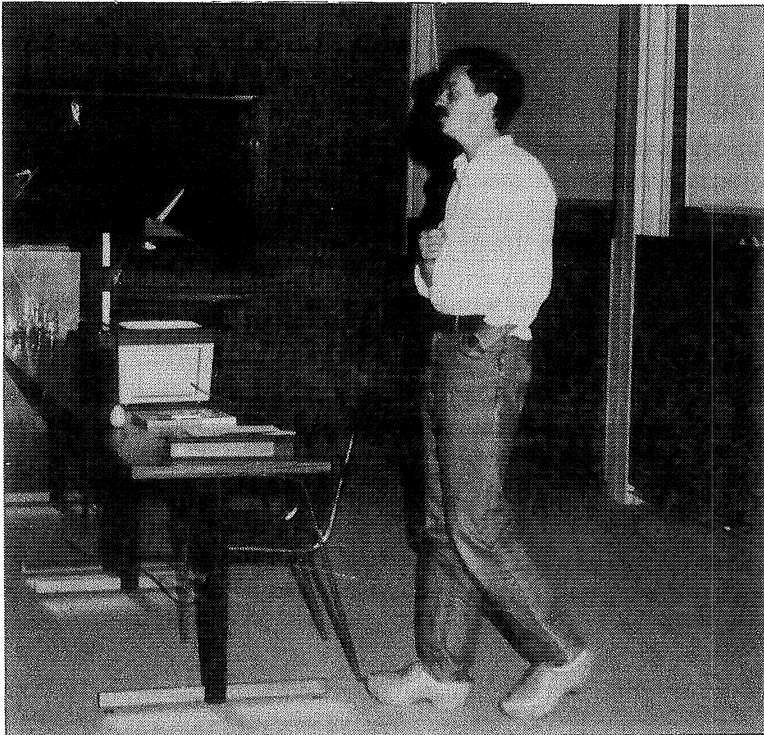
Tegelijk met de taal zelf is ook de gebruikte terminologie herzien. Hiertoe inventariseerde L.J.M. Geurts alle termen uit alle niet-interne B-documentatie en de foutmeldingen van het B-systeem en rubriceerde deze naar voorkomen en gebruik.

J. Zwaan en R. Zwart (beiden stagiairs IHBO De Maere, Enschede), werkten aan de afronding van een (reeds goeddeels in 1985 ontworpen) taaluitbreiding van ABC die het mogelijk maakt op een hoog niveau grafische documenten te beschrijven. Van een en ander werd bovendien een proefimplementatie (nog in B) vervaardigd.

Van de editor werd ook een nieuw functioneel ontwerp gemaakt, voorzover specifiek voor ABC door G. van Rossum, met een generalisatie voor meer algemene documenten, inclusief grafische, door L.G.L.T. Meertens. Van beide werden (deels complementaire) proefimplementaties gemaakt; voor de



*In September was het CWI de gastheer van de Second European SIGOPS Workshop 'Making Distributed Systems Work', die onder leiding stond van Sape Mullender. Tijdens zijn lezingen liet deze niet alleen zijn geavanceerde ideeën horen, maar liet hij ook traditionele zien.*



specifieke ABC-editor door H.W.K. Boenink en H. Tempelman en voor de algemene door H. Nijbacker en M.R. Roorda, allen stagiairs van de IHBO De Maere. De verschillen met de huidige editor zijn zowel functioneel (nog gebruiksvriendelijker doordat zowel 'ongestructureerde' als 'gestructureerde' operaties in meer situaties zijn toegelaten; betere foutdetectie- en suggestiemechanismen) als architectonisch (betere modularisering; potentieel efficiënter, met name voor grote teksten).

### 3.2. Implementatie

De ontwikkeling, in 1984-1985, van een implementatie van B voor de IBM-PC en compatibles onder MS-DOS had geleid tot het naast elkaar bestaan van twee systeemversies (de andere onder UNIX). Een hoge prioriteit in 1986 was het redresseren van deze uit het oogpunt van beheersbaarheid onwerkzame situatie. De beide versies zijn nu weer 'in elkaar geschoven' tot een geheel. Het leeuwendeel van deze, grotendeels moeizame, arbeid is door F. van Dijk verricht. Een nevenresultaat hiervan is dat de systeemafhankelijke gedeelten beter dan tevoren op enkele plaatsen geconcentreerd zijn.

G. van Rossum implementeerde een interface voor de Apple Macintosh, zodat B ook daarop beschikbaar kwam. In afwachting van de herziening naar ABC is besloten deze versie niet publiek toegankelijk te maken.

In het B-systeem werden een aantal verbeteringen aangebracht. G. van Rossum implementeerde een voorziening om de geparseerde programmatekst in een 'geregen boomstructuur' op te slaan, hetgeen de interpretatie aanmerkelijk versnelt. Een experimentele implementatie van een byte-code-interpretator voor een deel van B, vervaardigd door T.A. Budd, suggereert dat op dit gebied nog meer winst valt te behalen. Een andere belangrijke verbetering betreft een verhoging van de functionaliteit van de B-omgeving door het toevoegen van een voorziening om vanuit B van werkruimte te wisselen. In eerdere versies moest de gebruiker hiertoe het systeem eerst verlaten. Verder valt hier nog te vermelden dat F. van Dijk door een serie kleine wijzigingen wist te bereiken dat het aantal file accesses vanuit het systeem aanmerkelijk werd gereduceerd, wat vooral van belang is voor microcomputers met trage (floppy) disks.

Over de Cleaning Person Algorithm, in 1985 door T.A. Budd ontworpen, verscheen een rapport. M.M. Cathalina (HIO Eindhoven) maakte een implementatie van deze algoritme. Tevens vond hij enkele kleine verbeteringen van de algoritme die vooral bij het praktisch gebruik van belang zijn. Deze algoritme is van belang om de beoogde volledige functionaliteit van de omgeving te kunnen realiseren.

Ten behoeve van het gebruik van B in het Nederlandstalig onderwijs ontwierp L.J.M. Geurts een Nederlandstalige versie van de terminologie en vertaalde hij alle foutmeldingen van het B-systeem naar het Nederlands.

Van de noodzakelijke aanpassingen in het systeem voor de overgang van B naar ABC was aan het eind van het jaar een substantieel deel voltooid.

### 3.3. *Verspreiding*

Het aanleveren van een B-systeem voor de UNIX BSD4.3 distributietape heeft in zoverre succes gehad dat het aantal aanvragen voor het aanleveren van een versie op magneetband, iets wat betrekkelijk veel werk met zich brengt, merkbaar verminderde en nagenoeg alle systemen op floppy disk verspreid konden worden. Deze verspreiding werd verzorgd door mw. M. Hegt (bureau SMC/SION).

In 1986 werd aan een zestigtal aanvragen voldaan, wat het totale aantal rechtstreeks vanuit het CWI verspreide systemen op ruim honderd brengt. Door de opnemings in de BSD4.3 distributie (nu in naar schatting een à twee duizend exemplaren verspreid) is het niet langer mogelijk een overzicht te houden van de geïnstalleerde B-systemen. (Overigens gold al dat af en toe bleek dat B-systemen ook via andere kanalen verspreid worden.)

Met de omzetting van *The B Programmer's Handbook* naar *The ABC Programmer's Handbook* werd een begin gemaakt. Sommige delen zijn herschreven, de terminologie is aangepast en er is een geheel nieuw hoofdstuk toegevoegd met voorbeelden van ABC-programma's.

Ter voorbereiding van de herziening van het op B geënte cursusboek *Computer Programming for Beginners* inventariseerde L.J.M. Geurts de programmeertechnieken die in de loop van een dergelijke cursus aan de orde dienen te komen.

S. Pemberton schreef een tweetal op een groter publiek gerichte artikelen over de ABC-taal en -omgeving, bestemd voor de tijdschriften *IEEE Software* en *Byte*. Van het artikel voor *IEEE Software* was aan het eind van het jaar bekend dat het voor plaatsing geaccepteerd was.

Driemaal werd een stand met presentaties van B verzorgd, te weten op de jaarlijkse open dag aan het CWI, op de beurs Europe Software 1986 te Utrecht, 8-10 april, en bij de finale van Micro Masters Holland te Rotterdam, 16 en 17 mei.

Verder werden diverse voordrachten over ABC gehouden.

### *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, het AMOS framework (zie wetenschappelijk meerjarenprogramma 1987-1991). De uitwerking van deze filosofie heeft geresulteerd in het opstarten van drie complementaire deelprojecten.

4.1. *Een object-centered programmeertaal* (M.L. Kersten, F.H. Schippers). Momenteel staat de koppeling van Database Management Systemen met op logica gebaseerde programmeertalen, zoals PROLOG, sterk in de belangstelling. Zo'n koppeling heeft tot doel de functionaliteit van het database management systeem te vergroten alsmede het verwerken van de programma's te versnellen. Daarnaast maken deze talen het mogelijk op eenvoudige wijze afleidbare informatie in de vorm van kennisregels op te slaan. In het bijzonder

wordt op deze wijze een compacte notatie verkregen voor het beschrijven van de integriteitsregels.

Een taal zoals PROLOG biedt echter weinig hulpmiddelen voor een overzichtelijke en inzichtelijke beschrijving van de database. Daarom staan ook object-georiënteerde talen, zoals Smalltalk, sterk in de belangstelling van database-onderzoekers. Centraal thema hierbij is het beschrijven van de kennis rond objecten en objectklassen. Database-systemen gebaseerd op deze principes zijn echter nog dun gezaaid.

Het uitbreiden van beide bovengenoemde talen om aan de eisen van toekomstige database-systemen te kunnen voldoen biedt weinig heil. Een bundeling van de goede eigenschappen en een nieuw database-concept is ons inziens noodzakelijk.

Dit deelproject behelst het ontwerp en de realisatie van een programmeertaal voor de constructie van adaptieve informatiesystemen en op kennis gebaseerde applicaties. Essentiële aspecten van deze taal zijn: data-flow gestuurde informatieverwerking, logic programming, coöperatieve processtructuren en object-gecentreerde aanpak.

In de in dit deelproject ontworpen object-georiënteerde taal is de klasse van een object een dynamisch gegeven. Dit impliceert dat objecten in de tijd van klasse kunnen veranderen. Bovendien kan een object tot meerdere klassen tegelijkertijd behoren. Deze aanpak verschilt sterk met een object-georiënteerde aanpak waar de klassen op voorhand moeten worden gedefinieerd en waarbij elk object te allen tijde tot slechts een klasse kan behoren.

Centraal in de beschrijving van de beoogde applicaties is het *guardian* concept. Kort samengevat is een guardian een hoog niveau (declaratieve) beschrijving van een proces dat (algoritmisches) reageert op wijzigingen (en toestanden) in de kennisbank. Een voorlopige taaldefinitie is in 1986 gepubliceerd [CS-R8615]. Daarnaast zijn er twee publikaties verzorgd over de taalconcepten in relatie tot het bewaken van de integriteit van een database [CS-R8631] en de relatie met object-georiënteerde benaderingen [CS-R8630]. Er is een functioneel prototype in PROLOG ontwikkeld.

4.2. *Main-memory database-systemen* (M.L. Kersten, C. van der Meer). Dit project beoogt kennis en ervaring te verwerven op het terrein van database machines. Hierbij staan de volgende vraagstukken centraal:

Hoe moet een relationeel database management systeem eruit zien waarin de verzameling primitieve domeinen (b.v. met tekst, beeld en geluid) uitbreidbaar is?

Hoe kan effectief gebruik gemaakt worden van de beschikbaarheid van een grote hoeveelheid direct toegankelijk geheugen (1 Gigabyte)?

Kunnen technieken die een belangrijke rol spelen in gespreide gegevensbanken, zoals replicatie en data-base fragmentatie, toegepast worden in de architectuur van een database machine?

Hoewel in bijna elk bedrijf een database management systeem wordt gebruikt voor de opslag en verwerking van administratieve gegevens, zijn er



slechts vier database-machines commercieel beschikbaar. Oorzaken hiervoor zijn te vinden in fundamentele problemen die men bij de ontwikkeling van zulke systemen tegenkomt zoals de ontwikkeling van hardware; het ontwerp en realisatie van omvangrijke programma's; en de ontwikkelingen op het terrein van database-modellering.

In het kader van het Stimuleringsprojectteam Informatica-onderzoek (SPIN) is in 1986 een samenwerkingsverband, PRISMA, opgezet tussen Philips Research Laboratories Eindhoven, de Universiteit Twente, RU Utrecht, Universiteit van Amsterdam, RU Leiden, en de afdeling Programmatuur van het CWI, met als doel het realiseren van een 'Highly parallel machine for data and knowledge processing'. Het aandeel van de DAISY-groep in dit project concentreert zich op het ontwerp en de realisatie van main-memory database management faciliteiten.

*4.3. Database-modellering* (M.L. Kersten, A.P.J.M. Siebes). Een van de belangrijkste activiteiten van een database-ontwerper is het beschrijven van de database met behulp van een formeel model. In de praktijk wordt hierbij vaak gebruikt gemaakt van het Entity-Relationship model, een semantisch rijker model dan het relationele datamodel. Omdat dit model is gebaseerd op informele concepten is het moeilijk een goede afweging te maken tussen de mogelijke beschrijvingen van een en dezelfde database.

In dit project wordt een nieuwe, formele benadering voor deze problematiek uitgewerkt. Gebleken is dat de centrale concepten in het ER-model, entiteit en relatie, beter vervangen kunnen worden door de concepten attribute, entiteit en 'inheritance' door middel van een ISA-hierarchy. Hierdoor kan de database worden beschouwd als een topologische ruimte waarin de relatie tussen database-extensie en -intensie te modelleren is als een schoof. Tevens biedt het onderkennen van een basis een aanknopingspunt voor het vergelijken van database-ontwerpen. Resultaten in de vorm van publikaties worden medio 1987 verwacht.

## *AA 5 Constructieve algoritmieken*

*5.1. VLSI-ontwerp* (J.C. Ebergen). Het onderzoek binnen het project VLSI-ontwerp beoogt het ontwerpen van een geïntegreerd circuit te reduceren tot het ontwerpen van een programma. Ter vermijding van een aantal implementatieproblemen is voor de realisatie van het programma gekozen voor een vertragingsongevoelige samenstelling van een aantal basiscomponenten, dat wil zeggen, een compositie die correct functioneert ongeacht de vertragingen die kunnen optreden in de verbindingsdraden. We gaan daarom uit van programma's die componenten specificeren die op een vertragingsongevoelige manier communiceren met hun omgeving. We noemen dit vertragingsongevoelige componenten.

In 1986 is voornamelijk gewerkt aan de voltooiing van een aantal ontwerpen die in een proefschrift, dat in de loop van 1987 gereed moet komen, zullen verschijnen. Er is een attribuut-grammatica ontwikkeld waarvoor geldt

dat elk programma dat aan deze grammatica voldoet een vertragingsongevoelige component specificeert. Deze grammatica staat een grote klasse van programma's toe waarin, onder andere, parallellisme, tailrecursie of projectie mogen voorkomen. Daarbij is een methode ontwikkeld die elk programma geschreven volgens de grammaticaregels op constructieve wijze vertaalt in een vertragingsongevoelige samenstelling van basiscomponenten. Deze vertaling heeft de eigenschap dat er slechts vijf verschillende basiscomponenten nodig zijn waaruit elke samenstelling opgebouwd kan worden. Deze basiscomponenten zijn de Sequencer, de Fork, het C-element, de Toggle, en het Exor-element, welke alle betrekkelijk eenvoudig te realiseren zijn. Verder heeft de vertaling de eigenschap dat het totale aantal basiscomponenten in de samenstelling evenredig is met de lengte van het programma.

5.2. *Abstracto* (L.G.L.T. Meertens). Het onderzoek naar algoritmische notaties op een hoog abstractieniveau voor het specificeren en transformeren van algoritmen leverde enkele interessante resultaten op, waaronder een 'zowel-als'-operator die de duale is van de 'onbepaalde-keuze'-operator, en een bijbehorende partiële variant van Hilbert's bekende epsilon-operator. Hierdoor kunnen sommige algoritmische ontwikkelingen veel natuurlijker gepresenteerd worden en wordt het gebruik van de dubieuze 'universum-constante' uit eerdere ontwikkelingen overbodig.

In de eerdere jaren was het onderzoek van morfismen (functies op structuren die gedefinieerd zijn in termen van de constituenten) beperkt gebleven tot met een binaire operatie gevormde structuren. Voor morfismen op willekeurige, niet noodzakelijk met een binaire en zelfs niet met een enkele operatie gevormde, structuren, werd een generalisatie gevonden die toegepast op andere dan binaire structuren vaak een vertrouwde klasse functies bleek op te leveren, onder andere geïtereerde functies voor de Peano-getallen en de door R.S. Bird geïntroduceerde 'directed reduce' voor lineaire lijsten.

Een aantal nieuwe resultaten werd voor deze morfismen verkregen, die deels hun brede toepasbaarheid verklaren. Zo blijkt iedere injectieve functie op structuren een morfisme te zijn, terwijl iedere willekeurige functie de compositie van een beperkt aantal (voor binaire structuren twee) morfismen is. Verder bleek, bij een eerste poging om een ontwikkeling met behulp van een overgang in de gegevensrepresentatie te presenteren, dat indien de gegevenstransformatie zelf een morfisme is, morfismen van het ene gegevensdomein afgebeeld worden naar morfismen in het andere domein. Dit maakt een factorisatie van de algoritmische ontwikkeling mogelijk die de gehele ontwikkeling dramatisch vereenvoudigt.

Het onderzoek met E. Verweij (stagiair TU Delft) naar de unificatie van procedurele en applicatieve specificatiestijlen werd voortgezet. Aan de hand van een applicatieve semantische karakterisatie van 'substituties' (overeenkomend met 'assignments' in procedurele talen) werd een calculus van substituties ontwikkeld met een reguliere algebraïsche structuur. De invoering van het begrip 'gegeneraliseerde substitutie', overeenkomend met de o.a. door R.J.R. Back in een procedurele context ingevoerde 'onbepaalde toekenning',

vergemakkelijkt de inpassing in het reeds ontwikkelde algoritmische kader en verruimt de toepasbaarheid.

Van alle genoemde ontwikkelingen is verslag gedaan op een bijeenkomst van IFIP WG 2.1. Besloten is dat de volgende bijeenkomst van de werkgroep het karakter van een workshop zal hebben die zich concentreert op deze, in samenwerking met R.S. Bird (University of Oxford, UK) ontwikkelde, algoritmische benadering.

Op de *IFIP TC2 Working Conference on Program Specification and Transformation*, gehouden te Bad Tölz (BRD) in april, werd een voordracht gehouden over de toepassing van de ontwikkelde begrippen en notaties. Voorts verscheen in deel I van de CWI Monograph-serie hierover een bijdrage.

In samenwerking met een groot aantal anderen is bij de Nationale Faciliteit Informatica een voorstel ingediend voor een serie seminaria over het onderwerp programmaspecificatie en -transformatie. Deze aanvraag is gehonoreerd, en de eerste voordrachten uit de serie zijn nog in 1986 (aan de RU Utrecht) gehouden door R.S. Bird. In het kader van dit bezoek verbleef Bird ook enkele dagen aan het CWI. Tezamen met de KU Nijmegen (H. Partsch, C.H.A. Koster) en de RU Utrecht (S.D. Swierstra) is verder een nieuw voorstel opgesteld voor een project op het gebied van mechanische transformatiesystemen, waarvan een voorlopige versie aan de NFI is voorgelegd.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Colloquia*

Voor het CWI-colloquium Informatica, zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

*Knowledge Base Systems.* Voor een verslag van deze lezingenserie zie onder Algemene CWI-activiteiten in deel II.

### *Werkgroepen en studiegroepen*

*Werkgroep Gebruikersinterfaces.* In samenwerking met de afdeling IS is een werkgroep gestart op het gebied van ergonomische en technische aspecten van gebruikersinterfaces, met name voor zover visueel georiënteerd en interactief. Aan de werkgroep nemen een vijftiwintigtal personen deel, deels ook uit andere afdelingen binnen het CWI en van buiten het CWI. In november/december werden drie bijeenkomsten gehouden.

### *Conferenties e.d.*

*Second European SIGOPS Workshop 'Making Distributed Systems Work'.* De Europese SIGOPS Workshop wordt georganiseerd tussen de tweejaarlijkse SOSOP (Symposium on Operating System Principles) conferenties in. De SOSOP is al jaren de belangrijkste conferentie op het gebied van operating systems en gespreide systemen. De workshop, die nu voor de tweede keer werd gehouden, blijkt een minstens even grote aantrekkingskracht uit te oefenen; de

deelnemerslijst getuigt daarvan. Het CWI was van 8 t/m 10 september de gastheer van deze workshop. Er waren 50 deelnemers uit tien landen. De workshop duurde twee-en-een-halve dag en bestond uit sessies van anderhalf uur met korte inleidingen van een klein aantal geselecteerde sprekers, gevolgd door discussie. Discussie stond centraal in de workshop. Een verslag van de workshop zal verschijnen in het januari-nummer 1987 van *Operating Systems Review*.

*Database Club*. Deze groep dient als forum voor informele uitwisseling van kennis en ervaring op het terrein van informatiesystemen. De groep kwam in 1986 drie maal in plenaire vergadering bijeen en heeft zo'n dertig leden. Vertegenwoordiger van het CWI was M.L. Kersten.

### *Cursussen*

*PAO-cursus Netwerken*. Aan deze cursus, die op 12, 13, 19 en 20 juni werd gehouden, namen 25 personen deel, voornamelijk uit industrie en overheid. Docent was S.J. Mullender.

### DEELNAME AAN COLLOQUIA, CURSUSSEN EN WERK GROEPEN BUITEN HET CWI

*Seminarium Programma Specificaties en Transformaties (NFI)*: J.C. Ebergen, L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton, A.P.J.M. Siebes.

*VLSI Club*, Eindhoven: J.C. Ebergen.

*Werkgroep Mens Computer Interactie (NGI/SAIA en NVvE)*: L.G.L.T. Meertens.

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

### *Congressen*

*Program Committee IFIP TC2 Working Conference on Program Specification and Transformation*, München, BRD, 14 februari: L.G.L.T. Meertens.

*European Symposium on Programming*, Saarbrücken, BRD, 17-19 maart: S. Pemberton.

*Fifth Annual Conference on Principles of Database Systems*, Boston, USA, 24-26 maart: M.L. Kersten.

*First Int. Conference on Expert Database Systems*, Charleston (S.D.), 1-4 april: M.L. Kersten.

*NGI-SION Voorjaars Symposium 1986*, Utrecht 2-3 april: J.C. Ebergen (voordracht), A.J. Jansen, L.G.L.T. Meertens, G. van Rossum, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes.

*Advanced Research in VLSI, The Fourth MIT Conference*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, 7-9 april: P.M.B. Vitányi.

- IFIP TC2 Working Conference on Program Specification and Transformation*, München, BRD, 15-17 april: L.G.L.T. Meertens (voordracht).
- Workshop on Complexity of Parallel & Distributed Computation*, Mathematical Sciences Research Institute, Berkeley, USA, 19-23 mei: P.M.B. Vitányi.
- 18th Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, University of California, Berkeley, USA, 28-30 mei: P.M.B. Vitányi.
- NLUUG-voorjaarsconferentie*, De Reehorst, Ede, 30 mei: G. van Rossum.
- Structure in Complexity Theory Conference*, University of California, Berkeley, USA, 2-5 juni: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Wetenschap in Bedrijf, jubileumsymposium CWI*, Amsterdam, 11 juni: L.G.L.T. Meertens (voordracht).
- Seminar om Distribuete Operativsystem*, University of Tromsø, Noorwegen, 12-13 juni: S.J. Mullender (2 voordrachten).
- MIT Cellular Automata Conference*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 16-18 juni: P.M.B. Vitányi.
- Aegean Workshop on Computing, VLSI Algorithms and Architectures (2nd International Workshop on Parallel Processing and VLSI)*, Loutraki-Corinthe, Griekenland, 8-11 juli: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Third International Conference on Logic Programming*, London, UK, 14-18 juli: F.H. Schippers.
- 5th Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*, Calgary, Canada, 11-13 augustus: P.M.B. Vitányi.
- Second European SIGOPS Workshop 'Making Distributed Systems Work'*, CWI, Amsterdam, 8-10 september: A.J. Jansen, A. Janssen, S.J. Mullender (Chairman Programme Committee, Organising Chairman, voordracht, concert), J.G. Steiner.
- IFIP Working Group 2.1*, Great Malvern, UK, 22-26 september: L.G.L.T. Meertens.
- International Workshop on Object-Oriented Database Systems*, Pacific Grove, USA, 23-26 september: M.L. Kersten (voordracht).
- Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 6-7 oktober: L.G.L.T. Meertens (session chairman), P.M.B. Vitányi (voordracht).
- MIT Workshop on Distributed Algorithms in Communication and Computation*, Massachusetts Institute of Technology, Waltham, Massachusetts, USA, 22-24 oktober: P.M.B. Vitányi.
- 27th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, Toronto, Canada, 27-29 oktober: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- IFIP TC2 Working Conference on Knowledge and Data (DS-2)* Albufeira, Portugal, 1-8 november: M.L. Kersten (voordracht), F.H. Schippers.
- Werkgroep Logische aspecten van expertsystemen*, CWI, Amsterdam, 13 november: F.H. Schippers (voordracht).
- NLUUG-najaarsconferentie*, De Reehorst, Ede, 27 november: G. van Rossum.

*Werkbezoeken*

- COST-11 vergadering* Abingdon, UK, 9-10 januari: A. Janssen en S.J. Mullender.
- Hatfield Polytechnic, Cambridge University en University of Sussex*, Guildford, UK, 10-14 februari: S.J. Mullender (voordrachten).
- INRIA Rocquencourt*, Parijs, 27 februari: M.L. Kersten.
- Euromath meeting*, Kopenhagen, Denemarken, 12 maart: S.J. Mullender.
- Euromath meeting*, Oxford, UK, 22-23 mrt: S.J. Mullender.
- Euromath + Codest meeting*, Brussel, België, 24 maart: S.J. Mullender.
- Euromath meeting*, Kopenhagen, Denemarken, 14 mei: S.J. Mullender.
- Euromath meeting*, London, UK, 31 mei: S.J. Mullender.
- ECA-Real-Time Distributed Software Seminar*, Brussel, België, 2 juni: S.J. Mullender (voordracht).
- Norsk Regnesentral, Oslo, University of Tromsø*, Noorwegen, 6-14 juni: S.J. Mullender (voordrachten).
- Océ Nederland B.V.*, Venlo, 19 juni: L.G.L.T. Meertens.
- COST-11 vergadering*, Hatfield Polytechnic, UK, 11-12 augustus: A.J. Jansen, A. Janssen.
- IBM Europe Institute Summerschool on Parallel Computing*, Oberlech, Oostenrijk, 11-16 augustus: M.L. Kersten.
- IBM Europe Institute Summerschool on Networking in Open Systems*, Oberlech, Oostenrijk, 18-22 augustus: S.J. Mullender.
- DEC Research Center*, Palo Alto, USA, 18 september-13 december: S.J. Mullender.
- University of California*, Berkeley, USA (prof. M. Stonebraker), 19 september: M.L. Kersten (voordracht).
- University of California*, San Francisco, USA (prof. A. Wasserman), 19 september: M.L. Kersten.
- COST-11 vergadering*, Hahn Meitner Instituut, West-Berlijn, BRD, 13-14 oktober: A. Janssen.

**BEZOEKERS**

De afdeling werd onder meer bezocht door de volgende gasten. Indien één van hen een voordracht hield is de titel vermeld.

- D. Johansen (Univ. of Tromsø, Noorwegen) 1 april-1 juni.
- W. Mooy (Universiteit van Amsterdam), 20 maart: RISC computer architectures.
- Ms. J. Hall (Hatfield Polytechnic, UK), 31 maart-11 april.
- T. Gleeson, R. Gimson (Oxford University PRG, UK), 22, 23 mei.
- David Holden (AERE Harwell, UK), 25-30 mei.
- H. Bodlaender (RU Utrecht), 6 november: Netwerk emulaties.
- Y. Moses (MIT, USA en Weizmann Institute, Israël), 13-15 december:

Programming simultaneous actions using common knowledge (15 december).  
 R.S. Bird (Univ. of Oxford, UK), 10-12 en 18 december: Programming with  
 higher order functions (18 december).

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- J.C. Ebergen: Technique to Design Delay-insensitive VLSI Circuits, *NGI-  
 SION symposium*, Utrecht, 2-3 april.
- M.L. Kersten: Predicate-Based Clustering of Facts in a Knowledge Base  
 Management System, *Landelijke bijeenkomst database onderzoek*, Universiteit  
 Twente, 19 juni.
- M.L. Kersten: Using the Guardian Programming Paradigm to Support  
 Database Evolution, *Informatica colloquium*, RU Utrecht, 12 juni.
- M.L. Kersten: Using the Guardian Programming Paradigm to Support  
 Database Evolution, University of California, Berkeley, USA, 19 september.
- M.L. Kersten: Towards an Object-Centered Database Language, *International  
 Workshop on Object-Oriented Database Systems*, Pacific Grove, USA, 25  
 september.
- M.L. Kersten: The architecture of a database management system, *PRISMA  
 bijeenkomst*, Tilburg, 8 oktober.
- M.L. Kersten: Database machines, *PRISMA bijeenkomst*, Tilburg, 8 oktober.
- M.L. Kersten: Conceptual modelling in Prolog, *PAO-cursus PROLOG*, 21  
 oktober.
- M.L. Kersten: Towards an Object-Centered Database Language, *Informatica-  
 Colloquium*, CWI, Amsterdam, 23 oktober.
- M.L. Kersten: Using the Guardian Programming Paradigm to Support  
 Database Evolution, *IFIP TC2 Working Conference on Knowledge and Data*,  
 Albufeira, Portugal, 3 november.
- M.L. Kersten: Database systems: business & art, *Philips UNIX gebruikers-  
 groep*, Eindhoven, 20 november.
- E. Kranakis: Fixed Point Theorems in Denotational Semantics, Fachbereich  
 Mathematik, Universität von Heidelberg, BRD, 3 juni.
- E. Kranakis: On distributed multiple match-making, *Informatica-Colloquium*,  
 CWI, Amsterdam, 19 september.
- L.G.L.T. Meertens: Two exercises found in a book on Algorithmics, *IFIP TC2  
 Working Conference on Program Specification and Transformation*, München,  
 BRD, 17 april.
- L.G.L.T. Meertens: ABC, a programming language suitable for education,  
*Excursion for educational journalists from the European Community*, CWI,  
 Amsterdam, 13 mei.
- L.G.L.T. Meertens: Case studies van onderzoek op het CWI, *Wetenschap in  
 Bedrijf*, CWI, Amsterdam, 11 juni.
- L.G.L.T. Meertens: Ontwerp van ABC: een programmeertaal en omgeving,  
*Werkgroep Mens-Computer Interactie* van NGI/SAIA en NVvE, Amsterdam,  
 2 september.
- L.G.L.T. Meertens: New notations and old notations revisited, *IFIP WG 2.1*

- meeting*, Great Malvern, UK, 22 september.
- L.G.L.T. Meertens: A calculus of substitutions, *IFIP WG 2.1 meeting*, Great Malvern, UK, 23 september.
- L.G.L.T. Meertens: Transformational development of in-situ reversal of a linked list, *IFIP WG 2.1 meeting*, Great Malvern, UK, 26 september.
- S.J. Mullender: The Amoeba Distributed Operating System, Hatfield Polytechnic, UK, 10 februari.
- S.J. Mullender: An Overview of the Amoeba Distributed Operating System, Cambridge University, UK, 12 februari.
- S.J. Mullender: The Amoeba Distributed Operating System, *University of Surrey*, Guildford, UK, 13 februari.
- S.J. Mullender: Distributed Operating Systems, *ECA - Real-Time Distributed Software Seminar*, Brussel, België, 2 juni.
- S.J. Mullender: Process Management in the Amoeba Distributed Operating System, Norsk Regnesentral, Oslo, Noorwegen, 9 juni.
- S.J. Mullender: Principles of Distributed Operating Systems en The Amoeba Distributed Operating System, *Seminar om Distribuerte Operativsystem*, University of Tromsø, Noorwegen, 12-13 juni.
- S.J. Mullender: Lessons Learned from the Amoeba Project, *Second European SIGOPS Workshop 'Making Distributed Systems Work'*, CWI, Amsterdam, 8-10 september.
- S.J. Mullender: Process Management in the Amoeba Distributed System, Stanford University, Californië, USA, 9 oktober.
- S.J. Mullender: The Amoeba Kernel, *Digital Systems Research Center*, Palo Alto, Californië, USA, 14 oktober.
- S.J. Mullender: An Overview of the Amoeba Distributed System, University of California at Berkeley, USA, 13 november.
- F.H. Schippers: Godel, A general object-centered database language, *Landelijke bijeenkomst database onderzoek*, Universiteit Twente, 19 juni.
- F.H. Schippers: Godel, A general object-centered database language, *Werkgroep Logische aspecten van expertsystemen*, CWI, Amsterdam, 13 november.
- A.P.J.M. Siebes: View updates, Rekencentrum der Rijksbelastingadministratie, Apeldoorn, 6 juni.
- A.P.J.M. Siebes: View updates in the Mstar environment, *Landelijke bijeenkomst database onderzoek*, Universiteit Twente, 19 juni.
- P.M.B. Vitányi: Distributed Match-Making, *Theory of Distributed Computing Seminar*, Laboratory for Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, USA, 11 april.
- P.M.B. Vitányi: Distributed Match-Making for Mobile Processes in Computer Networks, CS-Seminar, KU Nijmegen, Computer Science Department, 22 april.
- P.M.B. Vitányi: Non-Sequential Computation and Laws of Nature, *Computer Science Seminar*, University of California at San Diego, Dept EECS, USA, 27 mei.
- P.M.B. Vitányi: The Power of the Queue, *Structure in Complexity Theory Conference*, University of California, Berkeley, USA, 3 juni.



- P.M.B. Vitányi: Non-Sequential Computation and Laws of Nature (Invited Lecture), *Aegean Workshop on Computing, VLSI Algorithms and Architectures (2nd International Workshop on Parallel Processing and VLSI)*, Loutraki-Corinth, Griekenland, 9 juli.
- P.M.B. Vitányi: Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware, *Computer Science Seminar*, AT&T Bell Labs, Holmdel, N.J., USA, 4 september.
- P.M.B. Vitányi: Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware, *Computer Science Seminar*, MIT Laboratory for Computer Science, Cambridge, Mass., USA, 10 september.
- P.M.B. Vitányi: Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware, *Computer Science Colloquium*, Cornell University, USA, 11 september.
- P.M.B. Vitányi: Archirithmics or Algotecture? (Invited Lecture), *Symposium Mathematics and Computer Science : Fundamental Contributions in The Netherlands since 1945*, CWI, Amsterdam, 6 oktober.
- P.M.B. Vitányi: Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware, *27th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, Toronto, Canada, 28 oktober.
- P.M.B. Vitányi: Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware, *Computer Science Seminar*, University of Rochester, USA, 30 oktober.
- P.M.B. Vitányi: Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware, *Algemeen CWI-Colloquium*, CWI, Amsterdam, 24 november.
- P.M.B. Vitányi: Distributed Match-Making, *CS-Seminar*, Laboratoire d'Informatique, Ecole Normale Supérieure, Parijs, Frankrijk, 2 december.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

- CS-R8606 E. KRANAKIS. *Fixed point equations with parameters in the projective model.*
- CS-R8607 E. KRANAKIS. *Approximating the projective model.*
- CS-R8610 T. BUDD. *The cleaning person algorithm.*
- CS-R8611 E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI. *Distributed control in computer networks and cross-sections of colored multi-dimensional bodies.*
- CS-R8612 MING LI, L. LONGPRÉ, P.M.B. VITÁNYI. *The power of the queue.*
- CS-R8614 J.W. KLOP, E. KRANAKIS. *Lower bounds for a class of Kostka numbers.*
- CS-R8615 M.L. KERSTEN, F.H. SCHIPPERS. *A general object-centered data-base language; a preliminary definition.*
- CS-R8618 P.M.B. VITÁNYI. *Non-sequential computation and laws of nature.*
- CS-R8622 J.C. EBERGEN. *A technique to design delay-insensitive VLSI circuits.*
- CS-R8628 P.M.B. VITÁNYI, B. AWERBUCH. *Atomic shared register access by asynchronous hardware (detailed abstract).*
- CS-R8630 M.L. KERSTEN, F.H. SCHIPPERS. *Towards an object-centered database language.*

CS-R8631 M.L. KERSTEN, F.H. SCHIPPERS. *Using the guardian programming paradigm to support database evolution.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- A1 J. BOOM, F. DIGNUM, M.L. KERSTEN, H. WEIGAND (1986). A Conceptual Modeling Expert System. *Proc. 5th Int. Conf. on Entity-Relationship Approach* (1986), Dijon, France.
- A2 T. BUDD (1986). The Cleaning Person Algorithm. *The B Newsletter, Issue 5*, CWI, Amsterdam, 9-10.
- A3 F. DIGNUM, M. JACQUES, M. KERSTEN (1986). Een ontwerpomgeving voor informatiesystemen. *Informatie 28 (2)*, 813-825.
- A4 M.L. KERSTEN, P.A. PIRCHER, D.T. SHEWMAKE, A.I. WASSERMAN (1986). Developing interactive information systems within the User Software Engineering Methodology. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-12(2), 326-343.
- A5 M.L. KERSTEN, F.H. SCHIPPERS (1986). Towards an Object-Centered Database Language. *Proc. Int. Workshop on Object-Oriented Database Systems*, Pacific Grove, USA, Sep. 1986, 104-112.
- A6 M.L. KERSTEN, F.H. SCHIPPERS (1986). Using the Guardian Programming Paradigm to Support Database Evolution. *Proc. IFIP TC2 Working Conf. on Knowledge and Data*, Albufeira, Portugal, Nov. 1986.
- A7 E. KRANAKIS (1986). Primality and Cryptography. *Wiley-Teubner Series in Computer Science*, B.G. Teubner (Stuttgart) and John Wiley and Sons (Chichester), 1986.
- A8 E. KRANAKIS, S. PEMBERTON (1986). Primality testing in B. *The B Newsletter, Issue 5*, CWI, Amsterdam, 20-24.
- A9 MING LI, L. LONGPRÉ, P.M.B. VITÁNYI (1986). The power of the queue. *Structure in Complexity Theory Conference, Lecture Notes in Computer Science 223*, Springer-Verlag, Berlin, 219-233.
- A10 L.G.L.T. MEERTENS (1986). Algorithmics - Towards programming as a mathematical activity. J.W. DE BAKKER, M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA (eds.). *Mathematics and Computer Science: Proceedings of the CWI Symposium, November 1983*, CWI Monograph 1, North-Holland, Amsterdam, 289-334.
- A11 L.G.L.T. MEERTENS (1986). From B to ABC: the Salient Changes. *The B Newsletter, Issue 5*, CWI, Amsterdam, 2-6.
- A12 S.J. MULLENDER (1986). Making Amoeba Work. *Proceedings of 2nd SIGOPS workshop 'Making Distributed Systems Work'*, September 1986, Amsterdam.
- A13 S.J. MULLENDER, R. VAN RENESSE, A.S. TANENBAUM (1986). Using Sparse Capabilities in a Distributed Operating System. *Proc. of the 6th Int. Conf. on Distributed Computing Systems*, May 1986, Vrije Universiteit, Amsterdam, 558-563.
- A14 S.J. MULLENDER, A.S. TANENBAUM (1986). The Design of a Capability-Based Distributed Operating System. *The Computer Journal 29 (4)*, 289-300.

- A15 S.J. MULLENDER, P.M.B. VITÁNYI (1986). Distributed match-making for processes in computer networks. *Operating Systems Review*, 1986.
- A16 S. PEMBERTON (1986). Backtracking in B: the Budd Challenge. *The B Newsletter, Issue 5*, CWI, Amsterdam, 11-19.
- A17 P.M.B. VITÁNYI (1986). Non-Sequential Computation and Laws of Nature (Invited Lecture). *Proceedings Aegean Workshop on Computing, VLSI Algorithms and Architectures (2nd International Workshop on Parallel Processing and VLSI)*, Lecture Notes in Computer Science 227, Springer-Verlag, Berlin, 108-120.
- A18 P.M.B. VITÁNYI (1986). Archirithmics or Algotecture? M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS. *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam, 139-161.
- A19 P.M.B. VITÁNYI, B. AWERBUCH (1986). Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware. *27th Annual IEEE Symposium on Theory of Computing*, Toronto, 1986.

*Overige publikaties*

- A20 P.M.G. APERS, J.A. BERGSTRA, H.H. EGGENHUISEN, L.O. HERTZBERGER, M.L. KERSTEN, P.J.F. LUCAS, A.J. NIJMAN (1986). *A Highly Parallel Machine for Data and Knowledge Base Management*. Projectaanvraag voor Stimuleringsprojectteam Informatica-onderzoek.
- A21 P.M.G. APERS, M.A.W. HOUTSMA, M.L. KERSTEN, E.J.A. VAN KUYK, C. VAN DER MEER, R.L.W. VAN DE WEG (1986). *Design considerations for a distributed main-memory database system*. PRISMA Deliverable, 5 december 1986.
- A22 M. HAZEWINKEL, J.K. LENSTRA, L.G.L.T. MEERTENS (eds.) (1986). *Mathematics and Computer Science II: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*, CWI Monograph 4, North-Holland, Amsterdam.
- A23 M.L. KERSTEN (1986). *Conceptual modelling in Prolog*. PAO-cursus PROLOG.
- A24 E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI (1986). *Distributed Control in Computer Networks and Cross-Sections of Multidimensional Bodies*. Tech. Rept. MIT/LCS/TM-304, Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science, March 1986.
- A25 MING LI, L. LONGPRÉ, P.M.B. VITÁNYI (1986). *The power of the queue*. Tech. Rept. MIT/LCS/TM-303, Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science, April 1986.
- A26 P.M.B. VITÁNYI (1986). *Non-Sequential Computation and Laws of Nature*. Tech. Rept. MIT/LCS/TM-306, Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science, May 1986.
- A27 P.M.B. VITÁNYI, B. AWERBUCH (1986). *Atomic Shared Register Access by Asynchronous Hardware*. Tech. Rept. MIT/LCS/TM-310, Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science, August 1986.

# Verslag van de Afdeling Interactieve Systemen

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- IS 1 Computer-grafiek
  - 1.1 GKS-3D
  - 1.2 Faciliteiten voor rastergrafiek in programmeertalen
  - 1.3 Fractals
- IS 2 Interactieve werkstations
  - 2.1 GKS-Machine
  - 2.2 Picture-editor
- IS 3 Dialoogprogrammering
- IS 4 Intelligente CAD-systemen
  - 4.1 Ontwerptheorie
  - 4.2 IIICAD-systemen
  - 4.3 Methodenbanken

## SAMENSTELLING VAN DE AFDELING

drs. P.J.W. ten Hagen (chef)	[IS 1,2,3,4]
dr. V. Akman (wet. medewerker)	[IS 4]
drs. C.L. Blom (wet. medewerker)	[IS 2]
drs. W. Eshuis (wet. medewerker)	[IS 4]
drs. J. Kaandorp (wet. medewerker)	[IS 1]
drs. A.A.M. Kuijk (wet. medewerker)	[IS 1,2]
ir. J.L.H. Rogier (wet. medewerker) (gedetacheerde TNO-ITI)	[IS 4]
drs. M.M. de Ruiter (wet. medewerker)	[IS 1]

drs. H.J. Schouten (wet. medewerker)	[IS 2,3]
dr. T. Tomiyama (wet. medewerker)	[IS 4]
drs. P.J. Veerkamp (wet. medewerker)	[IS 1,4]
mw.ir. C.G. Trienekens (STW-medewerker)	[IS 1]
dr. P. Bernus (gastmedewerker)	[IS 4]
T. Takala (gastmedewerker)	[IS 4]
Y. Yamaguchi (gastmedewerker)	[IS 3]
R. van Liere (programmeur)	[IS 3]
M. van Dijk (stagiair)	[IS 1]
H.A.G. Hogendoorn (stagiair)	[IS 3]
R.J. Honing (stagiair)	[IS 3]

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *IS 1 Computer-grafiek*

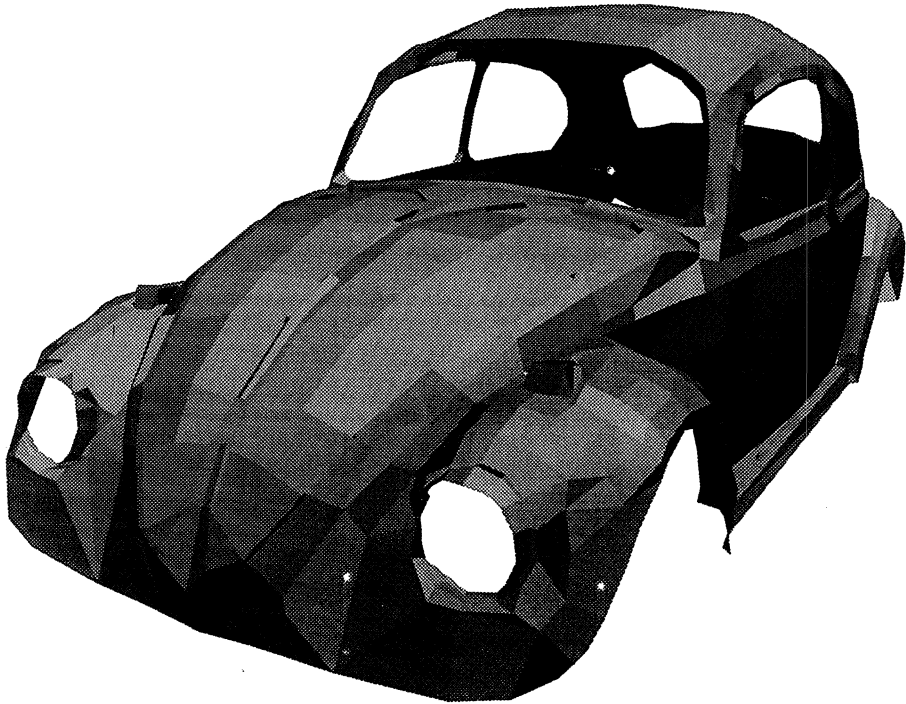
*1.1. GKS-3D* (M.M. de Ruiter, M. Bakker (STO), F. Burger (STO), M. van Dijk, P.J.W. ten Hagen, B.P. Rouwhorst (STO), P. Veerkamp). Het voorstel GKS-3D bereikte in het verslagjaar de definitieve stemmingsronde als ISO-DIS. Het werd internationaal uitgebreid besproken in het kader van gewenste compatibiliteit met PHIGS (Programmers Hierarchical Interface to Graphics Systems), dat thans ISO-DP is. Ten Hagen en Rouwhorst namen deel aan een workshop over dit onderwerp aan de TH Darmstadt. Zij namen samen met Bakker en Burger deel aan de ISO-vergadering te Egham (UK). Ten Hagen, L.R.A. Kessener (TU Eindhoven) en Rouwhorst schreven een voorstel voor een GKS-3D schil rondom PHIGS. Dit document circuleert thans als ISO-draft voor een z.g. Technical Report.

Van Dijk en Veerkamp voltooiden hun doctoraalscriptie over de GKS-3D transformatieketen en de HLHSR-functies (Hidden Lines and Hidden Surface Removal). Burger en Rouwhorst namen dit resultaat als uitgangspunt voor een professionele GKS-3D implementatie. Een voorlopige versie hiervan werd in het verslagjaar reeds overgedragen aan de software industrie.

Bakker voltooide als eindredacteur de zeer uitgebreide documentatie van C-GKS (Programmeurshandleiding en Gebruikersgids). Hieraan werden verder bijdragen geleverd door Burger, Ten Hagen, Rouwhorst en De Ruiter, alsmede door leden van de Stichting Computer Grafiek.

De Ruiter optimaliseerde de asynchrone basisfuncties voor grafische input, volgens het abstracte i/o model van GKS. Hierdoor is het thans mogelijk de installatie van GKS op de nieuwe SUN III systemen te gebruiken als basis voor diverse experimentele systemen. In de geoptimaliseerde versie zijn gerelateerde asynchrone i/o functies zoveel mogelijk geconcentreerd in een centraal proces. Hierdoor worden frequente real-time reacties efficiënt uitvoerbaar en veel eenvoudiger te volgen. In het najaar kwam de officiële testsuite

voor GKS beschikbaar. Bakker heeft een begin gemaakt met de testprocedure die moet leiden tot een officieel certificaat voor de GKS-standaard implementatie.



*CWI heeft een centrale rol gespeeld in de ontwikkeling van het Graphical Kernel System (GKS). De twee-dimensionale versie is als ISO-standaard aanvaard. Extensie naar drie dimensies is nu aan de gang, bevattende zulke functies als het wegwerken van verborgen lijnen en vlakken. De foto van het oude en bekende type Volkswagen werd met dit systeem geproduceerd.*

*1.2. Faciliteiten voor rastergrafiek in programmeertalen (P.J.W. ten Hagen, A.M.M. Kuijk, C.G. Trienekens). Na het voltooien van het research contract met IBM (zie IS 2.1) nam Kuijk de dagelijkse leiding van dit project op zich. Het STW-contract van Trienekens werd een jaar verlengd in afwachting van de goedkeuring van STW voor een uitgebreidere voortzetting van het project. De belangrijkste patroon-representatie-algoritmen werden geïmplementeerd en uitgebreid geanalyseerd teneinde een basis te vinden voor een VLSI-implementatie. Dit resulteerde onder meer in de indiening van een voortgaand STW-projectvoorstel in samenwerking met Universiteit Twente (prof.dr. O.E. Herrmann, ir. L. Spaanenburg, ir. J. Smit). Tevens werd een model ontwikkeld voor de totale werkstation architectuur waarin deze chips moeten functioneren. Deze bevindingen werden vastgelegd in rapport [CS-R8637].*

*Ten Hagen, Kuijk en Trienekens namen deel aan de internationale Workshop on Hardware for Graphics, gehouden te Lissabon (Portugal) en*

georganiseerd door Eurographics. Aldaar werd over de nieuwe rasterarchitectuur een voordracht gehouden.

*1.3. Fractals* (J. Kaandorp). In het kader van vervangende dienstplicht werkzaamheden is een interactief fractal systeem ontwikkeld, waarin gebruik gemaakt wordt van GKS en GKS-3D als grafisch systeem. Met dit fractal systeem kan een groot aantal fractals uit de klasse van self-similaire sets interactief gedefinieerd en gegenereerd worden.

Na september 1986 is, in het kader van het project *toepassingen van fractals voor het maken van mathematische modellen van biologische objecten*, begonnen met het geschikt maken van het fractal systeem voor het simuleren van biologische objecten.

Naast fractals uit de klasse van self-similaire sets is nu ook een GKS-applicatie programma ontwikkeld waarmee fractals uit de klasse van afbeeldingen in het complexe vlak (Mandelbrot sets, Julia sets e.d.) zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Voor de verdere ontwikkeling van een systematisch fractals systeem voor algemeen gebruik alsmede de toepassing van het systeem voor simulatie van biologische objecten is een STW-projectvoorstel ingediend. Over de ervaringen met het bestaande systeem werd een artikel aangeboden aan de *EUROGRAPHICS '87 conferentie*.

## *IS 2 Interactieve werkstations*

*2.1. GKS-Machine* (C.L. Blom, P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk, M.M. de Ruiter, H.J. Schouten). Een op een productie-omgeving gerichte versie van het hoogwaardige interactieve GKS-werkstation kwam in de loop van het jaar gereed voor gebruik. Door een aantal verschillende applicaties van binnen en buiten de afdeling werd het ook daadwerkelijk gebruikt en getoond bij diverse gelegenheden (o.a. *Symposium Mathematics and Computer Science: Fundamental Contributions in the Netherlands since 1945*). Daartoe moesten vele details zorgvuldig worden afgewerkt, zoals optimalisatie van de display-lijst structuur ten behoeve van de interactie, uitbreiding van input-mogelijkheden zoals 'stroke' input (t.b.v. het tekenen uit de vrije hand), 'rubber band' en 'rubber box' echo, implementatie van high-quality text fonts. Tenslotte werd het in principe cyclische werkstation proces aangepast om in de toekomst reeds bestaande feedback-interactie mechanismen uit te kunnen breiden met meer geavanceerde mogelijkheden, zoals b.v. 'segment dragging'.

*2.2. Picture-editor* (C.L. Blom, P.J.W. ten Hagen). Er werd een begin gemaakt met het ontwerpen van een z.g. picture-editor, een systeem voor het creëren en bewerken van files met grafische informatie met behulp van grafische in- en uitvoerapparatuur. Anders dan in het geval van een tekst-editor, bewerkt een picture-editor een sequentiële picture-file, waarin objecten voorkomen, die niet-sequentieel worden afgebeeld, omdat de positie in de file niet gerelateerd kan worden met de plaats op het scherm, waar de afbeelding plaatsvindt.

Een ander aspect is, dat veel karakteristieken van grafische objecten niet of slechts zeer moeizaam exact door de gebruiker kunnen worden gespecificeerd. Te denken is aan de vorm of kleur van een object. Dit speelt vooral een rol bij het zoeken in de file naar verzamelingen, objecten, die aan bepaalde, door de gebruiker te specificeren karakteristieken dienen te voldoen. Tenslotte zijn andere en complexere mechanismen nodig om een picture-file te inspecteren (zoeken naar een grafisch patroon, 'pan', 'zoom'), en te bewerken ('cut' en 'paste' op zinvolle plaatsen) dan in tekst-editors.

*IS 3 Dialoogprogrammering* (W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen, H.A.G. Hogendoorn, R.J. Honing, R. van Liere, H.J. Schouten, Y. Yamaguchi). Onderzoek aan de verschillende aspecten van dialoogprogrammering en de technische ondersteuning daarvoor is in een ver gevorderd stadium. De ontwikkelde specificatie-methode is gebaseerd op dialoogcellen (DICE). De DICE specificatie-methode bevat verschillende geavanceerde aspecten die in andere methodes nauwelijks voorkomen, zoals ondersteuning voor parallele in/uitvoer en ondersteuning voor apparaat-onafhankelijke specificaties.

In het verslagjaar is het meeste werk gericht geweest op het opdoen van ervaringen met de implementatie van het DICE-systeem. Schouten en Van Liere ontwikkelden een prototype van het DICE-systeem dat als testversie door anderen wordt gebruikt om grote gebruikersinterfaces te ontwerpen.

Ten Hagen en Eshuis ontwierpen een raamwerk om afbeeldingen tussen verwante maar niet identieke datastructuren te specificeren. Deze notatie moet gebruikt worden voor het valideren en doorgeven van invoergegevens. Een directe consequentie hiervan is dat twee typen foutdetectie, n.l. bij controle vooraf en bij confrontatie van gegevens achteraf, in een zodanige context plaatsvinden dat automatische (= niet door de gebruiker te specificeren) foutafhandeling en fout-herstel mogelijk wordt. Dit mechanisme is door Van Liere mede ontworpen en gedeeltelijk geïmplementeerd.

Ten Hagen en Yamaguchi ontwierpen een geschiedenis-mechanisme dat de gebruiker in staat stelt om dialogen te herhalen en tevens te evalueren. Schouten voltooide twee versies van het z.g. radicalen systeem. Dit is een geavanceerd grafisch basissysteem voor parallele grafische invoer en uitvoer, alsmede voor het koppelen van deze invoer- en uitvoergegevens. Hiermee kan zeer nauwkeurig het real-time gedrag van een grafische interface worden bepaald. De eerste versie werd geïmplementeerd als schil boven het C-GKS-systeem. De tweede versie neemt een gedeelte van de GKS-controle taken over om volledige controle over het real-time gedrag te krijgen. Over dit werk is een artikel aangeboden voor publikatie. De eerste versie werd mede geïmplementeerd door twee HIO-stagiairs, te weten H.A.G. Hogendoorn en R.J. Honing.

De semantiek van het radicalen systeem maakt het ook mogelijk een compacte symbolische notatie voor tekeningen te gebruiken. Deze wordt thans in de Dialoogcellen-taal ingebed. Over de Dialoogcellen-taal is een reeks van publikaties in bewerking. De eerste: *Introduction to Dialogue Cells* verscheen als CS-rapport.



De afdelingen Algoritmiek en Architectuur en Interactieve Systemen zijn in het najaar een gezamenlijke *werkgoep Gebruikers interfaces* gestart.

#### *IS 4 Intelligente CAD-systemen*

**4.1. Ontwerptheorie** (P.J.W. ten Hagen, T. Takala, T. Tomiyama). Ten Hagen en Tomiyama werkten aan een raamwerk voor ontwerptheorie waarin plaats is voor een formele beschrijving van het ontwerpproces met behulp van verzamelingentheorie, topologie en diverse logica's (modaal, temporeel etc.). Daarnaast werd onderzocht hoe ontwerp informatie kan worden gerepresenteerd uit de combinatie van heuristische en deterministische componenten. Een derde aspect betreft de beschrijving van ontwerpobjecten met behulp van z.g. kwalitatieve physics.

Takala verrichtte tijdens zijn bezoek een studie naar de diverse mathematische en logische theorieën die relevant zijn voor het ontwerptheorie-raamwerk. Hierover hield hij een serie voordrachten. Over dit werk verscheen het rapport [CS-R8604].

**4.2. IIICAD-systemen** (V. Akman, W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen, J.L.H. Rogier, T. Tomiyama, P.J. Veerkamp). Automatisering en intellectualisering van ontwerpen is een cruciaal element van de herindustrialisering over de wereld. Vanwege de toename van efficiëntie wordt de produktiviteit en veiligheid in sterke mate bevorderd met dit soort systemen. Het IIICAD (Intelligent Integrated and Interactive Computer-Aided-Design)-project is begonnen als een resultaat van T. Tomiyama's werk aangaande algemene ontwerp theorieën. Het project biedt de faciliteit aan buitenlandse onderzoekers deel te nemen aan het project; in 1986 waren dat P. Bernus, T. Takala en Y. Yamaguchi.

De belangrijkste taken van het IIICAD-systeem zijn het begrijpen van de intenties van de ontwerper en hem/haar bij te staan gedurende het ontwerp proces. Hierbij centraal staan 'scenario's'; dit is een voorgeschreven ontwerp procedure volgens een meer of minder standaard principe. Het systeem controleert de ontwerp kennis in de scenario's op 'completeness, soundness and feasibility'. Het is ook in staat om te redeneren over fysische processen en de veranderingen, die zij veroorzaken; binnen de kunstmatige intelligentie staat dit bekend als kwalitatieve fysica.

Het IIICAD-systeem gebruikt het logisch en object-georiënteerde programmeringsparadigma om de 'intensions' en 'extensions' van het te ontwerpen object te beschrijven. Het systeem biedt deze meervoudige beschrijvingen om het object van verschillende kanten te belichten.

Het IIICAD-project werd in het verslagjaar gedefinieerd, ingediend bij Nationale Faciliteit Informatica (NFI) en integraal toegekend. Het is in het najaar van start gegaan.

**4.3. Methodenbanken** (W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen). Methodenbanken zijn informatiesystemen voor een beperkt toepassingsgebied. Binnen dit gebied kunnen gegevens en methoden beschikbaar worden gemaakt door deze te

genereren, te ontsluiten of samen te stellen uit reeds beschikbare. Methodenbanken zullen worden gebruikt in projecten ten behoeve van stromingsberekeningen, computerondersteund vóór-ontwerpen en werkvoorbereiding (resp. ISNaS, ICADES en FLAIR).

Met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR) dat eveneens participeert in de twee eerstgenoemde projecten, is een werkgroep gestart om vanuit verschillende vertrekpunten overeenstemming te bereiken in definities, functionele eisen en te volgen werkwijze bij de ontwikkeling van methodenbanken. Nagegaan wordt welke functies van het dialoogcellen systeem bruikbaar zijn of gemaakt kunnen worden om de interacties tussen applicaties te beschrijven. Een syntax van het afbeeldingsmechanisme in dialoogcellen is hiertoe ontworpen.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Colloquia*

*Informatie-Colloquium.* Zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

### *Cursussen*

*Grafische standaards.* M. Bakker (STO) en P.J.W. ten Hagen gaven twee cursussen aan het bedrijfsleven over grafische standaards op 7 maart en op 17 december.

*GKS-3D en PHIGS.* P.J.W. ten Hagen gaf een tutorial over GKS-3D en PHIGS tijdens de *EUROGRAPHICS '86* conferentie te Lissabon (Portugal), op 28 augustus.

### *Werkgroepen*

*Dialoogcellen.* De werkgroep kwam in het verslagjaar acht maal bijeen. Het totaal aantal deelnemers bedroeg 13, waarvan 7 van buiten het CWI. Tijdens deze bijeenkomsten werden de volgende lezingen gegeven:

P.J.W. ten Hagen: Introduction to dialogue programming, 7 februari.

R. van Liere: The DICE system, 11 maart.

J. van Hulzen (NLR) en J. Ero (Philips): Colas, DITO, 8 april.

P.J.W. ten Hagen: Picture editors, 13 mei.

Y. Yamaguchi: History mechanisms, 18 juni.

H.J. Schouten: Echo mechanisms, 1 oktober.

P.J.W. ten Hagen: Value mechanisms, 5 november.

J. Ero (Philips): Test criteria, 10 december.

*Grafische standaards.* Deze werkgroep kwam een aantal malen bijeen ter voorbereiding op de ISO-bijeenkomsten te Egham (UK) van 8-25 september. Hier

werd bijgedragen aan revisie van GKS-3D, PHIGS, Metafiles en Grafische Interface Standaards (CGI). De werkgroep was de officiële vertegenwoordiger van het Nederlands Normalisatie Instituut op deze werkvergaderingen.

*User Interfaces.* Aan deze werkgroep, die in het najaar van start ging in samenwerking met de afdeling Algoritmiek en Architectuur werd deelgenomen door V. Akman, C.L. Blom, M. van Dijk, W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen, R. van Liere, H.J. Schouten, T. Tomiyama, C.G. Trienekens en P.J. Veerkamp.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

*Grafische Werkstations* (C.L. Blom, P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk). In het kader van een onderzoeksopdracht door een computerfirma werden adviezen verstrekt omtrent de inrichting van geavanceerde werkstations op basis van GKS.

*GKS* (P.J.W. ten Hagen, M.M. de Ruiter). Aan een Nederlands programmatuurhuis werd intensieve begeleiding gegeven bij het ontplooiën van commerciële activiteiten rond de CWI-implementatie van GKS.

#### *Grafische Database voor het Spoorwegnet*

P.J.W. ten Hagen en D. Soede (STO) ontwierpen de kern van een grafische databank voor spoorwegemplacements tezamen met de gebruikers interface voor interactief gebruik. Dit werk wordt in 1987 voortgezet.

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

*GKS-PHIGS Compatibility*, Wenschdorf, BRD, 5-9 mei: P.J.W. ten Hagen, B.P. Rouwhorst (STO).

*Eurographics Workshop on Hardware for Graphics*, Lissabon, Portugal, 24-25 augustus: P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk (voordracht), C.G. Trienekens.

*CIAD-dag '86*, Rotterdam, 18 september: P.J.W. ten Hagen (voordracht).

*ICADES-Workshop*, CIAD, Rotterdam, 23 oktober: P.J.W. ten Hagen (voordracht).

*Cursus in Smalltalk-80*, Oslo, Noorwegen, 2-8 november: P.J. Veerkamp.

*GKS-3D, Window managers, Prompt/Echo types, Workshop on Standardization in Computer Graphics: Basic Functions and Technical Applications*, Genua, Italië, 1-3 december: P.J.W. ten Hagen.

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

*10th Winter School on Conceptual Modelling*, Visegrad, Hongarije, 27-30 januari: T. Tomiyama (voordracht).

*NGI/SION Symposium*, Amsterdam, 2-3 april: C.L. Blom, W. Eshuis, A.A.M. Kuijk.

*Werkbezoek Darmstadt Informatik Seminar*, Technische Hochschule

- Darmstadt, BRD, 7 april: T. Tomiyama (voordracht).
- 6th International Workshop on Expert Systems & Their Applications*, Avignon, Frankrijk, 28-30 april: T. Tomiyama, P.J. Veerkamp.
- International Conference on Computer Aided Production and Engineering 1986 (CAPE '86)*, Kopenhagen, Denemarken, 21-23 mei: T. Tomiyama.
- Werkbezoek Royal Institute of Technology*, Stockholm, Zweden, 26 mei: T. Tomiyama (voordracht).
- Werkbezoek Centre for Industrial Research*, Oslo, Noorwegen, 28 mei: T. Tomiyama (voordracht).
- Intelligent Manufacturing Systems Seminar*, Boedapest, Hongarije, 16-19 juni: T. Tomiyama.
- ACM Siggraph '86 Conference*, Dallas, Texas, USA, 16-23 augustus: C.L. Blom, H.J. Schouten.
- EUROGRAPHICS '86*, Lissabon, Portugal, 27-29 augustus: M. Bakker (STO), C.L. Blom, M. van Dijk, W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen (voordracht), J.A. Kaandorp, A.A.M. Kuijk, B.P. Rouwhorst (STO), C.G. Trienekens, M.M. de Ruiten, H.J. Schouten, T. Tomiyama (panellid).
- Werkbezoek ISO/TC97/SC21 vergadering*, Egham, UK, 9-17 september: M. Bakker (STO), F. Burger (STO), P.J.W. ten Hagen, B.P. Rouwhorst (STO).
- Werkbezoek Edinburgh Computer Aided Architectural Design*, University of Edinburgh, UK, 17 oktober: T. Tomiyama (voordracht).
- Werkbezoek Corporation Research Laboratory of Siemens*, München, BRD, 29 oktober: T. Tomiyama (voordracht).
- Intelligent Autonomous Systems Conference*, Amsterdam, 8-11 december: P.J.W. ten Hagen, T. Tomiyama.

#### BEZOEKERS

- Dr. P. Bernus (Hungarian Academy of Sciences, Boedapest, Hongarije) vanaf 1 november.
- Prof. F. Kimura (Universiteit van Tokio, Japan) 27 en 28 maart.
- Dr. H. Suzuki (Universiteit van Tokio, Japan) 16-18 mei.
- T. Takala (Helsinki University of Technology, Finland) van 15 september tot 15 december.
- Y. Yamaguchi (Universiteit van Tokio, Japan) van 1 maart tot 1 augustus.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- P.J.W. ten Hagen: Open problems in Graphics standards. Panel on 10 years Graphics Standardization. *EUROGRAPHICS '86*, Lissabon, Portugal, 28 augustus.
- P.J.W. ten Hagen: ESPRIT-project Design rules for a CIM-system. *CIAD-dag '86*, Rotterdam, 18 september.
- P.J.W. ten Hagen: Intelligent workstations. *ICADES-Workshop*, CIAD, Rotterdam, 23 oktober.
- P.J.W. ten Hagen: Drie-dimensionale Computer Grafiek en Computer

- Animatie. TNO Rijswijk, 29 oktober.
- P.J.W. ten Hagen: Ergonomie van Dialogcellen. *Werkgroep gebruikers interfaces*, CWI, Amsterdam, 21 november.
- J. A. Kaandorp: Interactieve generatie van fractals. *Colloquium Beeldverwerking: theorie en praktijk*. CWI, Amsterdam, 11 december.
- A.A.M. Kuijk: Display architecture for VLSI-based graphics workstations. *Eurographics Workshop on Hardware for Graphics*, 24 augustus.
- H.J. Schouten: Dialogue cells. *NGI-CADCAM*, 9 december.
- T. Tomiyama: Integrated Data Description Scheme. *10th Winter School on Conceptual Modelling*, Visegrad, Hongarije, 27-30 januari.
- T. Tomiyama: Intelligent Integrated Interactive CAD Systems. *Darmstadt Informatik Seminar*, Technische Hochschule Darmstadt, BRD, 7 april.
- T. Tomiyama: Integrated Data Description Language. Royal Institute of Technology, Stockholm, Zweden, 26 mei.
- T. Tomiyama: Integrated Data Description Language. Centre for Industrial Research, Oslo, Noorwegen, 28 mei.
- T. Tomiyama: Machine Design and Knowledge Engineering. *Intelligent Manufacturing Systems Seminar*, Boedapest, Hongarije, 16-19 juni.
- T. Tomiyama: Intelligent Integrated CAD Systems. *Edinburgh Computer Aided Architectural Design*, University of Edinburgh, UK, 17 oktober.
- T. Tomiyama: Intelligent Integrated Interactive CAD System. Corporation Research Laboratory, Siemens, München, BRD, 29 oktober.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

- CS-R8602 P.J.W. TEN HAGEN, C.G. TRIENEKENS. *Pattern representation*.
- CS-R8604 T. TOMIYAMA, H. YOSHIKAWA. *Extended general design theory*.
- CS-R8623 P.J.W. TEN HAGEN, M.M. DE RUITER. *Segment grouping, an extension to the graphical kernel system*.
- CS-R8637 P.J.W. TEN HAGEN, A.A.M. KUIJK, C.G. TRIENEKENS. *Display architecture for VLSI-based graphics workstations*.

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

- II TETSUO TOMIYAMA, HIROYUKI YOSHIKAWA (1986). Extended General Design Theory - Metrization of Concept Space and its Application to CAD Systems (Second Report) (in Japanese), *Journal of the Japan Society of Precision Engineering*, 52, 8, 124-129.

*Overige publikaties*

- I2 M. BAKKER (ed.) (1986). *GKS Reference Manual*, Volumes I and II, CWI, Amsterdam.
- I3 M. COHEN (ed.) (1986). *S-GKS User Guide*, Fortran edition, CWI, Amsterdam.
- I4 P.J.W. TEN HAGEN, L.R.A. KESSENER (1986). GKS-3D. *The graphics Kernel system for three dimensions*, ISO-DIS 8805.
- I5 P.J.W. TEN HAGEN, L.R.A. KESSENER, B.P. ROUWHORST (1986). *GKS-3D shell for PHIGS*, ISO-DP.
- I6 P.J.W. TEN HAGEN, C.G. TRIENEKENS (1986). Pattern Representation. L.R. KESSENER, F.J. PETERS, M.L.P. VAN LIEROP (eds.). *Data Structures for Raster Graphics*, Springer-Verlag, Berlin, 143-163.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Numerieke Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE 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).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De numerieke wiskunde houdt zich bezig met ontwerp en onderzoek van methoden waarmee de oplossing van wiskundig geformuleerde problemen benaderd kan worden. Ook de algoritmen, die door computers in een (groot doch) eindig aantal stappen moeten kunnen worden uitgevoerd, en de daaraan 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 uitvoeren van een numerieke methode construeert). Hier ligt een belangrijk raakvlak met de informatica.

In praktijksituaties fungeert de numerieke wiskunde dikwijls als poort 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 (groot) 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 werd 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.

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), UT
Beginwaardeproblemen	RUL, CWI(NW), KUN, VUA
Randwaardeproblemen	TUD, RUU, UT, TUE, KUN, CWI(NW), VUA
Multiroostertechnieken	TUD, CWI(NW), KUN
Volterra-vergelijkingen	CWI(NW)
Numerieke getaltheorie	CWI(NW, ZW)
Numerieke programmatuur	UvA, RUG, TUE, UT, TUD, CWI(NW)
Algoritmen voor supercomputers	RUG, RUU, CWI(NW), TUD, VUA
Algemene numerieke principes (stabiliteit, complexiteit, afrondfouten, interval aritmetiek 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

Iteratieve methoden voor partiële differentiaalvergelijkingen van verschillende typen zoals zelfgeadjungeerd, gemengde variabelen, niet lineair, worden bestudeerd. Zulke problemen komen typisch voor in 'miscible displacement' en warmtetransportproblemen.

We onderzoeken verschillende gepreconditioneerde gegeneraliseerde geconjugeerde gradiëntenmethoden aangepast aan bovenstaande problemen. Als preconditionietechniek onderzoeken we in het bijzonder incomplete blok factorisatie methoden. Voor niet-lineaire problemen onderzoeken we Newton-achtige methoden en zekere vaste-punten methoden.

De volgende onderwerpen zijn bestudeerd:

1. Uitbreiding van de verzameling van matrices welke een (incomplete) bloksgewijze factorisatie toestaan.

In eerdere rapporten zoals in (Axelsson, Polman 1986) is bewezen dat voor M-matrices verschillende types van incomplete bloksgewijze factorisaties bestaan en zijn er voorwaarden afgeleid onder welke positief definitieit bewaard blijft. Polman (1986) heeft enkele existentieresultaten uitgebreid tot de klasse van H- en blok H-matrices. Deze resultaten zijn in feite een uitbreiding van het welbekende resultaat dat puntsgewijze factorisaties bestaan voor H-matrices (zie enkele rapporten van Verga, Saff en Mehrman, en Manteuffel) want een puntsgewijze factorisatie is een speciaal geval van bloksgewijze factorisatie.

Het idee van blok H-matrix is gebaseerd op het begrip blok diagonaal dominantie, zie rapport van Verga en Feingold. In een rapport van Varak is bewezen dat een tridiagonale blokmatrix die blok diagonaal dominant is een exacte bloksgewijze factorisatie toestaat. We hebben deze resultaten uitgebreid tot volle blokmatrices en de voorwaarde verzwakt tot het geval dat de matrix een blok H-matrix is.

Er zijn nieuwe schattingen afgeleid voor de afvalsnelheden van de elementen in de inversen van bijna-Toeplitz matrices (Eijkhout en Polman 1986).

2. Preconditioneringen voor algebraïsche domeindecompositiemethoden.  
Een nieuwe preconditionie methode voor de Schurvorm is afgeleid en in studie. Een rapport hierover is in uitvoering.
3. Het oplossen van singulier gestoorde convectie-diffusie problemen.  
Gebruikmakend van een stroomlijn-diffusie-methode voor de eindige elementen formulatie van convectie-diffusie problemen geeft als resultaat

een matrix met een positief definit symmetrisch deel. Het blijkt dat in combinatie met bloksgewijze preconditione matrices en een gegeneraliseerde, kleinste kwadraten, geconjugeerde gradiëntenmethode deze methode zeer robuust is met betrekking tot de singuliere storingsparameter en de richting van de convectie. Een rapport is in uitvoering.

4. Efficiënte methoden voor het bijstellen van de Hessiaan matrix voor zekere niet-lineaire problemen.

In (Axelsson en Maubach 1986) is bewezen dat voor zekere belangrijke niet-lineaire problemen op divergentievorm, het bijstellen van de Hessiaan zo efficiënt uitgevoerd kan worden dat de kosten niet groter zijn dan die voor het berekenen van de gradiënt.

Ook is bewezen dat een gewogen variationele formulering van de niet-lineaire diffusie vergelijkingen een artificiële viscositeit (dichtheid) introduceert zonder het probleem aan te passen.

Het blijkt dat met deze methode goede start benaderingen verkregen kunnen worden voor het oplossen van transonische stromingsproblemen voor de volledige potentiaal vergelijkingen.

#### *Publikaties*

1. O. AXELSSON, B. POLMAN (1986). On approximate factorization methods for block matrices suitable for vector and parallel processors. *Linear Algebra and its Applications* 77, 3-26.
2. B. POLMAN (1986). *Incomplete factorizations of (blok) H-matrices*, Report 8638, Department of Mathematics, KU Nijmegen, Linear Algebra and Applications, to appear.
3. R. ERMERS, B. POLMAN (1986). *On the Eigenvalues Of the Structure Matrix of Matrices of Zeros and Ones*, Report 8622, Department of Mathematics, KU Nijmegen, Linear Algebra and Applications, to appear.
4. V. ELJKHOUT, B. POLMAN (1986). *Decay Rates of Inverses of Banded Matrices that are near to Toeplitz Matrices*, Report 8640, Department of Mathematics, KU Nijmegen, submitted.
5. O. AXELSSON, J. MAUBACH (1986). *On the Numerical Assembly of Integral Operators By Finite Element Methods*, preliminary report.

#### *Deelname aan colloquia en conferenties*

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen*, Zeist, 29 september- 1 oktober: B. Polman, J. Maubach.

*Kontaktgroep Numerieke Stromingsleer* (25ste vergadering), TU Delft, 20 oktober: J. Maubach.

*Bezoekers*

G. Meurant (C.E.A., Villeneuve Saint George, Frankrijk), 29 september- 11 oktober: Vectorizable preconditioning methods.

K.-E. Karlsson (ASEA, Vasterås, Zweden), 30 november- 13 december: Semiconductor equations and differential-algebraic systems.

*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

In de eerste plaats zijn  $p$ -de orde lineaire  $k$ -stapsmethoden onderzocht met betrekking tot de contractiviteit van de numerieke oplossing. Voor expliciete methoden zijn bovengrenzen afgeleid voor het drempelgetal. Voorts zijn methoden bepaald met een optimaal drempelgetal voor gegeven  $k$  en  $p$ .

In de tweede plaats is een bijdrage geleverd aan het onderzoek naar stapgrootte restricties die noodzakelijk zijn voor contractiviteit, sterke stabiliteit en zwakke stabiliteit bij één-stapsmethoden.

*Publikaties*

1. J.F.B.M. KRAALJEVANGER, H.W.J. LENFERINK, M.N. SPIJKER (1986). *Stepsize Restrictions for Stability in the Numerical Solution of Ordinary and Partial differential equations*, Report 86-08, Instituut voor Toegepaste Wetkunde en Informatica, RU Leiden.

*Deelname aan colloquia en conferenties*

22ste Nedelands Mathematisch Congres, Enschede, 1-2 april: H.W.J. Lenferink.  
 Conferentie van Numeriek Wiskundigen, Zeist, 29 september- 1 oktober: H.W.J. Lenferink.

*Voordrachten*

H.W.J. Lenferink: Contractieve methoden voor gewone differentiaalvergelijkingen. *22ste Nederlands Mathematisch Congres*, Enschede, 2 april.

H.W.J. Lenferink: Contractivity in the numerical solution of initial value problems by multistep methods. *Conferentie van numeriek wiskundigen*, Zeist, 22 september.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferentie van Numeriek Wiskundigen*

De tiende Conferentie van Numeriek Wiskundigen werd gehouden van maandag 29 september tot en met woensdag 1 oktober in het conferentie-oord 'Woudschoten' te Zeist. Evenals in voorgaande jaren waren er twee thema's:

- Numerieke roostergeneratie en adaptieve roosters.
- Stabiliteitstheorie in de numerieke oplossing van tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen.

Voor ieder thema hielden enkele uitgenodigde sprekers twee lezingen. Deze sprekers waren voor het eerste thema:

P.R. Eiseman (Columbia Univ., New York, USA): Numerical grid generation en Adaptive grids.

M.J. Baines (University of Reading, UK): The solution of evolutionary partial differential equations on self-adaptive grids by the moving finite element method en Applications of the moving finite element method to non-linear hyperbolic and parabolic problems.

N.P. Weatherill (Aircraft Research Association Ltd., Bedford, UK): Grid generation in computational aerodynamics en Block structured grid generation for aerodynamic geometries.

Twee sprekers hadden zich aangemeld voor een korte voordracht:

G.H. Schmidt (KSEPL): Adaptive local grid refinement and multigrid in numerical reservoir simulation.

M.J. Officier (WL): Experience with numerical grid generation techniques and their application in flow problems.

Uitgenodigde sprekers voor het thema: 'Stabiliteitstheorie in de numerieke oplossing van tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen' waren:

J.M. Sanz-Serna (Universidad de Valladolid, Spanje): Nonlinear instability (twee voordrachten).

J.C. Butcher (University of Auckland, Nieuw Zeeland): Stability and accuracy for initial value methods (twee voordrachten).

M. Crouzeix (Université de Rennes, Frankrijk): Equivalence between A-stability and G-stability en On the discretization in time of semilinear parabolic equations with non smooth initial data.

Een aangemelde voordracht over dit thema werd gehouden door:

H.W.J. Lenferink (RU Leiden): Contractivity in the numerical solution of initial value problems by multistep methods.

De organisatie van de conferentie was in handen van de voorbereidingscommissie, bestaande uit dr.ir. J.W. Boerstoel, prof.dr.ir. C.R. Traas, prof.dr. H.A. van der Vorst en dr. J.G. Verwer. Ondersteuning bij de organisatie werd gegeven door het Centrum voor Wiskunde en Informatica.

**WETENSCHAPPELIJKE BIJENKOMSTEN VAN DE WGM**

Zoals gebruikelijk vonden deze wetenschappelijke bijeenkomsten van de WGM plaats in het wiskundegebouw van de RU te Utrecht.

Bij de 18de bijeenkomst op maandag 3 november spraken:

M. van Veldhuizen (VU Amsterdam): Over de benadering van een invariante kromme.

J.H.M. ten Thije Boonkamp (CWI): The odd-even hopscotch pressure correction method for incompressible fluid flow.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Stochastiek

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Coderingsproblemen in ergodentheorie (prof.dr. M.S. Keane, TU Delft).
- Statistische analyse van tijdreeksen (prof.dr. C.L. Scheffer, TU Delft).
- Structuur van limietstellingen in de kanstheorie (prof.dr. W. Vervaat, KU Nijmegen).
- Het convex omhulsel van een steekproef in  $\mathbb{R}_k$  (prof.dr. L.F.M. de Haan, EU Rotterdam).
- Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt (prof.dr P.J. Rousseeuw, TU Delft).

### 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 wachttijden.

Op het gebied van de mathematische statistiek is het onderzoek van verdelingsvrije methoden, empirische verdelingsfuncties en asymptotische statistiek voortgezet.

Er is voorts veel belangstelling voor tal van meer toegepaste onderwerpen, zoals tijdreeksen, levensduurproblemen, discriminantanalyse, regressie en variantie-analyse en toetsen voor aanpassingen. 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, oneindige deelbaarheid.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

### *Coderingsproblemen in ergodentheorie*

Projectleider	:	prof.dr. M.S. Keane
Medewerkers	:	dr. J. van den Berg (tot maart 1986) ir. M. Martens (vanaf juli 1986) drs. V. de Valk (vanaf september 1984)
Aanvangsdatum	:	1 maart 1982

Dr. J. van den Berg heeft zijn werkzaamheden in het kader van het project afgerond. Het werk van Van den Berg en de projectleider van de afgelopen 4 jaar, op het gebied van percolatiemodellen en ergodentheorie, heeft internationale erkenning verkregen en is één van de kernpunten geworden van de in de laatste jaren door Kesten, Aizenman, Newman en Chayes ontwikkelde theorieën.

Ir. M. Martens begon zijn promotie met een literatuurstudie van topologische Markov-ketens en i.h.b. de coderingsmethoden die men gebruikt in de constructie van isomorfismen tussen de bijbehorende dynamische systemen. De

laatste 2 maanden van het jaar werd het isomorfieprobleem voor systemen aangepakt, die met behulp van  $2 \times 2$  matrices met niet-negatieve geheelwaardige coördinaten beschreven kunnen worden. Dit onderzoek wordt gedurende 1987 voortgezet.

Drs. V. de Valk heeft de minimale 2-correlatie gevonden van een klasse (de indicator-processen) van stationaire 0-1 waardige 1-afhankelijke processen bij vaste kans op één. Ook voor willekeurige stationaire 0-1 waardige 1-afhankelijke processen is de maximale 2-correlatie en, voor enkele speciale gevallen, ook de minimale 2-correlatie gevonden en het vermoeden dat elk 1-afhankelijk proces een set-proces is, is bewezen voor deze gevallen. De discrete versie van dit probleem voor set-processen is eveneens opgelost. Verscheidene publikaties zijn in voorbereiding.

#### *Publikaties*

1. J. VAN DEN BERG (1986). On a combinatorial conjecture concerning disjoint occurrences of events. *Annals of Probability*, with U. Fiebig.
2. V. DE VALK (1986). *The Maximal and Minimal 2-correlation of a Class of 1-dependent 0-1-valued Processes*, Report 86-47. Delft University of Technology, Department of Mathematics and Informatics.
3. V. DE VALK, D. VAN DULST (1986). (KK)-properties, normal structure and fixed points of nonexpansive mappings in Orlicz sequence spaces. *Canadian Journal of Mathematics Vol. 38*, 728-750.

#### *Deelname aan colloquia en conferenties*

*Seminarium Ergodentheorie en Dynamische Systemen* (wekelijks, TU Delft): M. Martens, V. de Valk.

*Mark Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica* (maandelijks, Universiteit van Amsterdam): M. Martens, V. de Valk.

*AMS Institute for Mathematics and Applications*, Minneapolis, Minnesota (USA), januari-maart: J. van den Berg.

*22ste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april: V. de Valk.

*Conference on Ergodic Theory and Related Topics*, Georghenthal (DDR), 20-26 april: V. de Valk.

*Bijeenkomst Stochastici*, Lunteren, 17-19 november: M. Martens, V. de Valk.

#### *Voordrachten*

J. van den Berg: *Disjoint Occurrences of Events*, University of Southern California, januari.

J. van den Berg: *Probabilistic Inequalities*, McGill University, februari.

J. van den Berg: *Recent Developments in Percolation*, Oberwolfach, maart (met G. Grimmett).

V. de Valk: *Het minimum en maximum van de 2-correlatie bij een klasse van 1-afhankelijke processen*, Seminarium, TU Delft, 19 februari.



V. de Valk: De maximale en minimale 2-correlatie bij een klasse van 1-afhankelijke processen, *22ste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 2 april.

### Bezoekers

dr. J. Aaronson (University of Tel Aviv).

prof.dr. M. Marcus (IBM Almaden Research Laboratory, San Jose).

prof.dr. M. Smorodinsky (University of Tel Aviv).

### Statistische analyse van tijdreeksen

Projectleider : prof.dr. C.L. Scheffer  
 Medewerker : drs. A. Sieders (vanaf 1 juli 1983)  
 Aanvangsdatum : 1 januari 1982

#### (i) Parameterschatting in niet-lineaire modellen.

Beschouw een stochastisch proces met representatie

$$X_t = A_t(\theta) + \epsilon_t, \quad (1)$$

waarbij  $A_t(\theta)\sigma(X_{t-1}, X_{t-2}, \dots)$  meetbaar is en  $\epsilon_t$  een martingaalverschilrij. Van de moeilijkheden die zich voordoen bij de beschrijving van het limietgedrag van (asymptotisch) lineaire schatters van  $\theta$  kan men een idee krijgen door het speciale geval dat  $A_t(\theta)$  een deterministische functie van  $\theta$  is, zie (ii). Grofweg is het probleem, waarvoor men zich gesteld ziet, het formuleren en bewijzen van uniforme (in  $\theta$ ) versies van bekende stellingen als de wet van de grote aantallen en de centrale limietstelling.

In zeer algemene context van (1) zijn dergelijke stellingen thans niet beschikbaar zodat men hun virtuele conclusies als aannamen moet postuleren om het gedrag van schatters van  $\theta$  te beschrijven.

Resultaten van deze aard werden door ons te licht bevonden om te publiceren.

#### (ii) Parameterschatting bij niet-lineaire regressiemodellen.

Deze situatie is een speciaal geval van het onder (i) genoemde model. Thans is de theorie op dit punt zover gevorderd dat men, onder plausibele condities op de familie  $\{a_t\}$  en de ruis  $\epsilon_t$ , zaken als consistentie [2], [4], asymptotische normaliteit [4], en exponentieel staartgedrag [3], voor de kleinste kwadraatschatter kan onderzoeken.

#### (iii) De onder (ii) opgedane ervaring met de theorie van Ibragimov en Hašminskii is benut om een begin te maken met de formulering van een wet van grote afwijkingen en z.g. Whittle-schatter van een spectrale parameter van een stationair Gaussisch proces, zie [1].

Hiervoor bleek het nodig uniforme ongelijkheden van produkten van Toeplitz-matrices af te leiden, welk resultaat, gezien de brede toepassingen van deze matrices in econometrie, statistiek en elektrotechniek, wellicht interessant is voor publikatie.

### Referenties

1. K. DZHAPARIDZE (1986). Parameter Estimation and Hypothesis. *Testing in Spectral Analysis of Stationary Time Series*, Springer Series in Statistics.
2. S. VAN DE GEER (1986). *A new approach to least squares estimation*, Report MS-R8602, CWI, Amsterdam.
3. A. SIEDERS, K. DZHAPARIDZE (1986). *A large deviation result for parameter estimators and its application to nonlinear regression analysis*. (To app. in *Annals of Statistics*).
4. CHIEN-FU WU (1986). Asymptotic theory of nonlinear least squares estimation. *Ann. Sta.*, Vol. 9, no. 3, 501-513.

### Structuur van limietstellingen in de kanstheorie

Projectleider : prof.dr. W. Vervaat  
 Medewerker : drs. G.J.J. Gerritse  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1983

Het afgelopen jaar is vooral besteed aan onderzoek over zelfontbindbare stochasten in een continue tralie voorzien van een halfgroep van endomorfismen (belangrijkste voorbeeld: het tralie van bovenhalfcontinue functies ('foto's') voorzien van een halfgroep van 'bleek'-operatoren). Een complicatie bleek de aanwezigheid van een continuum van invariante punten onder de halfgroep van transformaties en de noodzakelijke invoering van voorwaardelijke kansverdelingen gegeven aantrekkings door een (vast) invariant punt. Voltooiing van dit onderzoek, en daarmee van het project, wordt verwacht in 1987.

Tijdens het bezoek van O'Brien is ook gewerkt aan wetten van de geïtereerde logaritme voor puntprocessen en (gewogen) stochastische maten voortgebracht door onafhankelijke gelijkverdeelde reëelwaardige stochasten.

### Publikaties

1. G.J.J. GERRITSE (1986). Supremum self-decomposable random vectors. *Probab. Th. Rel. Fields* 72, 17-33.

### Deelname aan colloquia en conferenties

*Werkgroep Analyse van Beelden*, CWI, februari-december: G.J.J. Gerritse.  
*22ste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 2 april: G.J.J. Gerritse.  
*Colloquium Beeldverwerking: Theorie en Praktijk*, CWI, september-december: G.J.J. Gerritse.  
*Bijeenkomst Stochastici*, Lunteren, 17-19 november: G.J.J. Gerritse.

*Voordrachten*

- G.J.J. Gerritse: Het werken als promotie-onderzoeker. *College Wiskunde en Samenleving*, KU Nijmegen, 24 februari, 17 maart.
- G.J.J. Gerritse: Morphology for grey-tone functions. *Werkgroep Analyse van Beelden*, CWI, 29 mei.
- G.J.J. Gerritse: Morphology for grey-tone functions. *Werkbespreking Kanstheorie*, KU Nijmegen, 5 juni.
- G.J.J. Gerritse: Mathematische morfologie. *STOR-colloquium*, KU Nijmegen, 22 oktober, 12 november.
- G.J.J. Gerritse: Beelden met meer dan twee grijswaarden. *Colloquium Beeldverwerking: Theorie en Praktijk*, CWI, 30 oktober.
- G.J.J. Gerritse: Hit-or-miss topology. *Werkgroep Analyse van Beelden*, CWI, 13 november.

*Bezoekers*

- G.A. Beer (California State University, Los Angeles, USA), 23-25 maart.
- M. Maejima (Keio University, Yokohama, Japan), september (ondersteund door SMC).
- G.L. O'Brien (York University, Toronto, Canada), september-december (ondersteund door ZWO).

*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

Na een eerste artikel over verdelingsconvergentie van het convexe omhulsel [1] is nu begonnen met het schrijven van een tweede artikel aangaande de convergentie van allerlei verwachtingen zoals van het aantal hoekpunten en zijvlakken, de omtrek en inhoud van het convex omhulsel.

*Publikaties*

1. L. DE HAAN, H.A. BROZIUS. *On limiting laws for the convex hull of a sample*, verschijnt in J. Applied Probability.

*Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt*

Projectleider : prof.dr. P.J. Rousseeuw  
 Medewerker : drs. H.P. Lopuhaä  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1986

Men heeft op het gebied van het schatten van een multivariate locatie parameter  $\mu \in \mathbb{R}^p$  in de afgelopen decennia diverse robuustheidsconcepten in

beschouwing genomen. Onder deze zijn bijvoorbeeld het door Huber gehanteerde *minimax principe* en de door Hampel ontwikkelde begrippen als het *breekpunt* en *invloedsfunctie*.

Voor het univariate geval werden hiermee in de zestiger jaren (Huber) de *M*-schatters geconstrueerd en in de zeventiger jaren (Hampel) schatters met een hoog breekpunt. Voor het multivariate geval bleek dit echter veel moeilijker te zijn. De eerste affien equivariante locatie-covariantie oplossing met een hoog breekpunt kwam van Stahel (1981) en Donoho (1982) en later een andere oplossing van Rousseeuw (Minimum Volume Ellipsoïde, 1983).

Vanaf mei 1986 heeft Lopusuä zich allereerst bezig gehouden met het bestuderen van enkele werken op het gebied van de robuuste schattingstheorie zoals die van Davies, Donoho, Hampel, Huber, Maronna, Rousseeuw en Tyler. Bovengrenzen zijn gevonden voor breekpunten van translatie equivariante en van orthogonaal equivariante schatters en de Minimum Volume Ellipsoïde is dusdanig aangepast dat deze het maximale breekpunt aanneemt voor affien equivariante schatters. Verder zijn de breekpunten afgeleid voor enkele al bekende methoden als ook van een nieuwe één-staps gewogen *S*-schatting. Een rapport [1] omtrent deze bevindingen is in voorbereiding.

Op dit moment wordt er onderzoek gedaan naar de invloedsfunctie van *S*-schatters voor multivariate locatie en covariantie matrices en tevens naar de asymptotische eigenschappen van verschillende soorten van één-staps gewogen *S*-schatters.

#### *Publikaties*

1. H.P. LOPUSUÄ. *Breakdown Points of Affine Equivariant Estimators of Multivariate Location and Covariance Matrices*, onderzoeksrapport, TU Delft.

#### *Deelname aan colloquia en conferenties*

Jaarlijkse bijeenkomsten van nederlandse stochastici te Lunteren van 17 tot 19 november 1986.

#### *Bezoekers*

Eind 1986 zijn prof. Doornbos van de TU Eindhoven, prof. Dutter van de TU Wenen en prof. Tyler van Rutgers University, New Jersey in Delft op bezoek geweest.

#### *Educatieve werkzaamheden*

Ter gelegenheid van het 22ste *Nederlands Mathematisch Congres* organiseerde de WGM een symposium Stochastiek, waarin dr. C.A.J. Klaassen en prof.dr. P.J. Rousseeuw als sprekers optraden (prof.dr. A.J. Stam was door ziekte verhinderd).

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- Polyhedrale en polynomiale methoden in de combinatorische optimalisering (prof.dr. A. Schrijver, KU Brabant/CWI).
- Randwaardeproblemen in de analyse van stochastische wandelingen en wachttijdmodellen (prof.dr.ir. J.W. Cohen, RU Utrecht, dr.ir. O.J. Boxma, 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. S.H. Tijs en dr.ir. O.J. Vrieze, beiden KU Nijmegen).
- Methoden voor niet-lineaire, geheeltallige optimalisatie (dr. G. van der Hoek, prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan, dr.ir. A.W.J. Kolen, allen EU Rotterdam).
- Markov-beslissingsprocessen (prof.dr. A. Hordijk, RU Leiden).

### 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 onderhandelingsstheorie;
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, is er een jaarlijkse landelijke conferentie die door de werkgemeenschap wordt gesteund. In 1986 vond deze bijeenkomst plaats van 15 t/m 17 januari in het congrescentrum 'De Blijde Werelt' te Lunteren. De titel van de bijeenkomst was: *Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory* waarin opgenomen de *1986 Benelux Meeting on Systems and Control*. Ze vond plaats onder auspiciën van de werkgemeenschap MBST, van de Landelijke Werkgemeenschap Systeem- en Regeltheorie van de Stichting Meet- en Besturingstechnologie, en van de Belgische organisaties op het gebied van systeemtheorie en regeltechniek. Financiële steun werd verkregen van de Vertrouwenscommissie van het Wiskundig Genootschap. De organisatie was in het bijzonder in handen van B.J. Lageweg, J.M. Schumacher en J.H. van Schuppen (allen CWI). De volgende buitenlandse sprekers gaven ieder twee hoofdvorochten: A.R. Conn (Waterloo/Grenoble), G. Cornuéjols

(Pittsburgh/Grenoble), R.P. Guidorzi (Bologna), T.J. Ott (Holmdel), J.P. Quadrat (Parijs) en P. Whittle (Cambridge, UK). Een minicursus over netwerken van wachtrijen werd verzorgd door R.K. Boel (Gent), A. Hordijk (Leiden), J. Wessels (Eindhoven) en J. van Doremalen (Eindhoven). Tenslotte hielden 29 onderzoekers uit Nederland en België korte voordrachten op het gebied van de systeem- en regeltheorie.

#### 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* (C.A.J. Hurkens, A. Schrijver). Het in 1985 begonnen onderzoek aan 'Multi-commodity flows' werd voortgezet, mede in het licht van toepassingen bij het ontwerp van 'integrated circuits'. Resultaten werden bereikt op het gebied van de relatie tussen fractionele en geheeltallige stromen en tussen afstanden en sneden, in samenwerking met É. Tardos (Boedapest) (neergelegd in de rapporten *On fractional multicommodity flows and distance functions* en *Distances and cuts in planar graphs*) en op het gebied van de existentie van paden van voorgeschreven homotopie, in samenwerking met C.P.M. van Hoesel (TU Eindhoven) (neergelegd in het rapport *Edge-disjoint homotopic paths in a planar graph with one hole* en de preprint *Decomposition of graphs on surfaces and a homotopic circulation theorem*). Met C.P.M. van Hoesel werd een tegenvoorbeeld tegen een probleem van K. Mehlhorn gevonden. Verder werd met behulp van sneden een karakterisering gegeven voor het bestaan van kant-disjuncte paden tussen drie gegeven paren punten in een graaf. Dit resultaat wordt in 1987 beschreven in een rapport.

*Program flowgraphs* (C.A.J. Hurkens). In samenwerking met R.W. Whitty (London) werd onderzoek verricht op het gebied van de generering van klassen van 'program flowgraphs'. Het leidde tot een aantal nieuwe resultaten en nieuwe bewijzen van eerder door Whitty bereikte resultaten. Deze zullen in 1987 worden neergelegd in rapportvorm.

*Meetkunde der getallen* (C.A.J. Hurkens). R. Kannan en L. Lovász bestudeerden het kleinste getal  $\alpha_n$  waarvoor geldt: als  $k \subseteq \mathbb{R}^n$  convex is zó dat  $k + \mathbb{Z}^n$  ieder hypervlak snijdt, dan  $\alpha_n k + \mathbb{Z}^n = \mathbb{R}^n$ . Vermoed werd:  $\alpha_n \leq n$ . Dit vermoeden werd weerlegd. Bewezen werd dat  $\alpha_2 = 1 + \frac{2}{3}\sqrt{3}$ . Dit resultaat wordt in 1987 beschreven in rapportvorm.

*Diameter van het edge-cover polytoop* (C.A.J. Hurkens). De diameter van het edge-cover polytoop vormt een indicatie voor het aantal 'pivot'-stappen als we

een minimale edge-cover in een graaf met behulp van de simplexmethode willen bepalen. Bewezen werd dat de diameter van het edge-cover polytoop van de graaf  $G = (V, E)$  gelijk is aan  $E - \rho(G)$ , waar  $\rho(G)$  de minimale cardinaliteit van een edge-cover is. Het bewijs maakt gebruik van een karakterisering van 'adjacency' van hoekpunten op het edge-cover polytoop. Dit resultaat is neergelegd in de preprint *On the diameter of the edge cover polytope*.

*Disjuncte paden in gerichte grafen* (C.A.J. Hurkens). Naar aanleiding van een door Y. Mannooussakis (Parijs) op het *3ème Colloque International 'Théorie des graphes et combinatoire'* te Marseille (juni 1986) gesteld probleem, werd bewezen dat voor  $k = 1, 2, 3, 4$ , in iedere gerichte graaf met  $n$  ( $=$  aantal punten)  $\geq 4k - 3$  en minimale graad ten minste  $\frac{1}{2}n - 1 + k$ , er  $k$  vertex-disjuncte paden bestaan tussen ieder tweetal puntverzamelingen ter grootte  $k$ .

#### Publikaties

1. W. COOK, A.M.H. GERARDS, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1986). Sensitivity theorems in integer programming. *Mathematical Programming* 34, 251-264.
2. A.M.H. GERARDS, A. SCHRIJVER (1986). Matrices with the Edmonds-Johnson property. *Combinatorica* 6, 365-379.
3. C.A.J. HURKENS, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1986). *On Fractional Multicommodity Flows and Distance Functions*, rapport OS-R8611, CWI, Amsterdam.
4. C.A.J. HURKENS (1986). *On the diameter of the edge cover polytope*, Preprint.

#### Deelname aan congressen

*Vierde Combinatorische Dag*, Werkgemeenschap Discrete Wiskunde, Enschede (Universiteit Twente), 29 januari.

*3ème Colloque International 'Théorie des graphes et combinatoire'*, Marseille-Luminy (Frankrijk), 23-28 juni.

*Vijfde Combinatorische Dag*, Tilburg (KU Brabant), 29 augustus.

*VIth Bonn Workshop on Combinatorial Optimization*. On the diameter of the edge-cover polytope, Institut für Operations Research, Bonn (BRD), 5 december.

#### Voordrachten

C.A.J. HURKENS: On the diameter of the edge-cover polytope. *VIth Bonn Workshop on Combinatorial Optimization*, Institut für Operations Research, 5 december.



*Bezoekers*

Prof. R.W. Whitty (Goldsmiths' College, London).

*Randwaardeproblemen in de analyse van stochastische wandelingen en wachttijdmodellen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Cohen, dr.ir. O.J. Boxma  
 Medewerker : drs. S.J. de Klein  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1983

Het onderzoek gedurende deze periode heeft zich voornamelijk gericht op de formulering van het wachttijdprobleem direct in termen van (zwak-singuliere) Fredholm-integraalvergelijkingen. Daarnaast is het met deze integraalvergelijking equivalente randwaardeprobleem met een shift bestudeerd, en het blijkt dat het numeriek aantrekkelijk is om randwaardeproblemen van dit type direct te herleiden tot Fredholm-integraalvergelijkingen. Een en ander is toegepast op het model met twee wachtrijen, een bediende met één random bedieningsdiscipline.

*Publikaties*

1. J.W. COHEN (1986). *On Entrance Time Distributions for Two-dimensional Random Walks*, preprint 429, augustus, Math. Inst. RU Utrecht.
2. J.W. COHEN (1986). *On Entrance Times of Homogeneous Semi-bounded N-dimensional Random Walks: An Identity*, preprint 440, november, Math. Inst. RU Utrecht.
3. J.W. COHEN (1986). *On Entrance Times of a Homogeneous N-dimensional Random Walk*, preprint 442, november, Math. Inst. RU Utrecht.
4. O.J. BOXMA, J.W. COHEN, H.C. TIJMS (eds.) (1986). *Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation*, Proc. Seminar Amsterdam 1986, North-Holland, Amsterdam.

*Voordrachten*

S.J. de Klein: Twee wachttijden met random bedieningsdiscipline. *Wachttijd colloquium*, Amsterdam, 16 september.

*Meetkundige aspecten van oneindig dimensionale systemen*

Projectleidster : prof.dr. R.F. Curtain  
 Medewerker : drs. H.J. Zwart  
 Aanvangsdatum : 1 november 1984

De wetenschappelijke activiteiten hebben zich in 1986 op twee vlakken afgespeeld.

*Ten eerste:* Geometrische theorie voor oneindig dimensionale systemen. Voor de klasse van spectrale systemen is in [1] de relatie tussen de nulpunten van

het systeem en de controlled invariante deelruimtes onderzocht, dit heeft geresulteerd in een complete karakterisatie van alle controlled invariante deelruimtes plus een nodig en voldoende voorwaarde voor het bestaan van de grootste controlled invariante deelruimte in een (gegeven) gesloten deelruimte. Samen met L. Nooitgedagt zijn hiervan voorbeelden uitgewerkt, [2]. In [3] is ingegaan op de meer fundamentele vraag van equivalentie tussen open- en gesloten lus invariantie van deelruimtes, deze vraag kon voor gesloten deelruimtes positief beantwoord worden.

*Ten Tweede:* Eindig dimensionale benaderingen van vertraagde systemen (samen met prof.dr. R.F. Curtain). In [4] wordt de fout tussen de modale benadering van het vertraagde systeem en het systeem zelf onderzocht. Het blijkt dat de orde van deze fout enkel van de coëfficiënten van de overdrachtfunctie afhangt. Een voorbeeld hiervan is uitgewerkt voor de CDC [5]. Met prof. Clover en dr. Partington konden deze resultaten nog verscherpt worden, [6], [7]. In het kader van een E.E.G.-contract heeft de projectuitvoerder de maand september aan de Universiteit van Warwick (UK) doorgebracht.

#### *Publikaties*

1. H.J. ZWART (1986). *Characterization of all Controlled Invariant Subspaces for Spectral Systems*, rapport TW-271, RU Groningen, opgestuurd naar SIAM Journal on Control and Optimization.
2. H.J. ZWART, L. NOOITGEDAGT (1986). *Zeros for Discrete Spectral Systems with an Application to the Disturbance Decoupling Problem*, rapport TW-272, RU Groningen.
3. H.J. ZWART. *Equivalence between Open and Closed Loop Invariance for Infinite Dimensional Systems, A Frequency Domain Approach*, in voorbereiding.
4. R.F. CURTAIN, H.J. ZWART (1986). *Spectral Realisations for Delay Systems*, te verschijnen in de proceedings van de International Conference on Control of Distributed Parameter Systems, 6-12 juli, Vorau.
5. R.F. CURTAIN, H.J. ZWART (1986).  *$L_\infty$ -Approximation of Nonrational Transfer Function: An Example*. Proceedings of the 25th Conference on Decision and Control, Athens, Greece, december.
6. H.J. ZWART, R.F. CURTAIN, J. PARTINGTON, K. CLOVER (1986). *Partial Fraction Expansion for Delay Systems*, opgestuurd naar Systems and Control Letters.
7. J. PARTINGTON, K. CLOVER, H.J. ZWART, R.F. CURTAIN.  *$L_\infty$ -Approximation and Nuclearity of Delay Systems*, in voorbereiding.

#### *Deelname aan conferenties*

*Benelux Meeting on Systems and Control*, Lunteren, 15-17 januari.

*International Conference on Control of Distributed Parameter Systems*, Vorau, 6-12 juli.

*Workshop Modelling, Robustness and Sensitivity Reduction in Control Systems*,

Groningen, 1-5 december.  
 25th Conference on Decision and Control, Athene, 10-12 december.

### *Voordrachten*

- Invariance Concepts for Infinite Dimensional Systems, *Benelux Meeting on Systems and Control*, Lunteren, 15-17 januari.  
 Spectral Realisations for Delay Systems, *International Conference on Control of Distributed Parameter Systems*, Vorau, 6-12 juli.  
 Invariance Concepts for Infinite Dimensional Systems, Universiteit van Warwick, UK, augustus.  
 $L_\infty$ -Approximation of Nonrational Transfer Function, Universiteit van Warwick, UK, augustus.  
 $L_\infty$ -Approximation of Nonrational Transfer Function: An Example, *25th Conference on Decision and Control*, Athene, Griekenland, december.

### *Singuliere en singulier-gestoorde optimale besturingsproblemen*

Projectleider : prof.dr.ir. M.L.J. Hautus  
 Medewerker : ir. A.H.W. Geerts  
 Aanvangsdatum : 15 juli 1985

Voor algemene lineaire, tijdsinvariante, eindig-dimensionale systemen is een duaal algoritme ontwikkeld [1], dat de meetkundige structuur van voornoemde systemen volledig blootlegt. Voor het lineair-kwadratische optimale-besturingsprobleem met zowel eindige als oneindige horizon genereert het algoritme alle optimale besturingen. Met name is het mogelijk gebleken noodzakelijke en voldoende voorwaarden voor het uitdempen van de toestandsvariabele te formuleren. Bovendien levert het algoritme de besturingen als lineaire combinatie van een reguliere term (in de vorm van een toestandsterugkoppeling) en een impulsieve term (die de beginconditie voor de toestandsvariabele instantaan naar een in dimensie zo klein mogelijk oppervlak stuurt). Hiermee samenhangend is de constatering dat ingeval van singuliere optimale-besturingsproblemen stabiliseerbaarheid van  $(A, B)$  weliswaar voldoende maar niet noodzakelijk is voor oplosbaarheid. Een en ander lijkt een uitbreiding van de resultaten in [1], [2]. Vooral dient te worden gewezen op het feit, dat de in [1] voorgestelde algoritme-aanpassing (sec. 6) niet enkel ongewenst maar tevens onnodig is; slechts een deel van de getransformeerde toestandsvariabele dient naar nul te gaan voor  $t$  om het uitdempen van de originele toestandsvariabele te kunnen waarborgen.

Verder is literatuuronderzoek verricht naar de asymptotische theorie van singulier gestoorde lineaire randwaardeproblemen en zijn duidelijke vorderingen gemaakt met de behandeling van de singulier-gestoorde optimale besturingsproblemen.

*Publikaties*

1. M.L.J. HAUTUS, L.M. SILVERMAN (1983). System structure and singular control. *Lin. Alg. & Appl.*, Vol. 50, 369-402.
2. J.C. WILLEMS, A. KITAPCI, L.M. SILVERMAN (1986). Singular optimal control: A geometric approach. *SIAM J. Contr. & Opt.*, Vol. 24, 323-337.

*Deelname aan conferenties*

Ir. A.H.W. Geerts heeft de *Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory* en de *1986 Benelux Meeting on Systems and Control* bezocht op 15-17 januari, alsmede de *Systeemtheoriedag*, Universiteit Twente, 23 april.

*Structurele eigenschappen van stochastische spelen en hun toepassingsgebieden*

Projectleiders : prof.dr. S.H. Tijs, dr.ir. O.J. Vrieze  
 Medewerker : drs. F. Thuijsman  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1985

Gedurende 1986 was het onderzoek voornamelijk gericht op de existentie van  $\epsilon$ -evenwichtspunten in niet-nulsom stochastische spelen. Voor zover dit herhaalde spelen met absorberende toestanden betreft is via een constructief bewijs het bestaan van  $\epsilon$ -evenwichtspunten aangetoond, [1]. De daarin gebruikte methode kan toegepast worden voor een ruimere klasse van spelen, waarover een tweede paper in voorbereiding is.

Naast bovenstaand onderwerp is verder onderzoek gedaan naar het totale opbrengsten criterium, dat we in 1985 in [2] ingevoerd hebben. [2] heeft een revisie ondergaan en is inmiddels geaccepteerd door *OR-Spectrum*. In [3] vergelijken we het totale opbrengsten criterium met het  $\beta$ -verdisconteringscriterium en het gemiddelde opbrengsten criterium voor nul-som stochastische spelen, en we laten zien dat voor alle drie de klassen het bestaan van optimale stationaire strategieën equivalent is met het bestaan van een oplossing voor een stelsel lineaire vergelijkingen.

Tenslotte is met prof.dr. T.E.S. Raghavan onderzocht in hoeverre belastingopgaaf/belastingcontrole opgevat kan worden als een stochastisch spel met als spelers de belastingplichtigen enerzijds en het belastingkantoor anderzijds.

*Publikaties*

1. O.J. VRIEZE, F. THUIJSMAN (1986). *On Equilibria in Repeated Games with Absorbing States*, report 8654, Mathematisch Instituut, KU Nijmegen.
2. F. THUIJSMAN, O.J. VRIEZE (1985). *The Bad Match; A Total Reward Stochastic Game*, report 8530, Mathematisch Instituut, KU Nijmegen.
3. O.J. VRIEZE, F. THUIJSMAN (1986). *Stochastic Games and Optimal Stationary Strategies, A Survey*, report 8639, Mathematisch Instituut, KU Nijmegen.

*Deelname aan Conferenties*

*Eleventh Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 15-17 januari: S.H. Tijs, F. Thuijsman.

*Seminarium Dynamic Games and Economics*, Tilburg: F. Thuijsman.

*22ste Nederlands Mathematisch Congres*, Enschede, 1-2 april: F. Thuijsman.

*ECOZOEK-dag*, Tilburg, 15 mei: S.H. Tijs, F. Thuijsman.

*4th Game Theory Day*, Nijmegen, 10 juni: S.H. Tijs, O.J. Vrieze, F. Thuijsman.

*11th Symposium über Operations Research*, Darmstadt, 1-3 september: S.H. Tijs, O.J. Vrieze, F. Thuijsman.

*Seminarium Speltheorie*, Nijmegen: S.H. Tijs, O.J. Vrieze, F. Thuijsman.

*Seminarium Lineaire Complementariteitsproblemen*, Tilburg, 1 december: S.H. Tijs, F. Thuijsman.

*Voordrachten*

F. Thuijsman: Tweepersoons niet-nulsom stochastische spelen. *22ste Nederlands Mathematisch Congres*, Enschede, 1-2 april.

F. Thuijsman: Matrixspelen. *College Schoonwiskunde van hoger standpunt*, Nijmegen, 28 april, 21 mei.

F. Thuijsman: Herhaalde spelen met absorberende toestanden. *ECOZOEK-dag*, Tilburg, 15 mei.

F. Thuijsman: Repeated games with absorbing states. *4th Game Theory Day*, Nijmegen, 10 juni.

F. Thuijsman: Equilibria in stochastic games. *11th Symposium über Operations Research*, Darmstadt, 1-3 september.

O.J. Vrieze: Stochastic games and optimal stationary strategies, a survey. *11th Symposium über Operations Research*, Darmstadt, 1-3 september.

*Bezoekers*

Prof.dr. T.E.S. Raghavan (University of Chicago), 30 november-7 december, 3 december, Nijmegen: Scaling problems in multidimensional matrices.

*Methoden voor niet-lineaire, geheeltallige optimalisatie*

Projectleiders : dr. G. van der Hoek, prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan,  
dr.ir. A.W.J. Kolen

Medewerker : drs. O.E. Flippo

Aanvangsdatum : 16 december 1985

Dit eerste volle uitvoeringsjaar is door de onderzoeker gebruikt voor literatuurstudie en verdiepen van inzicht in o.a. dualiteit, Benders decompositie en Dantzig-Wolfe decompositie. De eerste verkregen onderzoeksresultaten, waarover een research report zal verschijnen in de eerste helft van 1987, betreffen de volgende punten:

(i) de algemene dualiteitstheorie van Tind en Wolsey kan volstaan met

beschouwen van separabele functies in het duale probleem

- (ii) een generalisatie van Benders decompositie is ontwikkeld waarbij vanuit het oorspronkelijke probleem het deelprobleem wordt verkregen door expliciet i.p.v. impliciet een aantal variabelen te fixeren. Deze generalisatie lost bestaande problemen op bij aanpakken volgens Geoffrion, Lanzimy, Burkard et. al.
- (iii) voor de meest algemene vorm van mathematische programmeringsvraagstukken werd afgeleid dat de gegeneraliseerde Benders decompositie en een gegeneraliseerde Dantzig-Wolfe decompositie duale methoden zijn.
- (iv) op analoge wijze is cross-decompositie gegeneraliseerd
- (v) een methode is afgeleid om een optimale duale oplossing van het oorspronkelijke probleem te construeren uit duale oplossingen van deelproblemen, indien de gevolgde methodiek ofwel cutting-plane, branch-and-bound dan wel de gegeneraliseerde Benders decompositie is.

#### *Voordrachten*

O.E. Flippo: Benders decompositie in convexe mixed-integer kwadratische programmeringsproblemen. *ECOZOEK DAG*, Tilburg, 15 mei.

#### *Markov-beslissingsprocessen*

Projectleider : prof.dr. A. Hordijk  
 Medewerker : drs. F.M. Spieksma  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

Het onderzoek naar de structuur van optimale strategieën voor beslissingsprocessen met extra bijvoorwaarden, heeft zich geconcentreerd op wachtrijmodellen. Het model met een stuurbaar Poisson aankomstenproces en een eindige capaciteit werd bestudeerd. Daarbij was het doel de gemiddelde opbrengsten te maximaliseren (bijvoorbeeld de verwachte doorzet) onder de voorwaarde dat de gemiddelde kosten (bijvoorbeeld de verwachte doorlooptijd) onder een vaste drempel blijven. Algemene stellingen zijn afgeleid die voor het bovenstaande specifieke model de existentie van monotone, semi-bangbang optimale strategieën aantoonst. Een publikatie hierover is in voorbereiding.

#### *Deelname aan congressen*

*Eleventh conference on the Mathematics of Operations Research and System Theory en 1986 Benelux Meeting on Systems and Control*, 15-17 januari: F.M. Spieksma.

# Verlag van de Werkgemeenschap

## Discrete Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Grenzen en constructies voor codes (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 bijvoorbeeld 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

##### *Grenzen en constructies voor codes*

Projectleider : prof.dr. J.H. van Lint  
 Medewerker : ir. H.J. Tiersma  
 Aanvangsdatum : 1 november 1983

##### *Kort verslag*

- Het onderzoek van codes die gemaakt kunnen worden met Hermite-krommen werd voortgezet. Op het gebied van decodering van dergelijke codes werden dit jaar kleine vorderingen gemaakt.
- Gekeken werd naar de nieuwe codes die door prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. gemaakt zijn met behulp van algebraïsche getallenlichamen. Gezocht werd naar expliciete voorbeelden van 'goede' codes die op deze manier gemaakt kunnen worden. Dit onderzoek heeft weinig opgeleverd.
- Gedurende een korte periode is gekeken naar grenzen en constructies voor radar arrays en die zijn ook gevonden.

##### *Deelname aan colloquia en conferenties*

- Vijfde Combinatorische dag, 29 augustus 1986 te Tilburg.
- AAECC-4 workshop in Karlsruhe gehouden van 22-28 september 1986.

##### *Voordrachten*

Datum: 29 augustus 1986  
 Plaats: Katholieke Universiteit Brabant  
 Titel: Radar Arrays

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN EN EXTERNE CONTACTEN

##### *Colloquia, cursussen, conferenties e.d.*

##### *Vierde Combinatorische Dag*

Sprekers : C. Hoede, R. Jeurissen, A.H.G. Rinnooy Kan, J.J. Seidel,  
 C. de Vroedt  
 Plaats : Universiteit Twente  
 Datum : 29 januari



*Vijfde Combinatorische Dag*

**Sprekers** : A.Blokhuis, H.J. Broersma, A. Schrijver, J.A. Thas,  
H.J. Tiersma, A.J. van Zanten  
**Plaats** : Katholieke Universiteit Brabant  
**Datum** : 29 augustus

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Analyse

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Spectraalanalyse van Wiener-Hopf-integraalvergelijkingen met operatorwaardige kernen en operator matrices in Toeplitz-vorm (prof.dr. M.A. Kaashoek, prof.dr. H. Bart en prof.dr. I. Gohberg, VU Amsterdam)
- Invariante tori in dynamische systemen (prof.dr. B.L.J. Braaksma, RU Groningen)
- Analytische functies van meer veranderlijken: toepassingen van methoden van functionaal-analyse en harmonische analyse (prof.dr. J. Korevaar, Universiteit van Amsterdam)
- Harmonische analyse op gegeneraliseerde Gelfand-paren (prof.dr. E.G.F. Thomas, RU Groningen)
- Asymptotische analyse van stromings-geïnduceerde trillingen (dr.ir. A.H.P. van der Burgh en prof.dr.ir. J.W. Reyn, TU Delft)
- Analyse op Lie-groepen (prof.dr. G. van Dijk en dr. T.H. Koornwinder, RU Leiden)
- Asymptotische methoden voor analyse van singuliere storingen: tijdsevolutie van vrije randen (prof.dr.ir. W. Eckhaus en dr. A. van Harten, RU Utrecht)
- Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen (dr. J.A. Sanders en dr. F. Verhulst, 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)

- Functionaalanalyse en optimaliseringsproblemen in de hydrodynamica van de voortstuwing (prof.dr. J.A. Sparenberg, RU Groningen)

#### 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

##### *Spectraalanalyse van Wiener-Hopf-integraalvergelijkingen met operatorwaardige kernen en operatormatrices in Toeplitz-vorm*

Projectleiders : prof.dr. M.A. Kaashoek, prof.dr. H. Bart en  
prof.dr. I. Gohberg  
Medewerker : drs. L. Roozmond  
Aanvangsdatum : 1 april 1982

Het oorspronkelijke onderzoeksvoorstel (d.d. 12 maart 1981) had tot doel het vinden van expliciete oplossingen van stelsels van Wiener-Hopf-integraalvergelijkingen en van analoge vergelijkingen door gebruik te maken van connecties tussen deze vergelijkingen en lineaire input/output systemen van niet-causaal type. Voorgesteld werd de analyse te beginnen met een speciale representatie van het symbool, namelijk in de vorm van een overdrachtsfunctie van een lineair systeem. D.w.z., het symbool  $W(\cdot)$  wordt geschreven als

$$W(\lambda) = D + C(\lambda - A)^{-1}B \quad (\lambda \in \mathbb{R}). \quad (*)$$

Hier zijn  $A$ ,  $B$ ,  $C$  en  $D$  lineaire operatoren. Het rechterlid van (\*) wordt ook wel een *realisatie* genoemd en het is toegestaan dat de toestandsruimte van de realisatie, dat is de ruimte waarop  $A$  werkt, oneindig dimensionaal is. Er werden drie richtingen van onderzoek onderscheiden, samenhangend met de volgende indeling van de vergelijkingen:

- (1) vergelijkingen waarvan het symbool regulier is, maar niet analytisch in het punt  $\infty$ ;
- (2) vergelijkingen waarvan het symbool rationaal is en een nulpunt heeft op de reële rechte of in het punt  $\infty$ ;
- (3) vergelijkingen waarvan het symbool een functie is in twee of meer variabelen.

Het onderzoeksplan was bedoeld voor twee promotiemedewerkers. Omdat slechts geld beschikbaar was voor één onderzoeker, hebben de indieners van het voorstel zelf dat deel van het programma uitgevoerd dat viel onder de eerste richting van onderzoek. De toestandsruimte van de realisatie (\*) is in dat geval oneindig-dimensionaal en de bijbehorende hoofdoperator  $A$  is onbegrensd. De gevonden resultaten zijn gepubliceerd ([1], [2] en [3]). Aan de derde richting van onderzoek is nog weinig aandacht besteed. De eerste resultaten werden onlangs verkregen in samenwerking met L. Lerer (Technion, Haifa); een publikatie hierover is in voorbereiding (zie [4]). Roozmond heeft zich vooral gericht op de problemen die rijzen bij de vergelijkingen genoemd onder (2).

Allereerst heeft Roozmond onderzoek verricht aan stelsels van Wiener-Hopf-integraalvergelijkingen met een rationaal symbool dat regulier is in punt  $\infty$ , maar niet op reële rechte. Het symbool  $W(\cdot)$  behorende bij een dergelijk stelsel heeft een realisatie (\*) met een eindig dimensionale toestandsruimte, maar nieuw is nu dat de geassocieerde operator  $A^x = A - BD^{-1}C$  behorende bij (\*) eigenwaarden heeft op de reële rechte. Om vergelijkingen van het genoemde type te behandelen heeft Roozmond de klassieke canonieke Wiener-Hopf-ontbinding van het symbool vervangen door een nieuwe ontbinding waarbij de singulariteiten op de reële rechte verdeeld worden over de beide factoren. Hij heeft aangetoond dat zo'n pseudo-canonieke ontbinding kan worden geconstrueerd als de eigenruimten behorende bij de reële eigenwaarden van de geassocieerde operator  $A^x$  op een speciale wijze gesplitst kunnen worden. Zijn onderzoek heeft geleid tot de constructie van resolvente kernen, die voldoen aan de resolvente vergelijkingen en waarmee functieruimten kunnen worden beschreven waartussen de oorspronkelijke vergelijkingen uniek oplosbaar zijn. Vergelijkingen van het hier beschouwde type werden eerder onderzocht door S. Prössdorf in zijn boek *Einige Klassen singularer Gleichungen*, Birkhäuser Verlag, 1974. De door Roozmond verkregen resultaten zijn meer gedetailleerd en hebben geleid tot expliciete formules in termen van de oorspronkelijke data. Dergelijke formules zijn nieuw. De resultaten van dit eerste deel van zijn onderzoek zijn neergelegd in een artikel ([5]) dat ook zal dienen als het eerste hoofdstuk van zijn dissertatie.

Het tweede deel van de onderzoeksactiviteiten van Roozmond betrof Wiener-Hopf-integraalvergelijkingen van de eerste soort met een rationaal matrixsymbool. In de representatie (\*) is nu  $D$  de nulmatrix en er is geen geassocieerde operator  $A^x$ . Zijn onderzoek aan deze vergelijkingen is ten dele ook verricht naar aanleiding van eerder werk van S. Breuer en E.T. Onat (On recoverable work in linear viscoelasticity, *J. Appl. Math. Phys.* 15 (1964), 12-21)

en D. Slepain (Solution of certain integral equations with difference kernels, *SIAM J. Numer. Anal.* 19 (1982), 614-622). Deze twee artikelen betreffen scalaire vergelijkingen met een rationaal symbool van een zeer speciaal positief definitief type. Net zo als in de klassieke theorie van Fredholm-integraalvergelijkingen is het nodig de vraag naar de oplosbaarheid van de Wiener-Hopf-vergelijkingen van de eerste soort te onderzoeken in het kader van bepaalde Sobolev-ruimten. Door weer gebruik te maken van pseudo-canonieke ontbindingen en door de vergelijkingen via differentiatie om te vormen tot vergelijkingen van de tweede soort, is Roozmond er in geslaagd nodige en voldoende voorwaarden voor de unieke oplosbaarheid te vinden. Ook heeft hij formules afgeleid voor de resolvente operator, de Fredholm-index en andere Fredholm-karakteristieken van de vergelijkingen. De uiteindelijke stellingen zijn geheel geformuleerd in termen van de matrices  $A, B$  en  $C$  die in de realisatie (\*) voorkomen en van enkele daarmee geconstrueerde andere matrices. Zij zijn o.a. het resultaat van veel en bekwaam uitgevoerd, technisch ingewikkeld rekenwerk. De resultaten van dit tweede deel van het onderzoek van Roozmond verschijnen in de hoofdstukken II en III van zijn dissertatie. Het rapport [6] bevat de specificatie van zijn resultaten voor de speciale klasse van scalaire vergelijkingen die werden beschouwd in de eerder genoemde artikelen van Breuer-Onat en Slepian en die nu worden opgelost voor willekeurige rechterleden in de Sobolev-ruimte  $H_1(0, \infty)$ .

Roozmond heeft ook het discrete analogon van zijn benadering van de Wiener-Hopf-vergelijkingen van de eerste soort ontwikkeld. Dit heeft geleid tot een nieuwe methode om Toeplitz-vergelijkingen met een rationaal matrixsymbool dat singulier is in  $\infty$  expliciet op te lossen. Het vierde hoofdstuk van zijn dissertatie is gewijd aan dit onderwerp.

#### Publikaties

1. H. BART, I. GOHBERG, M.A. KAASHOEK (1985). Fredholm theory of Wiener-Hopf equations in terms of realization of their symbols. *Integral Equations and Operator Theory* 8, 590-613.
2. H. BART, I. GOHBERG, M.A. KAASHOEK (1986). Wiener-Hopf factorization, inverse Fourier transforms and exponentially dichotomous operators. *J. Functional Analysis* 68, 1-42.
3. H. BART, I. GOHBERG, M.A. KAASHOEK (1986). Wiener-Hopf equations with symbols analytic in a strip. *Constructive Methods of Wiener-Hopf Factorization, OT 21*, Birkhäuser Verlag, 39-74.
4. I. GOHBERG, M.A. KAASHOEK, L. LERER. Minimality for realizations of rational matrix functions in several variables and linear systems, in preparation.
5. L. ROOZMOND (1986). Canonical pseudo-spectral factorization and Wiener-Hopf integral equations. *Constructive Methods of Wiener-Hopf Factorization, OT 21*, Birkhäuser Verlag, 127-156.
6. L. ROOZMOND (1986). *Resolvent Formula for certain Wiener-Hopf Integral Equations of the First Kind*, Rapport nr. 311, Subfaculteit Wetkunde en Informatica, Vrije Universiteit, Amsterdam.

*Invariante tori in dynamische systemen*

Projectleider : prof.dr. B.L.J. Braaksma  
 Medewerker : drs. G.B. Huitema  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1983

De in het vorige verslag vermelde theorie over structurele stabiliteit van geschikte 'integreerbare' families van systemen, beperkt tot Whitney-gladde bundels van niet-resonante of quasi-periodieke tori, is in dit verslagjaar afgerond. Deze theorie breidt een resultaat van de KAM-theorie, namelijk persistentie van een specifiek quasi-periodieke torus, uit naar persistentie van een bundel quasi-periodieke tori over een Cantor-verzameling. Hierbij is de Hamiltoniaanse context verruimd naar systemen met een gegeven structuur, zoals algemeen dissipatieve systemen of systemen die een gegeven volume-vorm bewaren. Vergelijk J. PÖSCHEL: Integrability of Hamiltonian systems on Cantor sets, *Comm. Pure Appl. Math.* 35 (1982).

Een proefschrift over de ontwikkelde theorie en de daaruit voortvloeiende resultaten zal in 1987 verschijnen.

*Analytische functies van meer veranderlijken: toepassingen van methoden van functionaal-analyse en harmonische analyse*

Projectleider : prof.dr. J. Korevaar  
 Medewerker : drs. R.G.M. Brummelhuis  
 Aanvangsdatum : 1 maart 1984

Het artikel 'An F. and M. Riesz theorem for bounded symmetric domains' [1] is geaccepteerd voor publikatie in de *Annals de l'Institut Fourier* en zal in de loop van 1987 verschijnen. Er is bewezen voor compacte groepen waarvan het centrum een cirkelgroep bevat, dat de vereniging van Riesz-verzamelingen als in [1] en bepaalde 'dunne' verzamelingen, de zgn.  $\Lambda$  (1)-verzamelingen, weer Riesz is. Dit generaliseert een resultaat van Rudin voor de cirkelgroep. Een rapport is in voorbereiding.

Enige vooruitgang is geboekt bij het onderzoek naar F. en M. Riesz-stellingen voor niet-compacte groepen. Er is een criterium gevonden voor absolute continuïteit m.b.t. de Haar-maat dat, net als in het compacte geval, gebruik maakt van  $L^p$  ruimten met  $p < 1$ . Hiermee kan een vrij algemene F. en M. Riesz-stelling voor  $\mathbb{R}^n$  bewezen worden. Het onderzoek concentreert zich nu op de Heisenberg-groep, die van speciale interesse in meer complexe veranderlijken is.

In samenwerking met dr. P. de Paepe is een begin gemaakt met een onderzoek naar de verzameling van representerende maten van de bal-algebra in  $\mathbb{C}^n$ . De resultaten tot nog toe bestaan voornamelijk uit tegenvoorbeelden tegen bepaalde natuurlijke vermoedens.

Naar aanleiding van een voordracht van W. Dahmen is in samenwerking

met prof.dr. J. Korevaar, begonnen met een onderzoek naar opspannende stelsels van de vorm  $\{F(\lambda x): \lambda \in \mathbb{R}\}$ . Eerder werk van Korevaar had duidelijk gemaakt dat Dahmens analyticiteits-voorwaarden niet noodzakelijk zijn en dat er voldoende voorwaarden van een geheel ander karakter bestaan. Er wordt nu gezocht naar (tamelijk) scherpe voorwaarden op  $f$ .

Tenslotte is er een Bochner-Matinelli-achtige integraalformule gevonden voor vectorvelden op  $\mathbb{R}^n$  die aan de gegeneraliseerde Cauchy-Riemann-vergelijkingen (van M. Riesz-Stein-Weiss) voldoen. Een rapport is in voorbereiding.

### Referentie

1. R.G.M. BRUMMELHUIS. An F. and M. Riesz theorem for bounded symmetric domains. *Annals de l'Institut Fourier* (to appear).

### Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.

*Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1-2 april: R.G.M. Brummelhuis (voordracht).

Werkbezoek aan *Universität Bern*, 21-25 april: R.G.M. Brummelhuis (voordracht).

*International Workshop Geometric and Quantitative Complex Analysis*, Wuppertal, 8-12 juni: R.G.M. Brummelhuis.

### Voordrachten door medewerkers

R.G.M. Brummelhuis: Randgedrag van  $H^p$ -functies op de eenheidsbal in  $\mathbb{C}^n$ , *Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente.

R.G.M. Brummelhuis: F. and M. Riesz theorems for a class of compact groups, Werkbezoek *Universität Bern*.

### Bezoekers

L. de Branges (Purdue Univ.), juni; voordracht over 'Bieberbach' (UvA) en het Riemann-vermoeden (CWI).

J. Wiegerinck (Princeton), juni; voordracht over convergentie van reeksen homogene polynomen in  $\mathbb{C}^n$ .

J. Siciak (Kraków), september; voordrachten over capaciteiten in  $\mathbb{C}^n$ .

H. Grauert (Göttingen), september; voordracht over meromorfe equivalentierelaties.

H.M. Reimann (Bern), oktober; twee voordrachten over quasi-conforme afbeeldingen op de Heisenberg-groep.

L. Sons (Northern Ill. Univ.), december; voordracht over Nevanlinna-theorie.

*Harmonische analyse op gegeneraliseerde Gelfand-paren*

Projectleider : prof.dr. E.G.F. Thomas  
 Medewerker : drs. D. van Rossum du Chattel  
 Aanvangsdatum : 1 januari 1984

Het grootste deel van de tijd is besteed aan het definitieve versie opschrijven van eerder behaalde resultaten. Dit behelst de volgende onderwerpen:

- Frobenius-reciprociteit
- regulariteit van de spectraaldecompositie van een differentiaaloperator met constante coëfficiënten
- minimaal bi-invariante Hilbert-deelruimtes van de ruimte van distributies op een semi-direct product
- de orde van een translatie-invariante Hilbert-deelruimte

Over de eerste twee onderwerpen zal een rapport verschijnen.

*Bezoekers*

Met steun van ZWO hebben we bezoek gehad van professor L. Corwin van de Rutgers Universiteit, USA, die een voordracht heeft gehouden in het *Landelijk Seminarium Lie-groepen* en die nuttige opmerkingen heeft gemaakt i.v.m. een deel van van Rossum's project.

*Asymptotische analyse van stromings-geïnduceerde trillingen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Reyn en dr.ir. A.H.P. van der Burgh  
 Mederwerker : drs. C.G.A. van der Beek  
 Aanvangsdatum : 1 september 1985

Na een eerste fase van literatuurstudie is aandacht geschonken aan niet-lineair gestoorde systemen van harmonische oscillatoren. Onderzocht zijn zowel de kwantitatieve (het berekenen van normaalvormen) als kwalitatieve aspecten (het ontstaan en bestaan van periodieke oplossingen). Hierbij bleek dat de bovengenoemde systemen via (autonome) analytische transformaties op een dusdanige normaalvorm gebracht kunnen worden, dat het genormaliseerde systeem invariant is onder de stroming van het gestoorde systeem. Hierdoor was het niet alleen mogelijk om, via de normaalvorm, nodige en voldoende voorwaarden aan te geven voor existentie van geïsoleerde periodieke oplossingen, maar konden ook algoritmen afgeleid worden voor de bepaling van normaalvormen en de bijbehorende transformaties. Verder zijn, met behulp van het formule-manipulatie programmapakket MACSYMA, deze normalisatie-algoritmen geïmplementeerd op een computer.

Tenslotte is een nieuw mathematisch model ontwikkeld voor een oscillator met twee vrijheidsgraden in een uniform windveld. Met behulp van bovengenoemde stelling, algoritme en het pakket MACSYMA zijn met succes



de eerste resultaten met betrekking tot het vóórkomen van periodieke oplossingen verkregen. De resultaten zullen in de loop van 1987 gepubliceerd worden in een rapport/artikel.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

*Colloquium Analyse van Mathematische Modellen*, TU Delft, 4 februari, 4 maart, 8 april, 6 mei, 3 juni, 7 oktober, 4 november, 2 december: G.C.A. van der Beek.

*Lezingencyclus prof. V. Starzkinsky (USSR)*, TU Delft, 29-30 januari, 3-7 februari: G.C.A. van der Beek.

*Bijeenkomst Onderzoeksgroep Dynamische Systemen*, 17 februari (RU Utrecht), 28 april (CWI): G.C.A. van der Beek.

*Speciale Dag over Vorticititeit*, CWI, 17 maart: G.C.A. van der Beek.

*Werkseminarium Toegepaste Analyse*, RU Utrecht, 20 maart, 1 mei: G.C.A. van der Beek.

*Tweëëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1 april: G.C.A. van der Beek.

*Symposium Mathematische Fysica*, Universiteit Twente, 24-25 april: G.C.A. van der Beek.

*Industrial Mathematics Day*, 9 juni (TU Delft), 6 november (KU Nijmegen): G.C.A. van der Beek (voordracht).

*Workshop Computational Aspects of Dynamical Systems*, Cornell University (USA), 8-10 september: G.C.A. van der Beek.

*Voordrachten*

G.C.A. van der Beek: Normal forms in the theory of nonlinear vibrations, *Industrial Mathematics Day*, TU Delft.

*Analyse op Lie-groepen*

Projectleiders : prof.dr. G. van Dijk en dr. T.H. Koornwinder  
 Medewerker : drs. M.F.E. de Jeu  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

Het onderzoek naar Plancherel-formule voor pseudo-Riemannse ruimten staat nog steeds in de kinderschoenen. Toch is de laatste jaren belangrijke vooruitgang geboekt: voor alle rang-1-ruimten is de Plancherel-formule bekend (Faraut, M.T. Kosters, W.A. Kosters, van Dijk, Poel). In dit project wordt de blik gericht op de complexe ruimten, met als eenvoudig voorbeeld  $SL(2, \mathbb{C}) / SO(2, \mathbb{C})$ . Het afgelopen jaar werd besteed aan literatuurstudie en voorbereidend werk. Dit mondde uit in een publikatie [1] die binnenkort in een tijdschrift zal verschijnen.

*Referentie*

1. M.F.E. DE JEU (1986). *Continuous Linear Functionals on Certain Function Spaces Satisfying a System of Two Singular Second Order Differential Equations*, Report nr. 26, RU Leiden.

*Deelname aan colloquia, werkgroepen e.d.*

*Werkgroep Analyse op Lie-groepen*, Leiden, februari, maart, oktober, november:  
M.F.E. de Jeu.

*Lie Group Seminar*, Amsterdam, april: M.F.E. de Jeu.

*Asymptotische methoden voor de analyse van singuliere storingen: tijdsevolutie van vrije randen*

Projectleiders : prof.dr.ir. W. Eckhaus en dr. A. van Harten  
Medewerker : drs. R.R. van Hassel  
Periode : 1 september 1982-31 augustus 1986

*Probleemstelling.* In dit project werd een studie gemaakt van het gedrag van de oplossing van singulier gestoorde, dynamische vrije randproblemen van het type

$$\begin{aligned} u &\leq 0 \text{ in } \Omega \times (0, \infty), \frac{\partial u}{\partial t} + L_\epsilon u - f = 0 \text{ als } u < 0 \\ u|_{\partial\Omega} &= 0 \\ u|_{t=0} &= u_0 \leq 0 \end{aligned} \quad (*)$$

Hierbij is  $\Omega$  een gebied in  $\mathbb{R}^n$  en  $L_\epsilon$  is een uniform elliptische, 2de-orde operator:

$$L_\epsilon = -\epsilon \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} a_{ij}(x) \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{i=1}^n a_1(x) \frac{\partial}{\partial x_i} + a_0(x)$$

met  $\epsilon > 0$  een kleine parameter.

De data  $f$  en  $u_0$  en de coëfficiënten van  $L_\epsilon$  veronderstellen we voldoende glad en aan  $u_0$  leggen we de comptabiliteitseis  $u_0|_{\partial\Omega} = 0$  op. Het kan nu worden aangetoond, dat het probleem (\*) een unieke oplossing heeft welke voor elke  $T > 0$  voldoet aan

$$u \in L^2((0, T) \rightarrow H^2(\Omega)) \text{ en } u \in H^1((0, T) \rightarrow L^2(\Omega)).$$

Deze oplossing kan tevens worden gekarakteriseerd m.b.v. variationele ongelijkheden, zie [1], [2].

Dit probleem beschrijft een prototype van een twee-fasen-systeem van het Stephan-type waarbij de fasen corresponderen met  $u \equiv 0$  en  $u < 0$  en de fase-overgang plaatsvindt op een onbekende vrije rand, nl. de rand van de negatieve drager van de oplossing  $u$ .

De doelstelling van het onderzoek is inzicht te krijgen in het gedrag in de tijd van de oplossing  $u$  voor  $\epsilon \downarrow 0$  en speciaal dan in het gedrag van de vrije rand. Het ging daarbij om het verkrijgen van uitbreidingen van werk in [3] (waar een analoog stationair probleem werd behandeld) en [4] (waar een convergentieresultaat voor  $\epsilon \downarrow 0$  in  $L_2$ -norm werd bewezen, hetgeen geen informatie inhoudt over de locatie van de vrije rand). Bij deze probleemstelling is onderscheid gemaakt tussen een viertal gevallen; te karakteriseren als  $(a_i, b_j)$  met  $i=1,2, j=1,2$  en:

$a_1$ : $n=1$ (één plaatsvariabele)	$a_2$ : $n>1$ (meerdere plaatsvariabelen)
$b_1$ : 0de-orde ontaarding van $L_\epsilon$ i.e. géén convectie	$b_2$ : 1ste-orde ontaarding van $L_\epsilon$ i.e. gevallen met convectie: onder te verdelen naar allerlei subgevallen voor structuur van de convectieve term.

Daarnaast zijn in elk van deze gevallen t.a.v. de probleemstelling de volgende aspecten te onderscheiden:

- (i) constructie van een benadering van de oplossing van 0de-orde ( $i0$ ) of van hogere orde ( $ih$ );
- (ii) bewijs van de correctheid van de geconstrueerde benadering en zo goed mogelijke foutschattingen speciaal voor de ligging van de vrije rand.

*Onderzoeksresultaten.* T.a.v. de geschetste gevallen en aspecten zijn resultaten geboekt als aan de data van het probleem  $f$  en  $u_0$  condities opgelegd die het volgende garanderen:

- (i) voldoende regulariteit (afhankelijk van de orde van de benadering);
- (ii) non-gedegeneerdheid met name van de nulpunten van  $f$ ;
- (iii) afwezigheid van interactie tussen de vrije rand en de vaste rand van het gebied  $\Omega$ .

Onder dergelijke voorwaarden is dan het volgende mogelijk:

- 1) Constructie van een expliciete 0de-orde benadering van de oplossing en van de bijbehorende vrije rand, ( $i0$ ) en het bewijs van de correctheid daarvan, (ii). Hierbij worden foutschattingen gevonden in de sup-norm voor de afwijking tussen de oplossing en de benadering en voor de locatie van de vrije rand van de  $O(\sqrt{\epsilon})$  en deze foutschatting is optimaal. Dit geldt voor de gevallen  $(a_1, b_1)$ ,  $(a_2, b_1)$  en een subklasse van  $(a_1, b_2)$ ,  $(a_2, b_2)$  gekenmerkt door het niet optreden van turning points.

In meerdere opzichten is er hier sprake van essentiële uitbreidingen van [4], nl. zowel wat betreft de benaderingsformule als wat betreft de foutschattingen en de bewijsmethode.

De expliciete benaderingsformule maakt allerlei interessante mathematische fenomenen in het gedrag van de oplossing met een duidelijke fysische interpretatie zichtbaar. De bewijsmethode berust op een constructie van

boven- en onderbarrières voor de oplossing. Deze barrières vindt men door gebruik te maken van de structuur van de operator die aan de data de benadering toevoegt.

Het principe van het bewijs is nieuw en leidt ook tot sterkere resultaten in stationaire gevallen beschreven in [3].

Over dit werk in het geval  $(a1, b1)$  zijn preprints verschenen [5], [6] en is een voordracht gegeven op een internationale conferentie over Applications of Multiple Scaling in Mechanics, Parijs, november 1986. Over andere gevallen zal nog nader worden gerapporteerd.

- 2) Constructie van hogere orde benaderingen, (ih) en bewijs van correctheid en concrete foutschattingen van  $O(\epsilon^p)$  met  $p > 0$  willekeurig (ii). Beperking tot een subklasse van gevallen waarin slechts grenslagen beheerst door gewone differentiaalvergelijkingen optreden is nu nodig. Er wordt gebruik gemaakt van een methode van matched asymptotic expansions om de benaderingen te construeren, waarbij grenslagen optreden langs de vrije rand.

Het bewijs van correctheid en het verkrijgen van foutschattingen berust op een analoog principe als te voren. De kracht van dit principe wordt nogmaals geïllustreerd omdat het voorheen (vgl. [3]) niet lukte om correctheidsbewijzen voor hogere orde benaderingen in vrije rand problemen te geven.

Bij het onderzoek werd ook een nieuw asymptotisch verschijnsel ontdekt: namelijk een grenslaagdiktevergroting van  $O(\epsilon)$  op  $O(1)$  tijdschalen voor  $O(\sqrt{\epsilon})$  voor  $t \rightarrow \infty$ . Om dit te behandelen was een generalisatie van de gebruikelijke asymptotische constructietechniek nodig. Over deze resultaten zal nog nader worden gerapporteerd.

#### Referenties

1. A. BENSOUSSAN, J.L. LIONS (1978). *Appl. des ineq. var. en controle stoch.*, Dunod, Parijs.
2. H. BRÉZIS (1972). Problèmes unilatéraux. *J. Math. Pures et Appl.* 51.
3. H. MOET (1985). *Asymptotic Methods for Singularly Perturbed Elliptic Variational Inequalities*, proefschrift, RU Utrecht.
4. J.L. LIONS (1973). *Perturbations singulières dans les problèmes aux limites et en controle optimale*, Springer.
5. A. VAN HARTEN, R.R. VAN HASSEL (1986). *On a Singularly Perturbed Time Dependent Free Boundary Problem*, preprint RU Utrecht, nr. 449, submitted to J.M.A.A.
6. A. VAN HARTEN (1986). Asymptotic analysis of the dynamic behaviour of a free boundary, preprint M.I., RU Utrecht, nr. 443, to appear in *Proceedings of the Conference on Applications of Multiple Scaling in Mechanics*, Masson, Parijs.

*Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen*

Projectleiders : dr. F. Verhulst en dr. J.A. Sanders  
 Medewerker : drs. M.A. Fekken  
 Aavangsdatum : 1 juli 1983

Begin 1986 hebben we een opmerkelijk resultaat verkregen, namelijk een algoritme om de algebraïsche structuur van de Birkhoff-normaalgedaante van Hamilton-systemen in volle resonantie te beschrijven (zie [1]). Dit algoritme is een uitbreiding naar willekeurig veel vrijheidsgraden van het algoritme dat we eind 1985 voor 3 vrijheidsgraden hadden gevonden. Het (uitgebreide) algoritme is omgezet in een computerprogramma (in PASCAL). Bovendien is er uitgebreide beschrijving van het algoritme verschenen in de vorm van een VU-preprint (nl. [1]). Pogingen om samen met dr. R. Cushman het algoritme te verscherpen, hebben (nog) niet tot het gewenste resultaat geleid.

Tijdens het draaien van testprogramma's bleek het nodig de in een eerder verslag genoemde formulemanipulator (FFM) uit te breiden met multiprecisie rekenroutines. Deze werden eerst los van FFM gemaakt en getest en later aan de formulemanipulator toegevoegd. Bovendien zijn er een aantal vereenvoudigde versies van het programma gemaakt, zodat er nu in totaal 4 versies zijn: alle combinaties mét en zónder normalisatieroutines en multiprecisie berekeningen. Tijdens een voordracht in Delft in het kader van het Colloquium 'Analyse van Mathematische Modellen' is er meer bekendheid aan het programma gegeven.

Een versie van het programma zonder multi-precisie routines is in het voorjaar van 1986 naar dr. R.R. Dasenbrock (de schepper van het programma dat de grondslag voor FFM was) in Washington gestuurd, in ruil voor een vernieuwde versie van Dasenbrock's programma.

FFM is getest aan de hand van in de literatuur aanwezige resultaten van de Birkhoff-normalisatie en door lange handberekeningen van collegae na te rekenen. FFM doorstond alle tests.

*Referentie*

1. *On the Normal Form of a Fully Resonant Hamiltonian Function*, VU-rapport nr. 317 (september 1986).

*Educatieve werkzaamheden en externe contacten*

- Uitwisseling van programmatuur met dr. R.R. Dasenbrock (NRL Washington)
- Bijwonen van de stafcolloquia en de landelijke seminaria toegepaste analyse van de RU Utrecht

### Voordrachten

- Voordracht op het *Colloquium Analyse van Mathematische Modellen* (9 september, Delft)

### Semi-lineaire elliptische eigenwaardeproblemen

Projectleider : prof.dr. Ph.P.J.E. Clément  
 Medewerker : drs. G. Sweers  
 Aanvangsdatum : 1 oktober 1984

Het onderwerp van studie is het probleem  $-\Delta u = \lambda f(u)$  met Dirichlet-randvoorwaarden. Speciaal wordt het geval beschouwd waarbij het rechterlid indefiniet is. De eerste resultaten hiervoor uit 1985, beschreven in [1], zijn het afgelopen jaar verbeterd en zijn uitgebracht als TU-rapport 86-51. Dit artikel is inmiddels ook voor publikatie geaccepteerd [2]. De resultaten beschrijven o.a. eenduidigheid van oplossingen binnen een order-interval in  $C(\bar{\Omega})$ . Prof. Dancer, [3], wierp de vraag op of er ook een unieke oplossing is met maximum dichtbij een nulpunt van  $f$ . Deze en verwante vragen konden beantwoord worden in [6]. Pogingen om resultaten te verkrijgen voor stelsels als in [4] hebben tot nu toe nog weinig vruchten afgeworpen.

In 1987 zal ook worden gekeken naar het probleem met niet-autonome  $f$  waarbij een geforceerde inwendige grenslaag optreedt. Existentie zoals in [5] lijkt ook met behulp van onder- en bovenoplossingen bewezen te kunnen worden. Misschien kan men met deze methoden ook een lokale eenduidigheid bewijzen.

### Referenties

1. PH. CLÉMENT, G. SWEERS (1986). Existence et multiplicité des solutions d'un problème aux valeurs propres elliptique semilineaire. *C.R.Acad.SC. Paris, serie I*, 19, 681-683.
2. PH. CLÉMENT, G. SWEERS. Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic eigenvalue problem, to appear in *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa*.
3. E.N. DANCER. Private communication.
4. D. DE FIGUEIREDO, E. MITIDIERI (1984). *A Maximum Principle for an Elliptic System and Applications to Semilinear Problems*, Report Univ. of Wisconsin Madison 2653.
5. P.C. FIFE, W.M. GREENLEE (1974). Interior transition layers for elliptic boundary value problems with a small parameter. *Uspekhi. Math. Surveys* 29:4, 103-131.
6. G. SWEERS. On the maximum of solutions for a semilinear problem, submitted.

Over de resultaten van het onderzoek zijn de volgende voordrachten gehouden in 1986:

Rond 28 januari heeft Ph.P.J.E. Clément in Pisa gesproken en op 21 januari heeft G. Sweers in Triest gesproken. Beide voordrachten hadden als titel 'Existence and multiplicity results for a nonlinear elliptic eigenvalue problem'. Van 13 tot en met 24 januari bracht G. Sweers een werkbezoek aan de Università degli Studi di Trieste. Hij bezocht verder van 25 augustus tot 6 september een Microprogram on Nonlinear Diffusion Equations and their Equilibrium States in Berkeley alsmede de Journées d'Analyse Nonlinéaire de Villeteuse bij Parijs van 15 tot 18 december.

### *Bezoekers*

In 1986 zijn de volgende gastsprekers voor het onderzoek van belang geweest:

prof.dr. C. Bandle (Basel): Asymptotic behaviour of the solutions of a degenerate parabolic problem, 20 maart.

prof.dr. M.S. Berger (Amherst): The nonlinear desingularization problem, 15 april.

E. Mitidieri (Triest): Existence and nonexistence of positive solutions for a class of coercive-anticoercive elliptic systems, 6 november.

prof.dr. B. Zwahlen (Lausanne): The critical value of a nonlinear boundary value problem and the symmetrization of the data, 12 december.

### *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 den Burgh  
 Medewerker : ir. W.T. van Horssen  
 Aanvangsdatum : 1 september 1984

De in 1985 verkregen resultaten, betrekking hebbend op de ontwikkeling van een asymptotische theorie voor gestoorde telegraafvergelijkingen, zijn in 1986 geordend. Een samenhangend deel uit deze ordening is verwerkt tot een rapport. Met succes is een soortgelijke asymptotische theorie ontwikkeld voor een klasse begin-randwaardeproblemen voor niet-lineair gestoorde golfvergelijkingen. Door uniforme begrensdheid van de kern in de equivalente integraalvergelijkingen is de afschattingstechniek eenvoudiger dan die bij de gestoorde telegraafvergelijkingen. Bovendien zijn de resultaten geldig op een langere d.w.z.  $O(\frac{1}{\epsilon})$  tijdschaal.

Bij de constructie van formele benaderingen met asymptotische methoden treedt een wezenlijke complicatie op, die de te behandelen probleem t.a.v. de klasse van beginwaarden aanzienlijk beperkt. Ruwweg kan men stellen dat er voor gestoorde golfvergelijkingen een sterkere interactie van modes plaatsvindt. Een constructieve methode, die niet berust op eigenfunctie-ontwikkelingen doch op integratie van vergelijkingen langs de karakteristieken blijkt met succes toegepast te kunnen worden indien de storingen alleen van de eerste afgeleiden van de onbekende functie afhangen en eenvoudige typen van

beginwaarden worden beschouwd. Bovengenoemde resultaten zijn verwerkt in een manuscript, dat in het voorjaar van 1987 als rapport zal verschijnen.

Tot slot is een aanvang gemaakt met de ontwikkeling van een asymptotische theorie voor stelsels gestoorde golfvergelijkingen waarbij t.a.v. de ontwikkeling gelet wordt op de toepassingsmogelijkheden voor een mathematisch model voor een trillende snaar in een stromend medium, dat eind 1986 beschikbaar is gekomen voor verdere analyse.

#### *Publikaties*

1. W.T. VAN HORSSSEN, A.H.P. VAN DER BURGH (1986). *On Initial-Boundary Value Problems for Weakly Semi-Linear Telegraph Equations. Asymptotic Theory and Application*, Rapport 86-42, TU Delft.

#### *Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

In het kader van het project werd deelgenomen aan:

*Colloquium Analyse van Mathematische Modellen* (TU Delft), data: 5 februari, 4 maart, 8 april, 6 mei, 3 juni, 7 oktober, 4 november en 2 december.

*Lezingencycles prof. V. Starzhinsky (USSR)* op TU Delft, data: 29 en 30 januari, 3 tot en met 7 februari.

*College* bijzonder onderwerpen: Deterministische chaos door prof.dr.ir. P.C.T. de Boer (Cornell University), periode februari-mei 1986 op TU Delft.

*Industrial Math. Days* TU Delft: Nonlinear vibrations op 3 juni.

*Tweeëntigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente op 1 en 2 april.

*Werkseminarium* Utrecht op 1 mei.

*Analyse Dag* TU Delft op 28 mei.

#### *Voordrachten*

T.W. van Horssen: Over de geldigheid van formele benaderingen voor een klasse van begin-randwaardeproblemen voor niet-lineair gestoorde Klein-Gordon-vergelijkingen, *Tweeëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Universiteit Twente, 1 april.



# Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband

## Algebra en Meetkunde

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Singulariteitentheorie (prof.dr. E.J.N. Looijenga (KU Nijmegen), prof.dr. D. Siersma (RU Utrecht) en prof.dr. J.H.M. Steenbrink (RU Leiden))
- Moduli (dr. G. van der Geer (Universiteit van Amsterdam), prof.dr. F. Oort (RU Utrecht) en dr. C.A.M. Peters (RU Leiden))
- Diophantische approximaties (prof.dr. R. Tijdeman en dr. F. Beukers, 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) en prof.dr. B. Ditters (VU Amsterdam))

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het werkterrein van het LSV Algebra en Meetkunde vertoonde geen grote verschuivingen in 1986. We recapituleren de omschrijving van dit werkterrein: algebra, de getaltheorie en de meetkunde inclusief topologie. (Math. 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. E.J.N. Looijenga, prof.dr. D. Siersma en  
 prof.dr. J.H.M. Steenbrink  
 Medewerkers : drs. D. van Straten en drs. Th. de Jong  
 Aanvangsdatum : 1 december 1980

Van Straten rondde zijn onderzoek naar verbeteringen van zwak-normale oppervlaksingulariteiten af met het schrijven van een dissertatie. Gedurende de maanden februari en maart 1986 verbleef hij als gast aan de universiteit van North Carolina te Chapel Hill, USA. Hij schreef een artikel over een algebraïsche beschrijving van de cohomologie van zekere hyperoppervlaksingulariteiten.

De Jong bewees het door hem opgestelde vermoeden over de Betti-getallen van de Milnor-vezel van lijnsingulariteiten met transversaal type  $A_2, A_3, D_4, E_6, E_7$  en  $E_8$ . Vanaf 1 juli 1986 tot 1 april 1987 verblijft hij aan de universiteit van Kaiserslautern (BRD). Daar werkt hij samen met Greuel en Schreyer aan de generalisatie van formules van Pellikaan en Siersma voor invarianten van hyperoppervlakken met 1-dimensionale singuliere locus.

*Educatieve werkzaamheden en externe contacten*

- Seminarium Singulariteiten KU Nijmegen* 7 februari, J. Stevens: Het  $\mu$ -constant stratum is niet glad (volgens Luengo); Th. de Jong: Intersectiehomologie (1).  
*Seminarium Singulariteiten RU Utrecht* 21 februari, J. Stevens: vervolg van voordracht op 7 februari; H. Sterk: Intersectiehomologie (2).  
*Seminarium Singulariteiten RU Leiden* 7 maart, L. van Gastel: Dualiteit en degeneratie; R. Sjamaar: Intersectiehomologie (3).  
*Seminarium Singulariteiten KU Nijmegen* 21 maart, L. van Gastel: vervolg van voordracht op 7 maart; J. Stevens: Intersectiehomologie (4).  
*Seminarium Singulariteiten RU Utrecht* 18 april, G. Pfister: Moduli of plane curve singularities; R. Sjamaar:  $L_2$ -cohomologie.  
*Seminarium Singulariteiten RU Leiden* 25 april, Th. de Jong: Singulariteiten met transversaal type A, D, E; T.A. Springer: Toepassingen van intersectiehomologie in de Lie-theorie.  
*Seminarium Singulariteiten KU Nijmegen* 16 mei, R. Hain: Polylogarithms; R. Pellikaan: Intersectiehomologie (5).  
*Seminarium Singulariteiten RU Utrecht* 23 mei, H. Sterk: Arithmetische compactificaties van moduliruimten van Enriques-oppervlakken; E.J.N. Looijenga: Intersectiehomologie (6).  
*Seminarium Singulariteiten RU Utrecht* 12 september, E.J.N. Looijenga:  $L_2$ -cohomologie van lokaal symmetrische ruimten (1); D. Mond: Geometry and classification of germs from  $\mathbb{C}^2$  into  $\mathbb{C}^3$ .  
*Seminarium Singulariteiten RU Utrecht* 26 september, E.J.N. Looijenga:  $L_2$ -

- cohomologie van lokaal symmetrische ruimten (2); B. Lichtin: An algebraic description of poles of generalized Dirichlet series.
- Seminarium Singulariteiten VU Amsterdam* 17 oktober, J. Bochnak: On complete intersections of real nonsingular curves and surfaces; T.A. Springer: Intersection homology of Schubert varieties.
- Seminarium Singulariteiten KU Nijmegen* 31 oktober, J. Bochnak: Classification of algebraic mappings; L. van Gastel: Het verband tussen de intersectietheorieën van Fulton en Vogel.
- Seminarium Singulariteiten RU Leiden* 14 november, J. Stevens: Verbeteringen van niet-geïsoleerde oppervlaksingulariteiten; C.A.M. Peters: Werk van Cattani, Kaplan en Schmid (1).
- Seminarium Singulariteiten RU Utrecht* 28 november, H. Finkelnberg: Kleine resoluties van de Segrekubiek; D. van Straten: Zwak normale resoluties.
- Seminarium Singulariteiten KU Nijmegen* 19 december, J.H.M. Steenbrink: Werk van Cattani, Kaplan en Schmid (2); E.J.N. Looijenga:  $L_2$ -cohomologie van lokaal symmetrische ruimten (3).

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

D. van Straten nam deel aan de activiteiten van het 'Special year on algebraic geometry and singularities' aan de universiteit van North Carolina te Chapel Hill, USA.

Th. de Jong bezocht het DMV-seminar te Marburg (BRD), september 1986.

*Bezoekers*

Prof. G. Pfister (Humboldt Universität Oost-Berlijn) bezocht Leiden van 14 april tot 10 mei.

Dr. R.M. Hain (University of Washington, Seattle) bezocht Leiden van 12 mei tot 18 mei.

Dr. D. Mond (University of Warwick) bezocht Leiden en Utrecht van 8-12 september.

Prof. B. Lichtin (University of Rochester) bezocht Leiden van 22-28 september.

*Voordrachten door medewerkers*

Th. de Jong: Projektivität glatter Flächen. *Oberseminar Kaiserslautern*, herfst 1986.

Th. de Jong: Line singularities with certain transversal types. *DMV Tagung Marburg (BRD)*, 14 september.

D. van Straten: The spectrum of a hypersurface singularity. Chapel Hill, 4 maart.

D. van Straten: Semicontinuity of the spectrum. Chapel Hill, 11 maart.

D. van Straten: Hochschild and cyclic homology for isolated hypersurface singularities. Chapel Hill, 19 maart.

D. van Straten: Singulariteiten en mystiek. Leiden, 4 december.

*Publikaties*

1. W. EBELING (1986). The Milnor lattices of the elliptic hypersurface singularities. *Proc. London Math. Soc.* (3). 53, 85-111.
2. E.J.N. LOOIJENGA (1986). Riemann-Roch and smoothings of singularities. *Topology* 25, 293-302.
3. E.J.N. LOOIJENGA, J. WAHL (1986). Quadratic functions and smoothings of singularities. *Topology* 25, 261-291.
4. P. LORIST (1986). The geometry of  $\beta_x$ . *Indag. Math.* 48(4), 423-442.
5. J. STEVENS (1986). Periodicity of branched cyclic covers of manifolds with open book decomposition. *Math. Ann.* 273, 227-239.
6. TH. DE JONG (1986). *Line Singularities with Transversal Type  $A_2, A_3, D_4$  or  $E_6$* , RUL report 5.
7. D. SIERSMA (1986). *Hypersurface with Singular Locus, a Plane Curve and Transversal type  $A_1$* , RUU preprint 406.
8. D. SIERSMA (1986). *Singularities with Critical Locus, a 1-dimensional Complete Intersection and Transversal type  $A_1$* , RUU preprint 407.
9. D. VAN STRATEN (1986). *On the Betti Numbers of the Milnor Fibre of a Certain Class of Hypersurface Singularities*, RUL report 17.
10. J.H.M. STEENBRINK (1986). *Some Remarks about the Hodge Conjecture*, RUL report 2.
11. J.H.M. STEENBRINK, S.M. ZUCKER (1986). *Polar Curves, Resolution of Plane Curve Singularities and Mixed Hodge Structure*, RUL report 18.

*Opmerking.* In het jaarverslag 1985 zijn ten onrechte niet vermeld de proefschriften van Stevens, Janssen, Lorist en Pellikaan.

J. Stevens. Kulikov singularities. A study of a class of a complex surface singularities with their hyperplane sections. Promotie RU Leiden 30-1-1985, promotor J.H.M. Steenbrink.

W.A.M. Janssen. Skew-symmetric vanishing lattices. Promotie KU Nijmegen 28-2-1985, promotor E.J.N. Looijenga.

P. Lorist. Borel subgroups containing a fixed 2-regular unipotent. Promotie RU Utrecht 15-5-1985, promotores D. Siersma en T.A. Springer.

G.R. Pellikaan. Hypersurface singularities and resolutions of Jacobi modules. Promotie RU Utrecht 2-12-1985, promotor D. Siersma.

*Moduli*

Projectleiders : prof.dr. F. Oort, dr. G. van der Geer en  
dr. C.A.M. Peters  
Medewerkers : drs. C. Faber en drs. J. Top  
Aanvangsdatum : 1 september 1981

Faber is gestart met het onderzoek aan de intersectietheorie van de moduli-ruimte van krommen. Gepoogd wordt o.a. delen van de Chow-ring van

$M_3$  te bepalen. Ook is naar analogie van de Harris-Mumford-compactificatie van het Hurwitz-schema een compactificatie geconstrueerd van zekere soortgelijke schema's.

J. Top heeft tijdens de eerste 4 maanden gewerkt aan een speciale klasse van elliptische krommen, de zgn. Setzer-krommen. Dit leidde tot een voorwaarde waaronder twists van deze krommen een niet-triviale Mordell-Weill-rang hebben. Daarnaast werd voor speciale getallen  $N$  m.b.v. een nieuwe methode van J.P. Serre bewezen dat alle elliptische krommen met conductor  $N$  zgn. Weil-krommen zijn.

De rest van het jaar werd besteed aan het uitbouwen van een methode van S. Bloch om in speciale gevallen te bewijzen dat bepaalde elementen in de zgn. Griffiths-groep niet torsie zijn. Dit laatste is nog niet afgerond. Verder werden methodes bestudeerd om waarden van  $L$ -functies te berekenen, die volgens bepaalde vermoedens met deze groep te maken hebben.

#### *Educatieve werkzaamheden en externe contacten*

*Seminarium Moduli Universiteit van Amsterdam* 31 januari, G. van der Geer: Inleiding op Faltings' theorie van de compactificaties van  $A_g$  over  $\mathbf{Z}$ ; M. van der Put:  $p$ -adische krommen.

*Seminarium Moduli RU Leiden* 14 februari, C. Peters: Toroïdale constructies; M. van der Put: Degeneraties van semi-abelse variëteiten.

*Seminarium Moduli RU Utrecht* 28 februari, M. van der Put; vervolg van voordracht op 14 februari; B. Edixhoven: §2 van Faltings' artikel.

*Seminarium Moduli Universiteit van Amsterdam* 14 maart, C. Faber: 3-Pryms; J. Top: Elliptische krommen over  $\mathbf{Q}$  van hoge rang.

*Seminarium Moduli Universiteit van Amsterdam* 5 mei, M. van der Put: § 3 van Faltings' artikel; B. Edixhoven: vervolg van de voordracht op 28 februari.

*Seminarium Moduli RU Utrecht* 30 mei, C. Peters: vervolg van de voordracht op 14 februari; B. van Geemen: Grande finale Faltings' compactificatie.

*Seminarium Moduli RU Leiden* 19 september, C. Faber en L. van Gastel: De Chow-ring van een modulieruimte; J. Top: Algebraïsche cyclen en  $L$ -functies.

*Seminarium Moduli RU Utrecht* 10 oktober, N. Nygaard: Moduli for  $K3$ -surfaces; C. Faber en L. van Gastel: vervolg van de voordracht op 19 september.

*Seminarium Moduli Universiteit van Amsterdam* 24 oktober, N. Nygaard: The period map for  $K3$ -surfaces is algebraic; B. Edixhoven: The geometric and analytic conductor of an elliptic curve.

*Seminarium Moduli RU Utrecht* 7 november, F. Beukers en J. Stienstra: Beilinson's vermoedens; J. Top: vervolg van de voordracht op 19 september.

*Getaltheorie Dag RU Leiden* 21 november, R. Tijdeman: Diophantine equations in  $S$ -units; H.W. Lenstra, Jr.: Primality tests using elliptic curves; J. Wolfart: Special values of hypergeometric functions; J. Shallit: Some curious infinite products.

*Seminarium Moduli RU Utrecht* 12 december. J. Stienstra en B. Edixhoven: vervolg van de voordracht op 7 november.

*Bezoekers*

N. Nygaard bezocht in oktober de RU Utrecht en de Universiteit van Amsterdam. In Utrecht hield hij drie voordrachten: Moduli for  $K3$ -surfaces;  $L$ -functions and 3-folds; Arithmetical algebraic geometry.

In Amsterdam hield hij één voordracht: The period map for  $K3$ -surfaces is algebraic.

*Publikaties*

1. C. FABER (1986). *Prym-varieties of Triple Cyclic Covers*, Universiteit van Amsterdam, report 86-01.
2. G. VAN DER GEER, B. VAN GEEMEN (1986). Kummer varieties and the moduli of abelian varieties. *Am. J. Math.*
3. G. VAN DER GEER (1986). Note on Abelian Schemes of Level Three, preprint.
4. G. VAN DER GEER (1986). Hilbert Modular Surfaces, verschijnt in de *Ergebnisse Serie* van Springer Verlag.
5. F. OORT (1986). *Lifting Algebraic Curves, Abelian Varieties and their Endomorphisms to Characteristic Zero*, RU Utrecht, preprint 414.
6. F. OORT (1986). *Endomorphism Algebras of Abelian Varieties*, RU Utrecht, preprint dec. 1986.
7. F. OORT, T. SEKIGUCHI (1986). The canonical lift of an ordinary Jacobian variety need not be a Jacobian. *J. Math. Soc. Japan* 38, 427-437.
8. F. OORT, T. SEKIGUCHI (1986). On the deformation of Wittgroups to tori. M. NAGATA ET AL. *Algebraic and Topological Theories to the Memory of Dr. Takkehiko Miyata*, Kinokuniya Comp. Tokyo, Japan, 283-298.
9. C. PETERS (1986). Monodromy and the Picard Fuchs equations for families of  $K3$ -surfaces and elliptic curves. *Ann. Sc. E.N.S.* 19, 583-607.
10. C. PETERS (1986). Some applications of the Lefschetz fixed point theorems in (complex) algebraic geometry. *Contemp. Math.* 58, I, 213-221.

*Diophantische approximaties*

Projectleiders : prof.dr. R. Tijdeman en dr. F. Beukers  
 Medewerkers : drs. B.M.M. de Weger  
 Aanvangsdatum : 1 maart 1983

In 1986 richtte het onderzoek naar het oplossen van diophantische problemen met behulp van een computer zich met name op toepassingen van het  $L^3$ -basis-reductie-algoritme, dat een zeer bruikbaar instrument blijkt te zijn bij het praktisch oplossen van meer-dimensionale approximatieproblemen, zowel in het reële als het  $p$ -adische geval. Het onderzoek naar exponentiële diophantische vergelijkingen dat in 1985 werd gestart, werd in 1986 afgerond met het verschijnen van rapport [5], dat voor publikatie is geaccepteerd door het *Journal of Number Theory*. Voorts werd gestart met onderzoek naar de vergelijking  $x + y = z^2$ , waarbij  $x$  en  $y$  slechts priemdelers 2, 3, 5, en 7 kunnen hebben. Met

een combinatie van reële en  $p$ -adische technieken kunnen alle oplossingen van deze vergelijkingen bepaald worden.

In samenwerking met dr. N. Tzanakis uit Kreta werd gestart met het oplossen van een vierdegraads Thue-vergelijking en een derdegraads Thue-Mahler-vergelijking. Bij de laatste speelt weer een combinatie van reële en  $p$ -adische technieken een rol.

In samenwerking met prof. L. Wang (Peking, tijdelijk Leiden) werd gewerkt aan een effectieve en gelocaliseerde versie van de stelling van Kronecker over multi-dimensionale inhomogene approximatie, die ook door het  $L^3$ -basis-reductie-algoritme wordt mogelijk gemaakt. Ook werd bestudeerd hoe inhomogene approximatie in concrete situaties werkt, daarbij een alternatief biedend voor het zgn. Lemma van Davenport. Een en ander zal in 1987 afgerond worden met rapporten en de promotie van De Weger.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

*Diophantische Approximationen*, Oberwolfach (BRD), 16-22 maart: R. Tijdeman, F. Beukers en B.M.M. de Weger (voordracht).

*Werkbezoek* (op uitnodiging) aan dr. N. Tzanakis (Heraklion, Kreta) 13 oktober- 8 november: B.M.M. de Weger (voordracht).

*Colloquium Getaltheorie*, (tweewekelijks), voorjaar 1986: B.M.M. de Weger (voordracht).

*Bezoekers*

A.J. van der Poorten (Macquarie),  $K$ -th roots of recurrence sequences, 6 maart.  
L. Wang (Peking), vanaf april.

W.M. Schmidt (Boulder), Thue's equation, 9 en 10 juni.

K.R. Yu (Peking, tijdelijk Bonn), Linear forms in logarithms in the  $p$ -adic case, 19 november.

*Voordrachten door medewerkers*

B.M.M. de Weger: Elementen van binaire recurrente rijen met vaste priemdelers en de gegeneraliseerde Ramanujan-Nagell-vergelijking. Leiden, 6 februari.

B.M.M. de Weger: Algorithms for solving exponential diophantine equations. Oberwolfach, 21 maart.

B.M.M. de Weger: The generalized Ramanujan-Nagell equation. Heraklion, 29 oktober.

B.M.M. de Weger: The lattice basis reduction method. Heraklion, 5 november.

*Publikaties*

1. R. TIJDEMAN (1986). Approximation of real matrices by integral matrices. *Journal of Number Theory* 24, 65-69.
2. B.M.M. DE WEGER (1986). Approximation lattices of  $p$ -adic numbers. *Journal of Number Theory* 24, 70-88.
3. A. PETHÖ, B.M.M. DE WEGER (1986). Products of prime powers in binary recurrence sequences Part I. *Mathematics of Computation* 47, 713-727.
4. B.M.M. DE WEGER (1986). Products of prime powers in binary recurrence sequences Part II. *Mathematics of Computation* 47, 729-739.
5. B.M.M. DE WEGER (1986). *Solving Exponential Diophantine Equations using Lattice Basis Reduction Algorithms*, Rapport nr. 13, Mathematisch Instituut RU Leiden.

*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

Het onderzoek in het kader van het primaliteitsproject concentreerde zich in de loop van 1986 op de zgn. Jacobi-som-test. Er werd gewerkt aan het verder ontwikkelen en uitwerken van ideeën geïnspireerd door de Galois-theorie voor ringen. De toepassing hiervan leidt tot aanzienlijk efficiëntere uitvoering van de berekeningen noodzakelijk voor de primaliteitsbewijzen met behulp van Jacobi-sommen. Uiteindelijk zal dit leiden tot een geheel nieuwe versie van de Adleman-Pomerance-Rumely-test.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

*Illinois Number Theory Conference*, Urbana Champaign, 4-5 april: W. Bosma, M.P.M. van der Hulst.

*Number Theory Day*, New York, 18 april: W. Bosma, M.P.M. van der Hulst.

*Jahrestagung DMV*, Marburg (BRD), 15-19 september: W. Bosma (voordracht).

*Voordrachten door medewerkers*

W. Bosma: Elliptic curves, CWI Amsterdam, 14 maart.

W. Bosma: Primality testing using elliptic curves, Chicago, 14 april.

W. Bosma: Factorization of multivariate polynomials, Chicago, 16 april.

W. Bosma: Primality testing using elliptic curves, Marburg, 17 september.

W. Bosma: Primality testing, factoring and elliptic curves, Marseille, 12 november.



*Differentiaalvergelijkingen en formele groepen*

Projectleiders : prof.dr. M. van der Put en prof.dr. B. Ditters  
Medewerker : drs. L. van der Marel  
Aanvangsdatum : 1 mei 1985

In B. Dwork's werk komt een 'Tate-constante' voor die refereert naar een ongepubliceerd resultaat van Tate en Lazard over elliptische krommen. L. van der Marel heeft een generalisatie hiervan bewezen die op het volgende neerkomt:

Voor een familie van abelse variëteiten levert het vergelijken van holomorfe differentiaal met de invariante differentiaal van de formele groep een matrix  $C$  op, die we Tate-matrix zullen noemen. Deze matrix  $C$  voldoet aan de Picard-Fuchs-differentiaalvergelijking en levert na specialisatie in een eindig lichaam de zeta-functie van de bijbehorende abelse variëteit.

Vervolgens is er werk verricht aan  $p$ -adische differentiaalvergelijkingen. Voor zo'n vergelijking met een Frobenius-structuur is er een fundamentealgroep en een monodromiegroep aangegeven, zodat de differentiaal-Galois-groep de Zariski-afsluiting is van de monodromiegroep. Uitwerking van de bewijzen en expliciete berekeningen van deze monodromie staan voor 1987 op het programma.

Verwant onderzoek wordt gedaan door J. Stienstra en F. Beukers; met dezen ontstond in 1986 nauwere samenwerking, naast de al bestaande samenwerking met S. Hovingh.

Tenslotte nog de vermelding dat L. van der Marel een voordracht 'On the Tate-matrix' gehouden heeft op de conferentie  $p$ -adic Analysis, november, Hengelhoef (België).

# Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband

## Logica en Grondslagen van de Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Intuïtionistische metamathematica en toepassingen (prof.dr. A.S. Troelstra (Universiteit van Amsterdam) en prof.dr. D. van Dalen (RU Utrecht))

### 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 (intuïtionistische) 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, Universiteit van Amsterdam en RU Utrecht, en dr. P. Rodenburg, Universiteit van Amsterdam)
- 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)

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

*Intuitionistische metamathematica en toepassingen*

Projectleiders : prof.dr. A.S. Troelstra en prof.dr. D. van Dalen  
 Medewerker : dr. I. Moerdijk  
 Periode : 1 september 1982- 1 september 1986

In het kader van het project Intuitionistische metamathematica en toepassingen voltooide J. Terlouw zijn dissertatie over de bewijstheorie van inductieve definities en recursieve functionalen (Proof-theoretical analysis of transfinite recursion and inductive definitions, RU Utrecht); voltooide M. Bezem zijn dissertatie over functionalen die in de bewijstheorie een rol spelen (Bar-recursion and functionals of finite type, RU Utrecht) en voltooide P. Rodenburg zijn dissertatie over semantiek van de intuitionistische logica (Intuitionistic Correspondence Theory, Universiteit van Amsterdam). F.J. de Vries bereidt een dissertatie voor over algebra in een topos-setting, hij heeft inmiddels voortgang geboekt.

Het onderzoek van I. Moerdijk beweegt zich verder in de richting van toepassingen van categorische logica op concrete wiskundige theorieën. Hij bereidt een boek over dit onderwerp voor in samenwerking met dr. M. Hyland (Cambridge). Het boek in samenwerking met prof. G. Reyes (Montréal) is in manuscript gereed. Een gezamenlijk boek van A.S. Troelstra en D. van Dalen is in voorbereiding; deel I is in manuscript gereed.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

In januari verzorgde I. Moerdijk te Sydney een cursus topostheorie bestaande uit totaal 10 voordrachten.

Tijdens een werkbezoek aan Milaan (april) hield hij 4 voordrachten (Synthetic Differential Geometry ( $2\times$ ), Localization of toposes en Descent theorem for toposes).

In mei bezocht hij Cambridge (UK) voor werkbesprekingen met dr. J.M.E. Hyland en in juni vonden werkbesprekingen plaats met prof. G.E. Reyes te Montréal (Canada).

In juli nam hij deel aan *The Cambridge Category Theory Meeting* en hield een voordracht getiteld Localic groupoids.

*Publikaties*

1. I. MOERDIJK, G.E. REYES (1986). Rings of smooth functions and their localizations I. *Journal of Algebra* 99, 324-336.
2. I. MOERDIJK (1986). Continuous fibrations and inverse limits of toposes. *Compositio Math.* 58, 45-72.
3. I. MOERDIJK, G. WRAIGHT (1986). Connected locally connected toposes are pathconnected. *Transactions of the AMS* 295, 849-859.
4. I. MOERDIJK (1986). Path lifting for Grothendieck toposes. To appear in *Proceedings AMS*.

5. I. MOERDIJK, G.E. REYES (1986). *Models for Smooth Infinitesimal Analysis*, forthcoming monograph, Springer-Verlag.
6. I. MOERDIJK (1986). *Local Maps of Grothendieck Toposes*, Amsterdam report 86-09.

*Educatieve werkzaamheden*

De LSV organiseerde het veertiendaagse *Logic Intercity Seminar*. De bijeenkomsten waren afwisselend in Amsterdam en Utrecht. Er traden drie buitenlandse gastsprekers op: Demuth (Praag), Smorynski (San Jose, Cal.), Pohlers (Münster).

Er wordt landelijk overleg gepleegd over de mogelijke oprichting van een onderzoeksinstituut.

# Verslag van het Samenwerkingsverband

## FOM/SMC Mathematische Fysica

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE 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)

### 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

In een stringtheorie, in tegenstelling tot een veldentheorie, wordt een één-dimensionaal object gezien als een fundamentele grootheid, van waaruit de bekende veldentheorieën die de experimenteel waargenomen interacties beschrijven, d.m.v. een limietprocedure verkregen kunnen worden. In het bijzonder zou een quantumformulering van een stringtheorie een eindige theorie van quantumgravitatie zijn.

Een quantumformulering van een stringtheorie gaat uit van een padintegraal, geschreven als een som over random wereldoppervlakken. Het is mogelijk om m.b.v. resultaten uit de algebraïsche meetkunde, een expliciete uitdrukking te vinden voor de maat in deze padintegraal. Dit resultaat kan worden verkregen door de som over random oppervlakken te schrijven als een quantum-Liouville-theorie, waarmee een verband met exact oplosbare modellen gelegd wordt. In deze context komen vertexoperatoren die interacties tussen strings beschrijven, als representaties van Kac-Moody-algebra's op natuurlijke wijze naar voren. Een mogelijk verband met exact oplosbare modellen kan verkregen worden door een stringtheorie te beschrijven als een tweedimensionaal niet-lineaire  $\sigma$ -model. Het is mogelijk d.m.v. Riemann-Hilbert-transformaties een expliciet verband te leggen tussen de Lagrange-structuur van een niet-lineair  $\sigma$ -model en een integreerbare hiërarchie van niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen in  $1+1$  dimensies.

Een consistente quantumtheorie voor de z.g. bosonische string is slechts mogelijk in 26 ruimte-tijd dimensies. Deze theorie is echter niet eindig. Een supersymmetrische generalisatie, de z.g. superstring, is waarschijnlijk wel eindig in 10 dimensies. Dit vormt een motivatie om mogelijke compactificaties van deze theorie naar een 4-dimensionale ruimte-tijd te onderzoeken. Verondersteld wordt dat de schaal waarop de compactificatie plaats vindt van de orde is waarop de limiet naar de veldentheorie, 10-dimensionale supergravitatie, plaats vindt. Uitgaande van de supersymmetrie transformatieregels voor de velden in deze theorie, kan een analyse gegeven worden van mogelijke compactificaties naar 4 dimensies, waarbij supersymmetrie niet gebroken wordt. Dit laatste kan vanuit fenomenologische standpunt van belang zijn.

### *Publikaties*

1. F.W. NIJHOFF, D.J. SMIT (1986). Hierarchies of integrable nonlinear evolutions and Weiss-Zumino terms. Submitted to *Lett. in Math. Phys.* (preprint RU Utrecht).

*Quantum-kanstheorie*

Projectleider : prof.dr. C.L. Scheffer  
 Medewerkers : dr. J. Maassen en ir. O. Abu-Zeid

Er wordt getracht resultaten en methoden uit de kanstheorie bruikbaar te maken voor en te generaliseren naar de quantummechanica, die als een niet-commutatieve kanstheorie kan worden beschouwd. Doel van het onderzoek is onder meer de uitwerking van een rekenwijze voor het oplossen van quantumstochastische differentiaalvergelijkingen en de toepassing daarvan op modellen ontleend aan de atoom- en molecuulfysica (bijvoorbeeld een  $n$ -niveau-atoom in een stralingsveld, een lasermodel, een Schrödinger-deeltje in een stralingsveld). Een fundamentele vraag is, bijvoorbeeld, welke soorten quantumruis er denkbaar zijn.

*Benaderingsmethoden voor het berekenen van fase diagrammen voor 'random'-roostersystemen*

Projectleider : prof.dr. M. Winnink  
 Medewerker : drs. A. Hof

De vraag luidt in hoeverre de benaderingsmethoden, welke voor klassieke roostersystemen in de praktijk gebruikt worden om thermodynamische fase diagrammen van legeringen te berekenen, overdraagbaar zijn op zogenaamde 'random'-roostersystemen, zoals spinglazen. In het bijzonder wordt nagegaan of eerder gevonden convergentie- en consistentiecriteria van de benaderingsmethoden voor klassieke 'nonrandom'-roostersystemen ook voor 'random'-roostersystemen geformuleerd kunnen worden.

## COLLOQUIA, CURSUSSEN, CONFERENTIES E.D.

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 één jaar oude seminarium wordt gehouden in het CWI te Amsterdam en heeft zich tot dusver beziggehouden met oplossingen van de Yang-Baxter-vergelijkingen en de klassieke en quantummechanische  $R$ -matrix-benadering van integreerbare systemen. Een CWI-syllabus hierover is in voorbereiding.

*Mark Kac-Seminarium voor Stochastiek en Fysica*

Sinds 1978 komt een groep kanstheoretici en statistisch fysici bijeen voor uitwisseling van ideeën over zaken van gemeenschappelijke interesse, zoals stochastische processen, renormalisatietransformaties op stochastische velden, percolatietheorie en kritische verschijnselen. Het afgelopen jaar heeft het gezelschap de naam 'Mark Kac-seminarium' aangenomen en tegelijk haar opzet enigszins gewijzigd: naast het '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 G. Grimmett uit Bristol gesproken over 'interacting-particle systems and random networks'. Een verslag van de voordrachten uit '85/'86 is beschikbaar.