

Cur 2291

BELEIDSBEGROTING 1985

MEERJARENRAMING 1985-1989

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

Indeling van de beleidsbegroting

Deze begroting van de Stichting Mathematisch Centrum is qua vorm en inhoud wezenlijk afwijkend van begrotingen in voorgaande jaren. Met name ontbreekt dit jaar de ondersteuning van de begroting door het Wetenschappelijk Programma/Meerjarenraming en door de Onderzoeksprojecten binnen de Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden. De noodzakelijke inhoudelijke ondersteuning van de cijfermatige begrotingen is dit jaar beperkt tot beleidsplannen en -overwegingen tezamen met een overzicht van organisatie en taken van de Algemene Dienst. Deze wijzigingen zijn het noodzakelijk gevolg van wijzigingen in de begrotingsprocedures bij ZWO en wensen die ZWO heeft geformuleerd ten aanzien van de vorm en het tijdstip van indienen van de subsidie-aanvragen door de stichtingen. Het Wetenschappelijk Programma/Meerjarenplan en de beschrijvingen van de voor subsidiëring voorgedragen projecten zal onderdeel vormen van de bestedingsbegroting van de Stichting die later dit jaar zal worden opgesteld en aan ZWO voorgelegd.

Deze begroting bestaat uit de volgende delen.

- I. DE BELEIDSBEGROTING VOOR HET CENTRUM VOOR WISKUNDE EN INFORMATICA (CWI)
 1. Het onderzoek binnen het CWI.
 2. Tabellarische overzichten
 BIJLAGEN
 1. Beleidsplan afdeling Zuivere Wiskunde
 2. Beleidsplan afdeling Toegepaste Wiskunde
 3. Beleidsplan afdeling Mathematische Statistiek
 4. Beleidsplan afdeling Mathematisch Besliskunde en Systeemtheorie
 5. Beleidsplan afdeling Numerieke Wiskunde
 6. Beleidsplan afdeling Informatica.
 7. De Algemene Dienst van het Centrum voor Wiskunde en Informatica.
- II. DE BELEIDSBEGROTING VOOR DE LANDELIJKE PROJECTEN (LP)
 1. Het onderzoek binnen de Landelijke Projecten
 2. Tabellarische overzichten.
 BIJLAGEN
 1. Beleidsplan Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde
 2. Beleidsplan Werkgemeenschap Stochastiek
 3. Beleidsplan Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie
 4. Beleidsplan Werkgemeenschap Discrete Wiskunde
 5. Beleidsplan Werkgemeenschap Analyse

6. Beleidsplan Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde
7. Beleidsplan Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde
8. Beleidsplan Landelijk Samenwerkingsverband i.o. Theoretische Fysica en Wiskunde.

I. DE BELEIDSBEGROTING VOOR HET CENTRUM VOOR
WISKUNDE EN INFORMATICA

1. Het onderzoek binnen het CWI.

Binnen het CWI zal het onderzoekbeleid, uiteengezet in achtereenvolgende meerjarenplannen, in groten dele worden gecontinueerd. Deze beleidsbegroting wordt niet meer ondersteund, zoals in voorgaande jaren, door een uitvoerige beschrijving van de lopende en de nieuwe geprojecteerde onderzoekprojecten. Teneinde toch enig concreet inzicht te verschaffen in het voorgenomen onderzoek, zijn als bijlagen toegevoegd de door de zes wetenschappelijke afdelingen opgestelde beleidsplannen. Dit onderzoek wordt essentieel ondersteund vanuit de algemene dienst, waarbij in het bijzonder gewezen dient te worden op het belang van de "Bibliotheek" waar de voor het onderzoek zo uiterst belangrijke vakliteratuur wordt verzameld en ontsloten, en de dienst "Opdrachten en Ondersteuning", die niet alleen technische en programmeringsondersteuning biedt aan de wetenschappelijke afdelingen, zowel bij het fundamentele onderzoek als bij de dienstverlening en consultatie, maar die daarnaast zelfstandig bezig is met ontwikkeling en toepassing van onderzoek. Een overzicht van de organisatie en taken van de Algemene Dienst is eveneens, als bijlage 7, toegevoegd aan dit hoofdstuk.

Zoals reeds opgemerkt, vertoont het voorgenomen onderzoek van het CWI in het algemeen geen opvallende discontinuïteiten ten opzichte van eerdere meerjarenplannen, i.h.b. ten opzichte van het Wetenschappelijk Programma 1984/Meerjarenplan 1985-1989. Zoals uit de beleidsplannen van de afdelingen blijkt zijn wel enige onderzoekprojecten bijgestuurd of gehergroepeerd (met name bij de afdeling Zuivere Wiskunde), terwijl ook enkele nieuwe projecten of deelprojecten worden voorgesteld, zoals bijvoorbeeld het project TW4: "Deterministische Aspecten van Dynamische Systemen" binnen de afdeling Toegepaste Wiskunde.

Voor één van de wetenschappelijke afdelingen echter is het onderzoekbeleid duidelijk heroverwogen, te weten voor de Afdeling Informatica. Op 17 januari 1984 boden de bewindslieden van Onderwijs en Wetenschappen, van Economische Zaken en van Landbouw en Visserij aan de voorzitter van de Tweede Kamer de ontwerpnota "Informatica-Stimuleringsplan" (ISP) aan. Eén van de beleidsvoornemens uit deze nota luidt: "Aan het Centrum voor Wiskunde en Informatica zal de gelegenheid worden geboden uit te groeien tot een toonaangevend centrum voor fundamenteel en toepassingsgericht informatica-onderzoek. Aan de beherende Stichting Mathematisch Centrum zal worden gevraagd aan Onderwijs en Wetenschappen en Economische Zaken een ontwikkelingsplan voor te leggen, waarin wordt aangegeven op welke wijze deze doelstelling zal worden gerealiseerd binnen het budget van de beschikbaar te stellen middelen en welke de positie van het onderzoek bij het CWI is t.o.v. aanverwant onderzoek in Nederland. In het bedoelde plan dient tevens te worden ingegaan op de inrichting en exploitatie in samenwerking met o.m. het ENR van test- en evaluatie-faciliteiten voor nieuwe soft- en hardware systemen."

Vooruitlopend op dit beleidsvoornemen (dat niet als een totale verrassing kwam) had de Vaste Overlegcommissie SMC-SION zich in 1983 reeds diepgaand bezig gehouden met het te voeren beleid voor informatica-onderzoek en -ontwikkeling op het CWI; een Interim Beleidsnota hieromtrent werd op 1 oktober 1983 gepubliceerd. In het bijliggende beleidsplan van de Afdeling Informatica is rekening gehouden met de beleidsuitgangspunten van de Interim Beleidsnota SMC-SION. Ook buiten de Afdeling Informatica vindt onderzoek plaats dat tot de informatica behoort of daarmee nauw samenhangt. In de bijliggende beleidsplannen van de wetenschappelijke afdelingen is dit onderzoek aangegeven (met iets meer nadruk dan in het verleden gebruikelijk was), terwijl ook enkele nieuwe onderzoekvoorstellen zijn opgenomen. Het is de bedoeling dat in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan ook aan (een deel van) het informatica gelieërd onderzoek buiten de Afdeling Informatica extra ondersteuning zal worden gegeven. Een ontwikkelingsplan voor het totale informatica onderzoek op het CWI, zoals gevraagd in het ISP, is in voorbereiding.

Een laatste opmerking betreft het groeiend aantal medewerkers die bekostigd worden via externe financiering. Inmiddels zijn door de Stichting Technische Wetenschappen zeven projecten gehonoreerd die door het CWI (mede) waren aangeboden. Ook de toenemende betrokkenheid van het CWI bij het ESPRIT-programma maakte aanstelling van personeel speciaal voor ESPRIT-werkzaamheden noodzakelijk. Voor de ontwikkeling van richtlijnen voor numerieke programmatuur in ADA is financiële ondersteuning van de Europese Commissie ontvangen, en verwacht wordt dat deze steun zal worden voortgezet, ditmaal voor het ontwerpen van numerieke programmatuur in deze taal. Externe ondersteuning wordt ook verwacht voor een nieuw opgevoerd project "Vectorprogrammeren". Dit laatste project, gericht op de ontwikkeling van programmatuur voor een meer doelmatig gebruik van de bij SARA geïnstalleerde Cyber 205 supercomputer, is vooral bedoeld als ondersteuning van en dienstverlening voor de toekomstige gebruikers van de Cyber 205 (uit universiteiten en ZWO); met deze gebruikers zal over de verdere invulling worden overlegd.

2. TABELLARISCHE OVERZICHTEN BETREFFENDE HET CENTRUM VOOR WISKUNDE EN INFORMATICA

Dit deel bestaat uit:

- Instituutsbegroting gewone dienst 1985
- Personeelsspecificatie gewone dienst 1985
- Toelichting instituutsbegroting gewone dienst 1985
- Meerjarenraming 1986- 1989 van het CWI gewone dienst
- Uitgangspunten en veronderstellingen bij de Meerjarenraming 1986 - 1989 gewone dienst van het CWI

met daarbij:

tabel 1. Salariskosten, onderverdeeld naar continueringen en nieuwe aanvragen, sociale lasten en overige personele lasten

tabel 2. De personeelsbezetting per 31 december in aantallen personen en full-time equivalenten (fte), gesplitst in continueringen, nieuwe aanvragen en door derden gefinancierd onderzoek

Stichting
MATHEMATISCH CENTRUM

mei 1984

Instituutsubgrotung gewone dienst 1985

	<u>Resultaten 1983</u>	<u>Herziene begrotung 1983</u> januari 1983	<u>Herziene begrotung 1984</u> januari 1984	<u>Begrotung 1985</u> mei 1984
<u>I. Subsidies en andere bijdragen</u>				
ZWO verstrekt c.q. gevraagd bedrag	10.920.000	11.250.000	11.000.000	13.275.000
Bijdrage landelijke bureautaken SMC	126.000	100.000	200.000	200.000
Gemeente Amsterdam	21.000	21.000	20.000	19.000
w.v. rente en aflossing RPS	21.000	21.000	20.000	19.000
Totaal Gemeente Amsterdam	-	-	-	-
Vrije Universiteit	100.000	75.000	75.000	75.000
Comm. Europese Gemeenschappen (ESPRIT)	184.000	-	510.000	-
Enkele maatschappijen en instellingen	-	2.000	-	-
Totaal subsidies	11.330.000	11.427.000	11.785.000	13.550.000
II. Opdrachten en machine-uren- vergoeding (incl. bedrijfs- cursussen)	1.443.000	1.750.000	1.650.000	1.600.000
III. Cursussen (algemeen)	63.000	-	-	-
IV. Verkoop Publikaties	159.000	175.000	165.000	170.000
V. Overige inkomsten	165.000	78.000	325.000	155.000
Nadelig saldo 1983	147.000	-	-	-
	13.307.000	13.430.000	13.925.000	15.475.000

Personeelsbezetting per 1 januari 1984 Begrotingstechnische resp. na te streven personeels-
bezetting per 31 december 1984 #) resp. 31 december 1985

<u>Directie</u>			
Directeuren	2.0	2.0	2.0
Adj. directeur	1.0	1.0	1.0
Beleidsadviseur	0.1	0.1	0.1
Bureaupersoneel (incl. secretariaat)	8.4	9.8	11.2
	-----	-----	-----
	11.5	12.9	14.3
<u>Wetenschappelijke afdelingen</u>			
Chefs	4.8	4.8	4.8
Souschefs	5.0	5.0	5.0
Medewerkers	50.1	43.5	61.2
Assistenten	4.0	4.5	2.5
Programmeurs	8.9	8.0	10.0
	-----	-----	-----
	72.8	65.8	83.5
<u>Algemene dienst</u>			
<u>-Directe ondersteuning wetenschappelijke afdelingen en dienstverlening aan derden</u>			
Dienst Opdrachten en Ondersteuning	22.5	22.5	22.5
Publikatiedienst	10.5	11.5	12.5
Bibliotheek	8.8	9.8	9.8
	-----	-----	-----
	41.8	43.8	44.8
<u>-Overige diensten</u>			
Financiële Dienst	4.0	4.0	4.0
Personeelsdienst	2.0	2.0	2.0
Huishoudelijke Dienst/Receptie	2.0	2.0	2.0
	-----	-----	-----
	8.0	8.0	8.0
<u>-Verzorging infrastructuur t.b.v. door derden gefinancierd onderzoek</u>			
	-	-	4.0
	134.1	130.5	154.6
<u>Gemeenschappelijke voorzieningen WCW te leveren bijdrage in de personeelsformatie</u>			
	3.0	2.7	2.7
	137.1	133.2	157.3
af: geleverde bijdrage door personeel uit de Algemene Dienst	1.5	1.0	1.0
	-----	-----	-----
	135.6	132.2	156.3
<u>Landelijke taken SMC</u>			
af: geleverde bijdrage door bureaupersoneel	1.1	1.1	2.2
	-----	-----	-----
	134.5	131.1	154.1

#) volgens herziene begroting 1984 (januari 1984)

Toelichting instuutsubsgroting gewone dienst 1985

mei 1984

1. INKOMSTEN

- Subsidies en andere bijdragen:

De omvang van de dienstverlening ten behoeve van de Vrije Universiteit is moeilijk te voorspellen. Als subsidie voor 1985 is hetzelfde bedrag aangehouden als begroot voor 1984. De belangrijkste industriële subsidiegever heeft met ingang van 1983 de jaarlijkse subsidieverstreking beëindigd. De bijdrage landelijke bureautaken SMC komt gedeeltelijk ten laste van de Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen en gedeeltelijk voor rekening van de Stichting Informatica Onderzoek in Nederland (SION). Er zijn geen bijdragen van de Commissie Europese Gemeenschappen opgevoerd wegens de onzekerheid die bestaat omtrent de honorering van in het kader van ESPRIT ingediende aanvragen.

- Opdrachten en machine-urenvergoeding:

Ruim 70% van deze post is afkomstig van instellingen en organisaties, die direct of indirect door de overheid worden gefinancierd. Verwacht wordt, dat als gevolg van de door de overheid gevoerde bezuinigingsmaatregelen deze inkomsten voorlopig een dalende tendens zullen blijven vertonen.

De inkomsten als bedoeld in art. 9 lid 6 van de SARA-samenwerkingsovereenkomst zijn als eigen inkomsten beschouwd.

- Overige inkomsten:

Hieronder vallen onder meer opbrengsten uit: de verkoop/verhuur van computerapparatuur en programmatuur, het verrichten van reproductiewerkzaamheden, netwerkabonnementen, fototypezet dienstverlening.

2. UITGAVEN

- Personele kosten:

Bij het begroten van de salarispost is uitgegaan van een gemiddelde bezetting in 1985 van afgerond 148 full-time eenheden (fte). Als peildatum voor de berekening van de personele kosten is aangehouden 1 januari 1984. In afwijking van de tot nu toe gevolgde berekeningswijze is de vakantietoelage niet meer opgenomen in de begrotingspost Salarissen maar in de post Sociale lasten. De sociale lasten zijn ingevolge aanwijzingen van ZWO begroot op 44% van de post Salarissen en omvatten de volgende salarieringscomponenten: vakantietoelage, interimuitkering ziektekosten of werkgeversaandeel in de ziekenfondsverzekering, de AOW/AWW-premie, de pensioenpremie en overige wettelijke sociale lasten, wervingskosten, reiskosten woon-werkverkeer, studiekosten en de door de overheid opgelegde salariskortingen. Bij het begroten van de premie pensioenverzekering is geen rekening gehouden met de back-service verschuldigd aan Centraal Beheer voor het zeker stellen van de verworven pensioenrechten, daar het door ZWO in 1979 voor dit doel toegekend subsidie ten bedrage van fl 1.000.000,== vooralsnog toereikend zal zijn. De geplande bezetting van de wetenschappelijke afdelingen is afgestemd op het wetenschappelijk deel van de Beleidsbegroting 1985. Bij het begroten van de post Salarissen is rekening gehouden met de aanstelling van gepromoveerden en wel in een verhouding van 1 gepromoveerde op 5 in het kader van nieuwe aanvragen aan te stellen pas afgestudeerde wetenschappelijk medewerkers. De salariskosten van in 1985 nieuw aan te stellen personeel zijn begroot op 8/12e deel van het jaarsalaris exclusief vakantietoelage. In de bezetting en de begrote salariskosten van de Algemene Dienst zijn 4 extra fte begrepen in verband met het feit dat het CWI de infrastructuur verzorgt voor het ten laste van derden gefinancierd onderzoek, voor 1985 geraamd op 31 fte.

- Materiele kosten:

Bij het begroten van de hieronder vallende posten is o.m. rekening gehouden met:

- verwachte prijsstijgingen t.o.v. 1984
- stijging van onderhoudskosten wegens uitbreiding van rekenapparatuur en accessoires
- verwacht onderhoud gebouw
- voortzetting stijging telefoonkosten van het operationele computernetwerk.

- Bijdrage in gemeenschappelijke voorzieningen WCW:

Ten behoeve van de in het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW) gehuisveste instellingen is een aantal voorzieningen getroffen die ten dienste staan van deze instellingen. Het betreft hier o.a. terreinbewaking, onderhoud gebouwen en terreinen, kantine, colloquiumzalen, ketelhuis met werktuigkundige en warmtetechnische installaties, verzorging drukwerk, bodediensten, afvoer huisvuil en de financiële administratie van deze voorzieningen. In afwachting van een definitieve regeling voor het beheer van de gemeenschappelijke voorzieningen, zijn voor 1985 nog aangehouden het in 1983 gewijzigde concept voorstel voor verdeling van kosten in 1980 (ZWOCOCO-29) en de interimregeling voor WCW-beheerzaken 1980 (ZWOCOCO-30).

Wegens het nog niet beschikbaar zijn van een begroting 1985 Gemeenschappelijke Voorzieningen WCW is de door het MC te betalen bijdrage voor 1985 geschat op fl. 300.000,---. Hiervan wordt fl. 50.000,-- verrekend via de post Personele kosten door middel van het beschikbaar stellen van personeel uit de Algemene Dienst ter grootte van 1.0 fte (zie personeelsspecificatie).

- Bijdrage in exploitatie SARA:

Over de grootte van de te vragen bijdrage bestaat geen zekerheid, omdat de SARA-begroting 1985 nog niet in het bestuur van SARA is behandeld. Het opgenomen bedrag is gebaseerd op een voorlopige raming van SARA en MC. Geen rekening is gehouden met het gebruik van het Financiële Administratie Systeem (FAS) op de IBM-configuratie van SARA en het gebruik van de CYBER 205/825 supercomputer door CWI, ZWO en FOM. Hiervoor zullen aparte aanvragen worden ingediend bij ZWO.

Meerjarenraming 1986-1989 van het Centrum voor Wiskunde en Informatica gewone dienst

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
	(bedragen in f 1.000,--)				
Personele kosten	11.225	12.300	13.150	13.850	14.325
Overige exploitatiekosten	2.230	2.400	2.500	2.700	2.850
Bijdrage in exploitatie SARA	2.020	2.100	2.150	2.200	2.200
Totale lasten	15.475	16.800	17.850	18.750	19.375
af: exploitatiebaten *)	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Benodigd ZWO-subsidie	13.275	14.600	15.650	16.550	17.175

Personeelsbezetting ultimo december

Volle plaatsen (fte)	155	173	182	193	195
Aantallen personen	171	190	199	210	212

Salarispeil 1 januari 1984

Voor de gehanteerde uitgangspunten, zie bijlage.

*) Incl. bijdrage voor bureautaken SMC t.b.v. WGM/LSV en SION.

Uitgangspunten en veronderstellingen bij de Meerjarenraming 1986 - 1989
gewone dienst van het Centrum voor Wiskunde en Informatica

- salarisspeil 1 januari 1984; gecorrigeerd prijspeil 1984 voor de materiële kosten.
- in afwijking van de tot nu toe gevolgde berekeningswijze is de vakantietoelage niet meer opgenomen in de begrotingspost Salarissen maar in de post Sociale lasten.
- de sociale lasten zijn over de gehele ramingsperiode begroot op 44% van de post Salarissen. De hieronder vallende salariëringscomponenten zijn: vakantietoelage, interimuitkering ziektekosten of het werkgeversaandeel in de ziekenfondspremie, de AOW/AWW-premie, de pensioenpremie en de overige wettelijke sociale lasten, wervingskosten, reiskosten woonwerkverkeer, studiekosten alsmede de opgelegde salariskortingen.
- bij de meerjarenraming van de sociale lasten is geen rekening gehouden met een eventueel in de loop van de jaren benodigde suppletie van de aan Centraal Beheer verschuldigde backservice wegens verworven pensioenrechten.
- de berekening van de salarispost, incl. sociale lasten, is gebaseerd op de gemiddelde geplande bezetting per begrotingsjaar.
- gelet op de adviezen, in het bijzonder op die van de Raad van Advies, zijn over de gehele ramingsperiode de salariskosten van buitenlandse gastmedewerkers principiëel apart opgenomen. Zie tabel 1.
- het aanstellingsbeleid is gericht op
 - doorstroming van wetenschappelijk medewerkers
 - aanstelling ook van gepromoveerde onderzoekers en wel in de verhouding van 1 gepromoveerde op 4 in het kader van nieuwe aanvragen aan te stellen pas afgestudeerde academici.
- de salariskosten van nieuw aan te stellen personeel zijn voor het jaar van aanstelling begroot op gemiddeld 8/12e deel van het jaarsalaris exclusief vakantietoelage.
- bij de raming van de personeelsbezetting van de Algemene Dienst is rekening gehouden met de verzorging van de infrastructuur van het door derden gefinancierd onderzoek; zie bijgevoegde tabellen 1 en 2.
- geen rekening is gehouden met ontwikkeling van activiteiten die de materiële exploitatie-uitgaven anders dan normaal d.w.z. afwijkend van het proportionele karakter t.o.v. de personeelsomvang zullen beïnvloeden.
- behoudens de voor het verzorgen van de infrastructuur benodigde middelen zijn in de jaarlijkse ramingen geen inkomsten en uitgaven begroot die het gevolg zouden kunnen zijn van de intenties van het Informatica-Stimuleringsplan m.b.t. het CWI.
- geen rekening is gehouden met een eventuele uitbreiding van de (taken van de) bibliotheek van het CWI, als gevolg van een verdere concretisering van de landelijke zwaartepuntsfunctie en mede ook in het kader van de eventuele bibliotheekvoorzieningen op het gebied van de informatica.
- evenmin is rekening gehouden met de mogelijke consequenties voor de huisvestingscapaciteit, die het gevolg zijn van de tijdens het ramingstijdvak beoogde uitbreiding van het personeelsbestand van het CWI.
- gezien het ontbreken van zekerheid m.b.t. tot de voortzetting van de subsidiering door de Europese Commissie van de in 1983 gestarte ESPRIT-projecten met een eerste looptijd van een jaar, zijn voor de jaren 1985 e.v. geen inkomsten uit dien hoofde begroot.

- de raming van de bijdrage in de exploitatie van SARA heeft uitsluitend betrekking op het gebruik van rekenfaciliteiten op de CYBER-750 systemen. Voor het gebruik van het IBM-systeem en FAS (Financial Accounting System) alsmede de CYBER-205/825 (supercomputer-) faciliteiten is van de veronderstelling uitgegaan dat voor de begroting 1985 en de meerjarenraming 1986 - 1989 dezelfde regeling wordt gevolgd als die welke voor 1984 wordt toegepast.
- de inkomsten als bedoeld in artikel 9 lid 6 van de SARA-samenwerkingsovereenkomst, voor de ramingsperiode begroot op gemiddeld f 400.000,-- per jaar zijn als eigen inkomsten beschouwd en begrepen in de exploitatiebaten.

Meerjarenraming 1986-1989 van het Centrum voor Wiskunde en Informatica gewone dienst

Tabel 1 Salariskosten, onderverdeeld naar continueringen en nieuwe aanvragen, sociale lasten en overige personele lasten

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
	(bedragen in f 1.000,--)				
Wetenschappelijke afdelingen					
- continueringen	3.870	3.650	3.460	3.260	3.320
- nieuwe aanvragen	540	1.235	1.845	2.370	2.500
- buitenlandse gastmedewerkers	225	300	300	375	450
Totaal wetenschappelijke afdelingen	4.635	5.185	5.605	6.005	6.270
Algemene Dienst *)	2.915	3.065	3.170	3.220	3.255
Totaal van de salariskosten	7.550	8.250	8.775	9.225	9.525
Sociale lasten 44%	3.325	3.625	3.875	4.050	4.200
Overige personele lasten	350	425	500	575	600
Totaal van de personele lasten	11.225	12.300	13.150	13.850	14.325

*) Hierin begrepen wegens verzorging van de infrastructuur t.b.v. door derden gefinancierd onderzoek

	70	125	130	130	130
--	----	-----	-----	-----	-----

Meerjarenraming 1986-1989 van het Centrum voor Wiskunde en Informatica gewone dienst

Tabel 2 De personeelsbezetting per 31 december in aantallen personen en full-time equivalenten (fte), gesplitst in continueringen, nieuwe aanvragen en door derden gefinancierd onderzoek

	1985		1986		1987		1988		1989	
	aantal perso- nen	fte	aantal perso- nen	fte	aantal perso- nen	fte	aantal perso- nen	fte	aantal perso- nen	fte
Wetenschappelijke afdelingen										
- continueringen	69	63.7	61	56.1	52	47.1	49	44.1	49	44.1
- nieuwe aanvragen	21	19.8	43	41.0	59	56.5	71	68.5	73	70.5
Totaal wetenschappe- lijke afdelingen	90	83.5	104	97.1	111	103.6	120	112.6	122	114.6
Algemene Dienst										
- vast personeel	77	67.1	81	71.0	83	73.0	85	75.0	85	75.0
- extra personeel t.b.v. de verzor- ging van de infra- structuur voor het door derden gefi- nancierd onderzoek	4	4.0	5	5.0	5	5.0	5	5.0	5	5.0
Totaal Algemene Dienst	81	71.1	86	76.0	88	78.0	90	80.0	90	80.0
Totale bezetting CWI	171	154.6	190	173.1	199	181.6	210	192.6	212	194.6
Ten laste van derden gefinancierd onderzoek	31	31.0	34	34.0	42	42.0	43	43.0	32	32.0
Totaal-generaal	202	185.6	224	207.1	241	223.6	253	235.6	244	226.6

Bijlage 1Beleidsplan Afdeling Zuivere Wiskunde

BELEIDSUITGANGSPUNTEN

Zoals reeds in de algemene inleiding naar voren is gebracht zijn er in de wiskunde van nu (zowel toegepast als zuiver, experimenteel en numeriek) tendensen waar te nemen in de richting van groeiende aantallen dwarsverbanden tussen verschillende specialismen. De interessantste onderzoeksgebieden lijken daar te liggen waar verschillende deelspecialismen elkaar ontmoeten. De afdeling streeft ernaar langzamerhand het accent te verschuiven naar projecten binnen dit type onderzoek waarin bij voorkeur ook andere afdelingen van het CWI hun inbreng hebben. De aanleiding en inspiratie ertoe zal direct of indirect voortkomen uit potentiële toepassingen (bijv. binnen de (zuivere) wiskunde maar vooral ook elders in de wetenschap en techniek).

KORT GLOBAAL OVERZICHT VAN HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE ONDERZOEKSGBIEDEN

Het type onderzoek hierboven aangeduid vraagt grotere onderzoekseenheden (groter dan 1 of 2 man); eenheden overigens die niet noodzakelijk de opsplitsing van de wiskunde in Nederland in werkgemeenschappen behoeven te weerspiegelen.

Met deze gedachte als leidraad blijkt het doelmatig het huidige en geplande onderzoek van de afdeling als volgt (nieuw) in te delen

- ZW 11: Algebra en Discrete wiskunde: combinatoriek, eindige meetkunde en eindige groepen en daarmee verband houdende zaken, ook van toepassingen; het vroegere project ZW 1 + ZW 4. Ook cryptografie (beveiliging van gegevens en programma's), dit laatste hopelijk in samenwerking met AI binnen het informatica stimuleringsplan.
- ZW 12: Analyse, speciaal analyse op Lie groepen en symmetrische ruimtes en de bijbehorende representatie theorie en speciale functie theorie (samenwerking met Leiden).
- ZW 13: Algebraïsche mathematische physica: de meer algebraïsche (en algebraïsche meetkundige), combinatorische en representatie theoretische aspecten van volledig integreerbare Hamiltoniaanse systemen (zowel quantum als klassiek), de exact oplosbare modellen uit de rooster statistische mechanica, en de hier onmiddellijk mee verband houdende stukken van ijktheorieën. (voorheen ZW 8). (Naar verwachting gedeeltelijk binnen het in oprichting zijnde samenwerkingsverband wiskundigen en theoretische physici; er is ook een potentiële aansluiting met MS 3.5 (phaseovergangen van spin-flip systemen.)
- ZW 14: Dynamische systemen, waarin speciaal chaotische en stochastische aspecten, numerieke methoden als dynamische systemen en later ook stochastische (partiële) differentiaalvergelijkingen en hun

- 2 -

toepassingen; dit omvat het oude project ZW 3. Samenwerking met TW en in de toekomst NW en MB & ST.

Voor veel van dit onderzoek is de expertise reeds aanwezig op de afdeling ZW, resp. binnen het CWI. Dat de huidige projecten goed lopen komt gedeeltelijk ook door buitenlandse contacten. Het lijkt niet meer dan natuurlijk hier expliciet enige middelen voor te reserveren.

Meerdere van deze projecten: in casu stukken van ZW 11, ZW 12, ZW 13.2 en ZW 13.4, zouden zeer gebaat zijn met "computer symbolic manipulation support" (Reduce, Macsyma, Schoonschip, Cayley, Cartan e.d.). Bedoeling is hier daadwerkelijk naar te streven (in samenwerking met AI).

ZW 11: ALGEBRA EN DISCRETE WISKUNDE: COMBINATORIEK, EINDIGE MEETKUNDE EN EINDIGE GROEPEN

Centraal in het onderzoek van de afgelopen jaren stonden de meetkonden van Lie type (d.w.z. meetkonden die te maken hebben met parabolische ondergroepen van Chevalley groepen) en de door Buekenhout hiervan afgeleide zeer algemene notie van meetkunde van diagramtype. Op deze gebieden is een grote en vrij unieke expertise binnen de afdeling ZW opgebouwd, en de goede voortgang van dit onderzoek moet de komende jaren gecontinueerd worden. De relaties van dit onderzoeksgebied met de theorie der groepen zullen belangrijke blijven, maar verwacht wordt dat ook andere algebraïsche aspecten in de eindige meetkunde en de combinatoriek naar voren zullen treden. Hierbij valt te denken enerzijds aan de relaties tussen algebraïsche topologie en de voorstellingen van de eindige meetkonden als cel-complexen, anderzijds aan relaties tussen de algebraïsche meetkunde en de vlaggenruimte in de meetkunde van diagramtype. Immers, een van de meer opvallende recente ontwikkelingen in de discrete wiskunde en de algebra is het toenemen van de relaties van de discrete wiskunde en algebra (zoals tot nu toe florerend binnen de afdeling) met de commutatieve en homologische algebra en de algebraïsche meetkunde. Daarnaast valt op het snel toenemen van de rol die in het bijzonder partieel geordende verzamelingen (al dan niet gezien als discreet-wiskundige objecten) zijn gaan spelen in deze onderzoeksgebieden. Hierbij kan gedacht worden aan bijv. de Bruhat ordening, Kazhdan-Lusztig polynomen, Cohen-Macaulay eigenschappen, shellability, etc. (werk van Stanley, Björner, Baclawski, etc.). Het ligt in de bedoeling het onderzoek in deze richting uit te bouwen. Opgemerkt moet worden, dat bovengenoemde begrippen ook een belangrijke rol spelen bij onderzoek over Kac-Moody Lie algebras, die op hun beurt van fundamenteel belang zijn voor het onderzoek in de projecten ZW 12 en ZW 13.

Naast bovengeschetst onderzoek in meetkonden en algebra zal er onderzoek gedaan blijven worden aan andere zeer regelmatige ("kristallijne") combinatorische objecten zoals afstandsreguliere grafen, codes en designs. Tenslotte zal er aandacht aan Cryptografie (gegevensbeveiliging) geschonken blijven worden. Het lijkt de afdeling niet strikt noodzakelijk hiervoor een aparte specialist aan te trekken: de kennis op dat gebied die bij A.E. Brouwer aanwezig is lijkt voorlopig voldoende. Zo nodig kan een medewerker snel in dit niet zo omvangrijke gebied worden

ingewerkt.

Opmerking. Bij groote delen van bovenbeschreven onderzoek is het gebruik van de computer onontbeerlijk, niet alleen als "experimenteeruimte" maar ook vanwege mogelijkheden tot formele manipulatie (Macsyma, Reduce, Caylay, Schoonschip).

Aantekeningen. Wegens de afwezigheid van jong Nederlands talent gaat de voorkeur van de afdeling uit naar buitenlandse gastmedewerkers gedurende een periode van 1 à 2 jaar (dit betreft de "invulling" van wm 1 en een deel van wm 2).

ZW 12: ANALYSE, SPECIAAL ANALYSE OP LIEGROEPEN
(Hiertoe behoort ook klassieke analyse en daarmee gerelateerde zaken)

Centraal in dit project staan "Analyse op Liegroepen" (in samenwerking met groep-van Dijk, Leiden) en "Speciale functies".

ZW 12.1. Analyse op halfenkelvoudige pseudo-Riemannse symmetrische ruimten. Internationaal thans een van de meest de aandacht trekkende ontwikkelingen binnen de Analyse op Liegroepen, waarin CWI en RUL door hun vroege start een sterke positie innemen. Onderzoek zal o.a. gedaan worden aan: decompositie van $L^2(G/H)$, i.h.b. constructie van de discrete series representaties hierin, sferische distributies, K-eindige functies, gegeneraliseerde Gelfandparen, structuurtheorie, dit alles zowel in het algemene geval als voor speciale ruimten. Er ligt hier een belangrijk toepassingsgebied van hyperfuncties (zie ZW 13).

ZW 12.2. Analyse op halfenkelvoudige Liegroepen en Riemannse symmetrische ruimten. Wat algemene theorie betreft een bijna voltooid geheel, vanuit het oogpunt van speciale functies verre van dat. Onderzoeksonderwerpen: sferische Abeltransformatie als speciaal geval van een familie van expliciete analytische integraaltransformaties; sferische en intertwinning functies op compacte ruimten als speciaal geval van een familie van orthogonale polynomen in meer variabelen; expliciete uitdrukkingen voor matrixelementen van representaties en eigenschappen van de gegeneraliseerde Abeltransformatie toegepast op globale aanpak representatietheorie.

ZW 12.3. Speciale functies en klassieke analyse. Functies van hypergeometrisch type en orthogonale polynomen, veelal in verband met groepen (variërend van Heisenberg - tot Chevalleygroepen). Hiernaast onderzoek in de (klassieke) functietheorie en analytische getallentheorie (o.a. locatie en distributie van nulpunten van zekere analytische functies en aanverwante discrete arithmetische functies). Voor beide genoemde onderzoeksgebieden is de binnen de afdeling aanwezige expertise tamelijk uniek voor Nederland (Koornwinder, resp. Van de Lune); deze kan ten nutte gemaakt worden bij advisering van

- 4 -

derden. Er bestaat bij dit onderdeel behoefte aan diverse numerieke technieken (multiprecisie, opbouw en onderhoud programmatheek van getaltheoretische routines), en ook aan formula manipulation software.

ZW 13: ALGEBRAISCHE MATHEMATISCHE PHYSICA

De objecten van onderzoek van dit multi-interspecialistisch gebied zijn enerzijds de zogenaamde exact oplosbare modellen uit de rooster-statistische mechanica, en anderzijds de daarmee nauw samenhangende Liouville integreerbare Hamiltoniaanse systemen. Dit zijn grof gezegd systemen met een maximaal aantal behoudswetten in involutie (voor eindig dimensionale systemen is deze definitie exact; voor oneindige dimensionale systemen (beschreven door partiële differentiaalvergelijkingen) is er nog geen goede definitie).

Voorbeelden van Liouville intergreerbare systemen (vaak ook volledig integreerbaar genoemd) zijn: de Toda roosters (modellen van ketens van veren met niet-lineaire, veelal exponentiële interacties); de Korteweg-de Vries en gemodificeerde Korteweg-de Vries vergelijking voor ondiep-watervolven; de sine-Gordon vergelijking; de niet-lineaire Schrödinger vergelijking; de zelf-duale Yang-Mills vergelijking; de niet-lineaire -modellen, en er zijn nog zo'n 20 andere; vele van deze vergelijkingen zijn erg belangrijk in termen van toepassingen.

Voorbeelden van exact oplosbare modellen uit de rooster statistische mechanica zijn o.a. het harde hexagon model; het Ising model; het eight-vertex model.

Bij de bestudering van deze objecten komen zeer veel verschillende stukken wiskunde aan de orde. We noemen

- Algebraïsche meetkunde: theta functies, Jacobi varieteiten en vectorbundels daarover,
- Scattering en inverse scattering theorie;
- Het Riemann randwaarde probleem. Speciaal factorisatie van matrixwaardige functies op de cirkel;
- Deformaties van holomorfe vectorbundels met een connectie;
- Hyperfuncties. Holonome quantumvelden theorie;
- IJk theorieën (niet-lineaire -modellen; Yang-Mills velden);
- Galois-theorie van (partiële) differentiaalvergelijkingen. Symmetrieën van systemen van PDV's en GDV's;
- Kac-Moody Lie algebras, de daarbij horende (oneindig dimensionale) Liegroepen en hun representatie theorie;
- Combinatoriek van partities.

Een uitgekristalliseerd beeld met een duidelijk organiserend centrum van hoe dit alles samenhangt is er zeer duidelijk nog niet en het doel op lange termijn van dit research project is juist zo'n beeld op te bouwen (of althans daar een bijdrage toe te leveren).

Binnen dit algemene grote project is een aantal concreten deelvragen aan te wijzen:

- ZW 13.1. Theta functies en τ -functies. Theta functies en de zogenaamde τ -functies (die er een generalisatie van zijn) kunnen op diverse manieren in deze theorie ingevoerd worden; namelijk zoals door Vato-Miwa-Jimbo (via vertex representaties), via deformaties van holomorfe vectorbundels met connectie (Malgrange), of via oneindig dimensionale Grassmann-varieteiten en een soort Fredholm determinant (Segal-Wilson). De samenhang tussen deze benaderingswijzen is niet geheel duidelijk. Dit uit te zoeken is de research opdracht van G.F. Helminck.
- ZW 13.2. Symmetrieen. Volledig integreerbare systemen hebben een maximaal groot aantal commuterende behoudswetten, dus een maximaal grote commutatieve symmetrie-groep. Onderzoek naar de volledige symmetrie van Liouville integreerbare systemen is het onderzoeksgebied van Sj. Verduyn-Lunel. Dit moet gezien worden in het licht van het feit dat de bekende Liouville integreerbare systemen vrijwel alle geconstrueerd worden uitgaande van een klassieke of Kac-Moody simpele Lie algebra. De eerste vraag is wat de symmetrie algebra met deze uitgangs-Lie algebra te maken heeft.
- ZW 13.3. Het gegeneraliseerde harde hexagon model heeft zeker iets te maken met de Kac-Moody Lie algebra \hat{sl}_2 . Ondermeer omdat bepaalde Roger-Ramanujan identiteiten een belangrijke rol spelen bij het uitrekenen van deelrooster dichtheden en deze identiteiten bewezen kunnen worden via de bestudering van deze zeer specifieke representaties van \hat{sl}_2 . De vraag rijst of het model zelf op compatibele wijze representatie-theoretisch geïnterpreteerd kan worden. Dit heeft de aandacht van M. Hazewinkel.
- ZW 13.4. Prolongaties. Een symmetrie algebra-achtig iets (voor een stelsel van PDV's) is de zogenaamde prolongatie algebra van Estabrook en Wahlquist. Goede programmatuur om deze (middels formule manipulatie programma's) uit te rekenen in allerlei gevallen is ontwikkeld in Twente (Martini, Gragert, Kersten). De preciese relatie tussen symmetrie algebra en prolongatie algebra is niet bekend. Een voorstel voor onderzoek over dit thema binnen het samenwerkingsverband wiskundigen en theoretische physici is in voorbereiding (gezamenlijk voorstel van R. Martini en M. Hazewinkel).

ZW 14: DYNAMISCHE SYSTEMEN

Binnen het kader van dit project nemen wij ons voor aan de volgende aspecten aandacht te geven.

Deterministische versus stochastische chaos: Het gaat erom te onderzoeken of het chaotisch gedrag van een deterministisch system observationeel onderscheidbaar is van chaos aanwezig in een systeem gedreven door een stochastisch proces, bijv. witte ruis.

- 6 -

Onderzoek naar behoud van hoeveelheid regelmatig gedrag in conservatieve (en ook dissipatieve) systemen onder deformaties t.o.v. andere parameters dan de energie. Gebruik van (uni)versele deformaties in dit verband.

Stochastische aspecten van dynamische systemen (invloed van stochastische storingen op dynamische systemen; diffusie approximaties van stochastische processen).

Numerieke methoden als dynamische systemen.

Stochastische gewone en partiële differentiaalvergelijkingen met toepassingen in de niet-lineaire filter theorie en identificatie van systemen theorie. Ook numeriek en met simulaties.

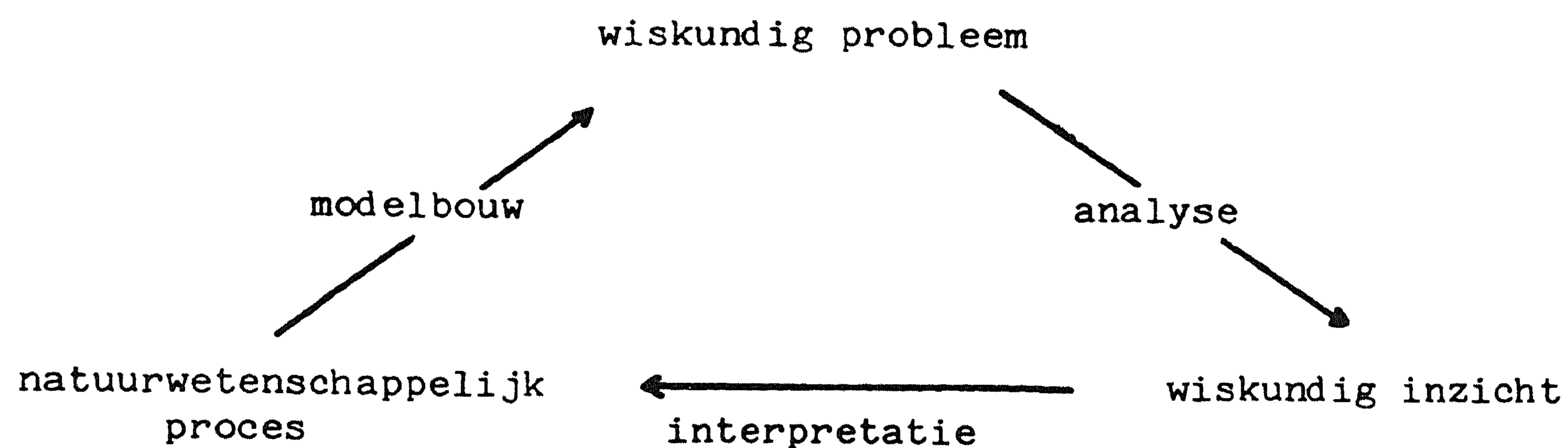
Transformatie-groepen en topologische dynamica. Op zich zelf is dit een aflopend project. Echter de kennis, expertise en ervaring uit dit project zal naar onze mening zeer wel van pas komen binnen dit project.

Binnen dit project wordt naar hechte samenwerking met andere afdelingen gestreefd. Bijvoorbeeld wordt reeds in het kader van project TW 1 gewerkt aan Stochastische aspecten van dynamische systemen. Ook binnen andere delen is samenwerking met andere afdelingen (TW, MB en NW) gewenst. Gezien de sterke experimentele aspecten lijken mogelijkheden voor vector processing aanwezig en hoogwaardige "graphic support" is vereist.

Bijlage 2Beleidsplan Afdeling Toegepaste Wiskunde

ONDERZOEKSBELEID

De Toegepaste Wiskunde stelt zich tot doel langs wiskundige weg het inzicht in natuurwetenschappelijke processen te vergroten. Het symbolische diagram



laat zien dat de wisselwerking tussen de natuurwetenschappen en de wiskunde vele facetten kent. De afdeling houdt zich doelbewust met al deze facetten bezig. Het zwaartepunt van de activiteiten wordt hierbij gevormd door de ontwikkeling van nieuwe analytische methoden.

In de onderzoeksplannen onderscheiden wij een viertal projecten:

- TW1 Dynamische systemen met stochastische storingen
- TW2 Asymptotiek en Toegepaste Analyse
- TW3 Niet-lineaire Analyse en Biomathematica
- TW4 Gecompliceerd gedrag van deterministische dynamische systemen

De grenzen tussen deze projecten zijn niet zeer scherp. Het laatste is een nieuw project.

De volgende constatering liggen aan het beleid van de afdeling ten grondslag.

- (i) In de nieuwere toepassingsgebieden, met name in de biologie en de meteorologie, treden wiskundige problemen op de voorgrond die essentieel anders zijn dan de klassieke problemen uit de mathematische fysica. Bijgevolg zijn pasklare analytische methoden

- 2 -

niet voorhanden.

- (ii) Het wiskundig inzicht in de kwalitatieve structuur van banen van niet-lineaire dynamische systemen is recentelijk enorm toegenomen. Bifurcatietheorie begint gemeengoed te worden en termen als "vreemde aantrekker" raken ingeburgerd, mede als gevolg van numerieke experimenten.
- (iii) Steeds weer wijzen ervaringen uit dat het, vooral i.v.m. consultaties, van belang is de aanwezige kennis op het gebied van de traditionele toegepaste analyse (met name speciale functies, complexe functietheorie, asymptotische methoden en ook de numerieke aspecten van deze onderwerpen) te behouden en uit te breiden.
- (iv) Nauwe samenwerking met bekwame beoefenaars van andere wetenschappelijke disciplines waarborgt het maatschappelijk belang van het onderzoek en voorkomt wildgroei in een voor toepassingen irrelevante richting.
- (v) De abstrahering van problemen die de wiskunde eigen is leidt onontkoombaar tot algemene vraagstellingen die enigszins los staan van concrete toepassingen. Fundamenteel onderzoek gericht op de systematische ontwikkeling van methoden die in staat zijn antwoorden te geven op dergelijke algemene vraagstellingen, is een eerste vereiste voor vooruitgang op langere termijn.
- (vi) Experimenteel onderzoek met behulp van de computer is niet meer weg te denken bij het analyseren van gecompliceerde dynamische systemen.

Het onderzoek van de afdeling is ingedeeld in een viertal projecten in een compromis van wat wenselijk en wat haalbaar is. Op grond van de in afdeling aanwezige expertise en op grond van het wetenschappelijk belang zou elk project volledig bemand kunnen en moeten zijn maar zelfs binnen de gegeven beperkingen om nieuwe medewerkers aan te kunnen stellen is het uiterst moeilijk geschikte medewerkers voor de afdeling te vinden. De afdeling tracht met buitenlandse gastmedewerkers en met assistenten aan onderbezetting te ontkomen.

Hoewel de projecten TW1 en TW4 beide op dynamische systemen betrekking hebben en samengevoegd hadden kunnen worden is toch tot splitsing besloten om te beklemtonen dat in TW1 geheel andere wiskundige methoden aan de orde komen als in TW4. TW1 betreft primair stochastische methoden met grootschalig gebruik van de computer. TW4 betreft hoofdzakelijk deterministische en analytische methoden bij laag-dimensionale dynamische systemen. Beide projecten hebben ook de belangstelling van andere afdelingen (MS2, MB3, NW E en I, ZW14). Indien er goede nieuwe medewerkers met belangstelling voor dit gebied gevonden kunnen worden zullen deze projecten kunnen uitgroeien tot een volwaardige interafdelingsactiviteit.

TW1 DYNAMISCHE SYSTEMEN MET STOCHASTISCHE STORINGEN

Dynamische systemen zijn reeds lange tijd van fundamenteel belang bij het onderzoek aan fysische en biologische verschijnselen die door middel van differentiaalvergelijkingen beschreven worden. Recentelijk zijn, bijvoorbeeld door het werk van Smale (1967) en Ruelle en Takens (1971), nieuwe ideeën geïntroduceerd die voortkomen uit de theorie van de topologische dynamica en de statistische mechanica en die in de hydrodynamische stabiliteitstheorie, maar ook in vele andere fysische onderwerpen, van buitengewoon belang zijn gebleken. Zij wierpen een nieuw licht op bifurcatieverschijnselen en de begrippen "chaos" en "vreemde aantrekker" zorgden voor vele nieuwe inzichten in oude en nieuwe problemen.

In dit project wordt onderzocht hoe een deterministisch systeem met exact voorspelbaar gedrag beïnvloed wordt door zeer kleine stochastische storingen. De motivatie voor het onderzoek komt enerzijds uit de populatiedynamica (bepaling van de kans op uitsterving van een soort in modellen voor de vroege stadia van de evolutie) en anderzijds uit de meteorologie (bepaling van de verwachte duur van stabiele weertypen). Het meteorologisch onderzoek wordt uitgevoerd als STW-project in nauwe samenwerking met het KNMI. Methodologisch gezien gaat het in dit project om een combinatie van uitgekiend numeriek experimenteren en het construeren van asymptotische benaderingen voor de Fokker-Planck vergelijking m.b.v. singuliere storingsrekening.

TW2 ASYMPTOTIEK EN TOEGEPASTE ANALYSE

Asymptotische methoden spelen in alle onderdelen van de toegepaste wiskunde een belangrijke rol. Ze worden gebruikt om in gecompliceerde problemen inzicht te verschaffen in het gedrag van de oplossing of om approximaties daarvan te verkrijgen. Dit project is gemeenschappelijke noemer voor het werk dat door constatering (iii) hierboven gemotiveerd wordt. Er zijn twee deelprojecten.

1. Asymptotiek van integralen.
Het gaat hierbij om de constructie van uniforme asymptotische ontwikkelingen voor integralen met een grote parameter. Er wordt speciaal aandacht besteed aan bovengrenzen voor de resttermen, hetgeen voor numerieke toepassingen van groot belang is.
2. Relaxatietrillingen.
Het ligt in de bedoeling om tien jaar onderzoek op het gebied van niet-lineaire trillingen (met toepassingen in de biologie en in de fysica) af te ronden met het schrijven van een research-monograph.

Daarnaast wordt aandacht besteed aan talloze problemen waarmee met name fysici bij ons aankloppen, die een duidelijk research-aspect hebben.

TW 3 NIET-LINEAIRE ANALYSE EN BIOMATHEMATICA

Dit is een oud project dat onlangs ingrijpend van karakter is veranderd. Centraal staat nu de dynamica van populaties met een interne

(fysiologische) structuur. Het gaat hierbij om boekhoudvergelijkingen die een verband leggen tussen de levensloop van individuen en de ontwikkeling van de populatie als geheel. Veelal zijn concrete toepassingen, zoals de biologische bestrijding van plagen of de evaluatie van experimenten met toxische stoffen, uitgangspunt en inspiratiebron. De samenwerking met biologen speelt dan ook een belangrijke rol bij de keuze van onderwerpen.

Wiskundig gezien draait het om eerste orde partiële differentiaalvergelijkingen met niet-locale termen en/of randvoorwaarden die functionalen zijn van de oplossing. Er wordt toegewerkt naar een samenhangende wiskundige theorie door concrete, biologisch relevante, gevallen op systematische wijze te analyseren. Leidraad hierbij is de kwalitatieve theorie van oneindig dimensionale systemen.

TW4 GEOMPLICEERD GEDRAG VAN DETERMINISTISCHE DYNAMISCHE SYSTEMEN

Dit is een nieuw te starten project. De afdeling heeft een actieve rol gespeeld bij de introductie van bifurcatietheorie in Nederland en recentelijk is de chef van de afdeling, Prof.dr. H.A. Lauwerier, zeer actief op het gebied van de discrete dynamische systemen. Algemeen kan men stellen dat tot nu toe de afdeling de stormachtige ontwikkelingen geïnteresseerd gevolgd heeft zonder daarbij een zeer actieve rol te spelen (vandaar de afstandelijke formulering in (ii) hierboven). De wens om hierin verandering te brengen wordt tot uiting gebracht door dit nieuwe project in leven te roepen. Of deze wens in vervulling zal gaan zal mede afhangen van de mogelijkheid om naast een jonge promotiemedewerker ook een bekwame, ervaren en stimulerende post-doc medewerker en/of adviseur aan te trekken.

Het onderzoek in dit project steunt in belangrijke mate op de samenwerking tussen experimentele en analytische methoden. Er zijn raakvlakken met TW1, TW3 en ZW14. De volgende onderwerpen staan in ieder geval op het programma:

1. Discrete dynamische systemen en analytische functies.
De gecompliceerde invariante verzamelingen van geïtereerde afbeeldingen (zoals Julia-verzamelingen en vreemde aantrekkers) kunnen in bepaalde eenvoudige gevallen beschreven worden met analytische functies. Het is de bedoeling om na te gaan hoe de structuur van de verzameling uit de eigenschappen van de analytische functies afgeleid kan worden.
2. Numerieke schema's als discrete dynamische systemen.
Welk licht werpt de (bifurcatie)theorie van discrete dynamische systemen op de eigenschappen van numerieke schema's die gebruikt worden om benaderende oplossingen van gewone en partiële differentiaalvergelijkingen te construeren?

De verder invulling van het project dient in overleg met de aan te trekken medewerker en/of adviseur te geschieden.

Bijlage 3

Beleidsplan Afdeling Mathematische Statistiek

ONDERZOEKSBELEID EN AANDACHTSGEBIEDEN

De doelstelling van de afdeling Mathematische Statistiek van het CWI is het bevorderen van de ontwikkeling van de stochastiek, en daarbinnen vooral de statistiek, zowel in Nederland als internationaal, door onderzoek en consultatie van de hoogste kwaliteit. Ons onderzoek in de mathematische statistiek is geconcentreerd op het gebied van de ``abstract inference``: het bedrijven van statistiek in situaties waar parameters of waarnemingen (data) zich niet in eindig-dimensionale Euclidische ruimtes bevinden (een klein aantal numerieke gegevens), maar in verzamelingen van veel ingewikkelder structuur. Hieraan moet meteen worden toegevoegd dat we het woord ``abstract`` uitsluitend in zijn technische betekenis hanteren: het onderzoek is erop gericht de meest dringende praktische vragen uit de toegepaste statistiek te beantwoorden, en het is ons beleid zowel nieuwe theorie te ontwikkelen als toe te passen.

Hieronder zullen we deze keuze van het centrale onderzoeksgebied verder motiveren, maar allereerst is het nodig het gebied nader te beschrijven. Zoals gezegd, behandelt ``abstract inference`` statistische problemen (d.w.z. het trekken van conclusies aan de hand van data in situaties waar het toeval een essentiële rol speelt) waarbij óf de waarnemingen zelf, óf de parameters van de modellen die geacht zijn de waarnemingen voort te brengen, in zogenaamde abstracte ruimtes liggen: ruimtes van bijvoorbeeld krommen, oppervlakten, driedimensionale objecten, in plaats van de meer traditionele numerieke grootheden. In principe zouden hierdoor twee aparte probleemgebieden kunnen ontstaan (waarnemingen respectievelijk parameters), maar in de praktijk blijkt dat beide soorten complexiteit hand in hand lopen, en ook dat deels hetzelfde mathematische gereedschap voor allebei nodig is.

Het belang van dit soort problemen heeft een aantal achtergronden. Ten eerste, de interne ontwikkeling van de statistische theorie is nu in een stadium gekomen, waarin deze problemen meer systematisch aangepast kunnen worden. Ten tweede, door de groeiende grote computer reken- en tekenfaciliteiten wordt het pas nu mogelijk (en daarmee ook denkbaar) dit soort statistiek in de praktijk tot uitvoering te brengen. Ten derde, deze faciliteiten brengen de potentiële statistiek-gebruiker er toe om gegevensbestanden van een zodanige omvang en complexiteit te willen analyseren dat klassieke analysemethoden ontoereikend zijn.

De toepassingsgebieden van de statistiek raken alle aspecten van de maatschappij. Ons beleid is erop gericht, de wisselwerking tussen theorie en praktijk te versterken door vele contacten met (potentiële) toepassers te leggen, via samenwerkingsverbanden of consultatie. Als voorbeelden van gebieden waarop zulke contacten nu bestaan kunnen we noemen het gebruik van dichtheidsschatters bij medische computerdiagnostiek, de theorie van stochastische censurering bij klinische kankerproeven, demographie en epidemiologie, en semiparametrische modellen voor stochastische processen bij de studie van verkeersstromen. Andere belangrijke contacten liggen op de gebieden van de biologie, de sociale

wetenschappen en in de industrie.

In onze actuele onderzoeksplannen onderscheiden we (vanaf dit jaar) een drietal projecten of aandachtsgebieden: (MS1) semiparametrische statistiek, (MS2) stochastische processen, en (MS3) toegepaste statistiek. De grenzen tussen deze projecten zijn niet scherp: het is juist een beleidsuitgangspunt om interactie tussen de verschillende aandachtsgebieden te bevorderen.

In het eerste en tweede project worden de twee kanten van de abstracte inferentie (abstracte parameter, respectievelijk waarneming) behandeld. Bovendien vindt in het tweede project fundamenteel onderzoek in de theorie van stochastische processen plaats. In deze eerste twee projecten ligt de nadruk op de ontwikkeling van theorie, hoewel gemotiveerd door en teruggekoppeld aan praktische toepassingen. In het derde project zijn de accenten omgekeerd, en is het de bedoeling open te staan voor andere impulsen uit de praktijk die eventueel niet onder ons centrale onderzoeksthema vallen. Dit wordt hieronder nader gemotiveerd.

In een apart hoofdstuk wordt een nieuw aandachtsgebied beschreven, nauw verbonden aan de informatica, waarbinnen nieuw (in eerste instantie toepassinggericht) onderzoek binnenkort zal beginnen, als hiervoor middelen beschikbaar worden gemaakt.

MS1 SEMIPARAMETRISCHE STATISTIEK

Dit project is vooral gericht op het ``abstracte parameter'' gedeelte van ``abstract inference'', en bovendien op de meer theorie vormende aspecten hiervan.

Algemene doelstellingen die we voor specifieke problemen proberen uit te werken zijn om niet-parametrische problemen op een parametrische wijze te behandelen (een poging om twee hoofdtakken van de statistiek, die de laatste decennia uit elkaar zijn gegroeid, te herenigen), om algemene principes te ontwikkelen waaruit statistische procedures voor specifieke problemen afgeleid kunnen worden, en om criteria van optimaliteit en regulariteit te ontwerpen waarmee deze procedures beoordeeld kunnen worden. Dit project functioneert op dit ogenblik uitstekend en belooft in de komende jaren veel resultaten op te leveren, mits het qua mankracht (zowel in kwaliteit als in kwantiteit) op zijn minst op peil wordt gehouden. Een vaste medewerker vertrekt hoogst waarschijnlijk eind 1984 (dit is niet meegenomen in de tabellen in hoofdstuk IV), een tijdelijke medio 1986.

MS2 STOCHASTISCHE PROCESSEN

Dit project heeft twee hoofdcomponenten: fundamenteel onderzoek in de theorie van stochastische processen, en onderzoek direct gericht op statistische toepassingen. Verder beschouwen we incidentele ondersteuning aan het vele andere onderzoek op het CWI op het gebied van stochastische processen als onderdeel van dit project.

Waarnemingen van realisaties van een stochastisch proces is een van de belangrijkste voorbeelden van het ``abstracte waarneming'' gedeelte van ``abstract inference''. Vooral de theorie van stochastische processen met een één-dimensionale tijdsparameter is goed ontwikkeld, maar processen in ``meer-dimensionale tijd'' (bijvoorbeeld tijd en ruimte)

zijn veel minder goed begrepen. In het eerste gedeelte van dit project werken we aan fundamentele problemen uit de theorie van stochastische processen. Het beleid is erop gericht in de toekomst speciale aandacht voor processen in de tijd en ruimte te geven. Hiervoor is meer mankracht nodig. Het geplande onderzoek is direct van belang voor de theoretische natuurkunde (er is al samenwerking met natuurkundigen), en op langere termijn voor de statistiek van ruimtelijke processen en ``image analysis``, waar het ontbreken van kennis over mogelijke modellen een groot obstakel is voor verdere voortgang.

MS3 TOEGEPASTE STATISTIEK

In dit laatste project pogen we het tweerichtingsverkeer met de praktijk het meest naar voren te brengen. Onze consultatieve werkzaamheden worden hier ook ondergebracht. De doelstellingen zijn de vruchten van theoretisch werk beschikbaar te stellen aan en toegankelijk te maken voor toegepaste statistici en (potentiële) gebruikers van statistiek op andere vakgebieden. Dit wordt bereikt onder meer door samenwerkingsverbanden en consultaties te onderhouden van waaruit publicaties in de literatuur van het betreffende toepassingsgebied resulteren. Een andere, verwante, doelstelling is contacten te maken met gebieden waaruit een nieuwe uitdaging of een nieuwe impuls voor de statistiek naar voren komt, en onze algemene expertise op alle gebieden van de statistiek op peil te houden, ten einde flexibiliteit te behouden en nieuwe richtingen in te kunnen slaan. De twee tijdelijke medewerkers momenteel aan dit project gebonden, onder begeleiding van leden van de vaste staf en van onderzoekers elders in het land, zullen medio 1985 en 1987 vertrekken. Dit project heeft behoefte aan een constante toevoer van nieuwe tijdelijke medewerkers om goed te functioneren. Een aantal nieuwe onderwerpen (bijvoorbeeld analyse van celdelingstijden in de biologie) liggen klaar om opgenomen te worden.

INFORMATICA EN STATISTIEK

Voor de toegepaste statistiek komt momenteel een grote uitdaging uit de informatica. Dit is ook duidelijk te zien in het theoretisch statistisch onderzoek, waarop de nadruk ligt in ons beleid. Hoewel het onderzoek van de afdeling op vele wijzen beïnvloed is door de informatica, bestaat er op dit ogenblik echter geen directe, praktische informatica-gebonden activiteit op de afdeling. De individuele kern waaromheen zo'n activiteit zou kunnen crystaliseren ontbreekt.

Hieronder beschrijven we een tweetal grensgebieden tussen informatica en statistiek en geven we argumenten waarom onderzoek op tenminste één van deze gebieden op het CWI zou moeten plaatsvinden. Verder geven we aan hoe dit gerealiseerd zou moeten worden.

De twee gebieden zijn (i) multidimensionale data-analyse technieken voor grote data-bestanden (zoals ``projection pursuit``), en (ii) de statistische analyse van beelden, patronen of van ruimtelijke processen (``image analysis``, ``pattern analysis``, ``spatial statistics``).

In het eerste gebied is de probleemstelling om in een groot, hoogdimensionaal data-bestand samenhangen en patronen te ontdekken. In de specifieke techniek ``projection pursuit`` wordt dit doel nagestreefd

door die laag-dimensionale projectie van de data (gezien als een puntenwolk in een hoog-dimensionale ruimte) te zoeken, die de meest interessante structuur te zien geeft (gedefinieerd door één of ander te optimaliseren numeriek criterium). Deze techniek wordt gekenmerkt door gebrek aan stochastische modelbouw en door nadruk op efficiënte algoritmen om een grootschalig optimaliseringsprobleem op te lossen. (Het postuleren van bepaalde stochastische modellen is voorbarig in een vroege, exploratieve fase van onderzoek). De output is grafisch en liefst op interactieve wijze verkregen. In de V.S. zijn al indrukwekkende programma's operationeel om dit soort analyse te doen; in Nederland zijn ze nog niet beschikbaar.

In de tweede groep van problemen is juist de input (data) grafisch en zijn er wel meer mogelijkheden voor stochastische modelbouw. Typische (samenhangende) problemen zijn om satellietfoto's, met weergave van meer dan alleen het visuele spectrum, van ruis te ontdoen, om ze in kleuren of alleen zwart-wit beelden te transformeren, zodanig dat interessante maar verborgen structuren zichtbaar worden, of om de informatie erin te coderen zodat efficiënte transmissie mogelijk is. Het wordt algemeen erkend dat het zeer belangrijk is dergelijke problemen vanuit een statistisch oogpunt te bestuderen, maar men verkeert in een impasse door gebrek aan goed analyseerbare en algemeen toepasbare modellen, en door vaagheid van de doelstellingen van de gebruikers (deze twee problemen werken elkaar in de hand). Op vele andere gebieden, bijvoorbeeld in de ecologie, geografie, geologie en in de biologie, bestaat data in de vorm van plattegronden of beelden, eventueel misvormd door storende invloeden, en is de (vage) vraagstelling of hierin structuur of samenhang te vinden is.

Aan beide groepen van problemen wordt buiten Nederland veel aandacht besteed, vooral in de V.S. In Nederland wordt er nauwelijks onderzoek naar gedaan. Het CWI is de plaats bij uitstek om onderzoek hierin te beginnen, vooral door de mogelijkheid (in dit geval een noodzaak) om er expertise uit vele richtingen in de wiskunde en informatica bij te betrekken.

Hoewel het geplande onderzoek in de Afdeling Statistiek van het CWI op een aantal manieren bij deze nieuwe problemen aansluit, is de nodige expertise binnen de afdeling of zelfs binnen Nederland niet aanwezig: het gaat om een stijl of filosofie van statistiek die hier vreemd is. (Het is van te voren ook niet zeker of in deze problemen interessante wiskunde te pas kan komen, en ook dan is het niet zeker of die wiskunde enige affiniteit heeft met de soort wiskunde die bij de traditionele statistiek nodig is).

Het lijkt vrij zinloos om onderzoek op deze deelgebieden te starten door aanstelling van een enkele tijdelijke medewerker. Eerder moeten we denken aan het aantrekken van een buitenlandse onderzoeker die al veel ervaring op een van deze terreinen heeft, tegelijk met een paar tijdelijke medewerkers die onder zijn begeleiding zouden moeten werken. Het onderzoek zou gesteund moeten worden vanuit andere afdelingen van het CWI en ook in nauwe samenwerking met potentiële toepassers moeten plaatsvinden.

Informeel contacten bestaan nu al met potentiële buitenlandse gast-medewerkers en met potentiële toepassers. De keuze van specifieke onderwerpen zou van de beschikbaarheid van buitenlands talent moeten afhangen. Een iets minder bevredigende mogelijkheid is om één medewerker voor een jaar naar de V.S. te sturen om zich in één van deze technieken

te bekwamen, om vervolgens de programmatuur hier beschikbaar te maken. Zoals gezegd, zal een aanpak, berustend op een enkele persoon, veel minder kans op succes hebben, door een gebrek aan de geschikte voedingsbodem hier.

Bijlage 4

Beleidsplan Afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

UITGANGSPUNTEN VOOR HET BELEID

Onderzoek

De afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie van het CWI houdt zich bezig met onderzoek naar kwantitatieve modellen en methoden ter ondersteuning van optimaal handelen in beslissingssituaties. Motiverende problemen treden op in de economie en de bedrijfskunde, in de communicatie- en regeltechniek, in de landbouwwetenschappen en zelfs in de sociale en politieke wetenschappen.

In methodologische zin is 'mathematische besliskunde en systeemtheorie' een verzameling van sterk uiteenlopende onderwerpen. Binnen deze vakgebieden wordt een beroep gedaan op resultaten en technieken uit vrijwel alle onderdelen van wiskunde en informatica. Het bindende element ligt in de potentiële toepasbaarheid van de onderzochte modellen en methoden.

Het beleid van de afdeling is erop gericht onderwerpen ter hand te nemen die de verwachting wekken in theoretisch of praktisch opzicht grensverleggende resultaten op te leveren doch bij de bestudering in Nederland achterblijven. Dit beleid heeft in de afgelopen jaren geleid tot de keuze van drie projecten:

- MB1 *Combinatorische optimalisering;*
- MB2 *Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken;*
- MB3 *Systeem- en regeltheorie.*

De Adviescommissie voor besliskunde in brede zin heeft een actieve en stimulerende rol gespeeld bij deze keuze en ook bij de selectie van specifieke onderzoeksthema's binnen elk van deze projecten.

Hoofdstukken 1, 2 en 3 gaan nader op de drie projecten in, en hoofdstuk 4 geeft overzichten van de voor 1985 begrote en tot 1990 geraamde aantallen manjaren. Hieronder worden aparte paragrafen gewijd aan *opdrachten en ontwikkeling* en aan *programmatuur*. Een volgende paragraaf geeft een beknopte inventarisatie van de raakvlakken met de *informatica*.

Opdrachten en ontwikkeling

Modellen en methoden ter ondersteuning van optimaal handelen in beslissingssituaties vinden hun oorsprong en toepassing in vele gebieden van wetenschap en maatschappelijk leven. Door het uitvoeren van praktisch georiënteerde werkzaamheden kan de afdeling ertoe bijdragen dat enerzijds de bestaande theorie op verantwoorde wijze wordt toegepast en anderzijds nieuwe problemen onder de aandacht van wiskundigen en informatici worden gebracht.

Het beleid is erop gericht advieswerk aan te trekken dat leidt tot originele en geavanceerde toepassingen binnen gebieden waarop de afdeling zich deskundig acht. Dit advieswerk kan uiteenlopen van het geven van expliciete antwoorden op specifieke vragen tot het deelnemen in ontwikkelingsonderzoek, gericht op het praktisch toepasbaar maken van nieuwe theoretische resultaten.

Consultatieve opdrachten worden al jaren op bescheiden schaal uitgevoerd. Daarnaast is er in toenemende mate aandacht voor ontwikkelingsonderzoek dat mede door de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW) wordt gefinancierd. Er is thans één STW project in uitvoering (MB1.5), en naar dergelijke projecten in het kader van MB2 en MB3 wordt gestreefd.

Voor het aantrekken van advieswerk is het opbouwen en onderhouden van goede contacten met personen en instanties in de publieke en particuliere sector een noodzakelijke voorwaarde. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden zijn de kwaliteit van de rapportage en de effectiviteit van de voortgangscontrole belangrijke factoren.

De verkregen ervaring dient op systematische wijze te worden overgedragen, zowel binnen het CWI als daarbuiten. Het verspreiden van informatie over toepasbare wiskunde en informatica zal ertoe leiden dat beslissingssituaties die om kwantitatieve ondersteuning vragen eerder als zodanig worden herkend. Publicaties over gerealiseerde toepassingen, gericht op vakgenoten van opdrachtgever of uitvoerder, bevorderen de verdere verbreiding resp. ontwikkeling van het vakgebied en ook de bekendheid van het CWI.

Programmatuur

Onderzoek en advieswerk zijn voor een belangrijk deel algoritmisch van aard en monden vaak uit in het vervaardigen van programmatuur. Omdat daarbij doorgaans een beroep wordt gedaan op diverse standaardmethoden, is het wenselijk dat deze in geprogrammeerde en gedocumenteerde vorm aanwezig zijn.

Een tweede reden voor de beschikbaarheid van programmatuur ligt in de groeiende behoefte daaraan bij bedrijven en instellingen, die nog wordt versterkt door het toenemend gebruik van kleine computers. Bij het stimuleren van verantwoorde toepassingen is het ter beschikking stellen van geschikte programmatuur niet minder belangrijk dan het verspreiden van informatie.

Het beleid is erop gericht programmatuur te verkrijgen, te ontwikkelen en te verspreiden voor zover dit aansluit bij onderzoek en advieswerk. Het accent zal liggen op de ontwikkeling van programmatuur voor fundamentele beslistkundige en systeemtheoretische problemen. De afdeling participeert in verscheidene landelijke werkgroepen voor wetenschappelijke programmatuur. Er wordt samenwerking gezocht met commerciële organisaties die zich tot niet-wetenschappelijke gebruikers richten. Tevens zal de afdeling zich bezinnen op een actieve nationale rol bij de aanschaf, ontwikkeling en verspreiding van programmatuur.

Wat betreft de apparatuur streeft de afdeling er naar in ruimere mate toegang te verkrijgen tot de rekenfaciliteiten van het CWI, zowel voor het wetenschappelijk werk als in het kader van de kantoorautomatisering.

Informatica

Hoewel mathematische beslistkunde en systeemtheorie primair wiskundige disciplines zijn, is er sprake van een toenemende interactie met de fundamentele en de toepassingsgerichte informatica. Verscheidene onderdelen van het werk van de afdeling komen dan ook in aanmerking voor ondersteuning vanuit de informaticastimulering. Overleg over het indienen van concrete voorstellen en over een prioriteitenstelling is gaande. Hier moet worden volstaan met een overzicht van onderwerpen uit de informatica die binnen de bestaande of geplande deelprojecten aan de orde komen.

MB1 COMBINATORISCHE OPTIMALISERING

MB1.1 *Ontwerp en analyse van algoritmen*

- fundamentele algoritmen en datastructuren
- berekeningscomplexiteit

MB1.4 *Parallele algoritmen*

- architectuur en algoritmieken voor parallellisatie en distributie

MB1.5 *Ontwikkeling en implementatie van algoritmen voor de routing van voertuigen*

- mens-machine interactie
- apparatuur en programmatuur voor rastergrafiek
- databanken

MB2 ANALYSE EN BESTURING VAN INFORMATIESTROMEN IN NETWERKEN

MB2.3 *Prestatie-analyse van computersystemen*

- ontwerp en besturing van gedistribueerde systemen en netwerken

MB3 SYSTEEM- EN REGELTHEORIE

MB3.6 *Lerende systemen in de kunstmatige intelligentie*

- kunstmatige intelligentie

COMBINATORISCHE OPTIMALISERING

Vakgebied

Combinatorische optimalisering houdt zich bezig met de bestudering van problemen waarbij een optimale configuratie van een eindig aantal objecten wordt gezocht. Dergelijke problemen treden bijvoorbeeld op bij het bepalen van distributiesystemen, dienstregelingen, lesroosters, productieschema's, snijpatronen, vestigingsplaatsen, kamertoewijzingen en zetelverdelingen.

Onderzoeksthema's

De gevestigde onderzoeksthema's in de combinatorische optimalisering zijn:

- (1) een formeel onderscheid tussen 'gemakkelijke' en 'moeilijke' problemen;
- (2) het ontwerp van algoritmen: polynomiale algoritmen voor de eerste klasse problemen en aftellings- en benaderingsmethoden voor de tweede klasse;
- (3) de analyse van algoritmen: empirisch, 'worst case', en probabilistisch.

Binnen dit kader zijn de volgende facetten actueel. Er is een toenemend gebruik van *meetkundige methoden* (ellipsoïde methode, meetkunde der getallen, polyhedrale combinatoriek) en van *kanstheoretische methoden* (stochastische modellen, probabilistische analyse). Er wordt aandacht besteed aan nieuwe *probleemtypen* (gefaseerde beslissingen, stochastische parameters), aan nieuwe soorten *algoritmen* (parallel, random), en aan nieuwe *implementatietechnieken* (interactie).

Beleid

'The Mathematisch Centrum [...] has become *the* clearing house for complexity results about scheduling, much more so than this column could ever hope to be. I gladly yield them primacy.'

D.S. Johnson (1983). The NP-completeness column: an ongoing guide. *J. Algorithms* 4, p.198.

Het beleid is gericht op het uitvoeren van de volgende deelprojecten:

- MB1.1 *Ontwerp en analyse van algoritmen;*
- MB1.2 *Polyhedrale en polynomiale methoden* (gestart in 1983);
- MB1.3 *Stochastische geheeltallige programmering (te starten in 1985);*
- MB1.4 *Parallele algoritmen* (gestart in 1982);
- MB1.5 *Ontwikkeling en implementatie van algoritmen voor de routing van voertuigen* (gestart in 1983).

De vroegere deelprojecten 'machinevolgordeproblemen' (waarop bovenstaand citaat van toepassing is) en 'routerings- en toewijzingsproblemen' zijn verenigd in MB1.1. De aanpak is algoritmisch en complexiteitstheoretisch van aard maar niet beperkt tot specifieke probleemttypen. MB1.2 vertegenwoordigt een van de meest vruchtbare benaderingen in het vakgebied. MB1.4 betreft het tot nu toe vrijwel onbetreden grensgebied tussen optimalisering en parallellisatie. MB1.5 (gedeeltelijk door de STW en wellicht binnenkort ook vanuit de informaticastimulering gefinancierd) beoogt de toepassing van recente wiskundige vorderingen en interactieve computergrafische apparatuur bij de ontwikkeling van een geavanceerde en flexibele routeringsalgoritme.

MB1.3 is een natuurlijk vervolg op het in 1984 af te sluiten deelproject 'hiërarchische planningsmodellen'. Het gaat hierbij om situaties waarbij in elk van een aantal opeenvolgende fasen beslissingen moeten worden genomen op basis van een deterministisch model van de huidige fase en probabilistische veronderstellingen omtrent de latere fasen. Het onderzoek betrof tot nu vooral het ontwerp en de analyse van benaderingsmethoden voor tweestapsbeslisingsproblemen met een combinatorische tweede fase. Het nieuwe deelproject heeft tot doel optimaliseringsalgoritmen te ontwikkelen en beoogt daarmee een combinatie van de stochastische en de geheeltallige programmering.

ANALYSE EN BESTURING VAN INFORMATIESTROMEN IN NETWERKEN

Vakgebied

Het project omvat de wiskundige modellering, analyse en besturing van informatieverkeersstromen in telecommunicatienetwerken (*teletraffic analysis*). Het toepassingsgebied wordt wel met de term *telematica* aangeduid en betreft, naast de traditionele communicatiemogelijkheden zoals telefonie en telegrafie, ook de communicatie tussen een computer en perifere apparatuur, tussen computers onderling, en via satellieten en mobilifoonsystemen.

Onderzoeksthema's

Het studieobject kan abstract worden geformuleerd in termen van een netwerk van bedieningsorganen en klanten die daarvan gebruik maken. Hieronder schetsen we een drieledige classificatie van het *teletraffic* onderzoek.

De netwerken worden onderscheiden in:

- *packet switched* netwerken (de meeste computernetwerken): een klant kan ten hoogste één bedieningsorgaan tegelijk bezetten;
- *circuit switched* netwerken (telefoonnetten, sommige datanetten): een klant kan verscheidene bedieningsorganen tegelijkertijd bezetten.

Dit onderscheid is niet relevant wanneer geen bedieningsorganen in serie voorkomen.

Een tweede rubricering is naar type en aard van de systeemparemeters

die men wil analyseren of besturen: respons- en verblijftijden, wachtrijlengtes, bezettingskansen; stationair of tijdsafhankelijk.

Tenslotte is een onderscheid naar de gebruikte wiskundige technieken mogelijk: analytisch, approximatief, experimenteel, en numeriek.

Beleid

Er wordt gewerkt aan twee deelprojecten:

MB2.1 *Tijdsafhankelijk gedrag van wachtrijsystemen (packet switched netten; analytische en approximatieve technieken);*

MB2.2 *Telefoonverkeertheorie (circuit switched netten; systeemp parameters: blokkeringskansen, proceskarakteristieken, optimale bundelgroottes etc.; analytische, approximatieve en numerieke technieken).*

Bij MB2.1 is de motiverende vraag in hoeverre men bij de analyse en besturing van wachtrijsystemen rekening moet houden met inschakelverschijnselen, die optreden voordat het systeem een stationaire toestand heeft bereikt; dit impliceert een specifieke belangstelling voor de *relaxatietijd* van een systeem. MB2.2 is voortgekomen uit een literatuurstudie en werd gekozen vanwege de grote praktische behoefte aan fundamenteel onderzoek naar *circuit switched* netten in combinatie met de geringe belangstelling die zij genieten binnen de Nederlandse wiskunde. In het kader van MB2.2 wordt reeds in samenwerking met de PTT onderzoek verricht naar de optimale dimensionering van het telefoonnet.

Het beleid is erop gericht beide deelprojecten te continueren en, in het kader van de informaticastimulering, een derde deelproject te starten:

MB2.3 *Prestatie-analyse van computersystemen (packet switched netten; respons- en verblijftijden).*

De prestatie die een computersysteem kan leveren wordt bepaald door de apparatuur en het bedrijfssysteem (inclusief het besturingsprotocol) enerzijds en de omvang en aard van de werklust anderzijds. Prestatie-analyse heeft tot doel de verhouding tussen prestatie en kosten te onderzoeken en te optimaliseren. Het doel van het deelproject is bestaande modellen en methoden (veelal uit de wachtrijtheorie) in concrete situaties toe te passen en tevens nieuwe modellen en methoden voor prestatie-onderzoek te ontwikkelen. Op dit gebied zal worden samengewerkt met informatici binnen het CWI.

SYSTEEM- EN REGELTHEORIE

Vakgebied

Systeem- en regeltheorie stelt zich ten doel wiskundige modellen voor dynamische verschijnselen op te stellen en te analyseren en algoritmen te ontwikkelen voor regel- en voorspellingsproblemen. Het maatschappelijk belang ligt in de groeiende behoefte aan automatische regeling en gegevensverwerking. Men denke hierbij aan de regeling van robots, elektriciteitsnetwerken, satellieten, vliegtuigen, wegverkeer, computers en computernetwerken, aan spraakverwerking en analyse van seismische gegevens, en aan de voorspelling van lucht- en waterverontreiniging.

Onderzoeksthema's

Abstrahering van deze praktische problemen leidt tot de volgende actuele thema's van onderzoek:

- *realisatie en systeemidentificatie*: identificatie van multivariabele systemen, stochastische realisatieproblemen, identificatie van puntproces-systemen;
- *regeltheorie*: robuustheid van lineaire regelsystemen, regelproblemen voor niet-lineaire systemen, stochastische regelproblemen, adaptief regelen, gedecentraliseerde besturing;
- *filtertheorie*: Kalman filters, filteren voor niet-lineaire systemen, adaptief filteren.

Deze thema's sluiten aan bij de internationale ontwikkelingen en vormen de beleidsalternatieven voor het project.

Nederland heeft een sterke positie in systeem- en regeltheoretisch onderzoek. Het CWI staat vooraan wat betreft de niet-lineaire regeltheorie en de stochastische systeemtheorie.

Beleid

De bestaande deelprojecten zijn:

- MB3.1 *Regeltheorie* (te starten in 1984);
- MB3.2 *Adaptief regelen* (gestart in 1983);
- MB3.3 *Puntprocessystemen* (gestart in 1983);
- MB3.4 *Stochastische systeemtheorie*;
- MB3.5 *Algebraïsch-meetkundige vragen in de systeemtheorie*.

Het beleid is erop gericht deze deelprojecten uit te voeren en te zijner tijd een nieuw deelproject in uitvoering te nemen:

- MB3.6 *Lerende systemen in de kunstmatige intelligentie*.

Kunstmatige intelligentie beoogt de automatisering van denkprocessen. De ontwikkeling van de informatica zal in belangrijke mate afhangen van vooruitgang op dit gebied. De systeemtheorie kan hieraan op ten minste twee punten een bijdrage leveren. Ten eerste kunnen de begrippen *dynamisch systeem* en *toestand* worden gebruikt in de theorievorming van 'search and reasoning'. Ten tweede kunnen begrippen en resultaten uit de *regeltheorie* worden gebruikt in 'learning systems' en expertsystemen. Doel van het deelproject is adaptieve regelalgoritmen voor leerprocessen te ontwikkelen en toe te passen. Potentiële toepassingsgebieden van deze algoritmen zijn grafische mens-machine communicatie, expertsystemen en classificatie van gegevensbestanden.

De benadering in bovengenoemde deelprojecten is gebaseerd op een uitwerking van de begrippen uit systeem- en regeltheorie. Essentieel is een voortdurende vernieuwing. De benodigde wiskunde omvat analyse (vooral differentiaalmeetkunde en partiële differentiaalvergelijkingen), lineaire algebra, algebraïsche meetkunde, stochastische processen en stochastische differentiaalvergelijkingen. Uitstraling kan worden verwacht naar de regeltechniek en de communicatietheorie, maar ook naar de econometrie en de informatica. Dit project zou moeten worden gefinancierd d.m.v. gelden uit het Informatica-Stimuleringsplan. Dit is nog niet in de tabellen opgenomen.

Bijlage 5Beleidsplan Afdeling Numerieke Wiskunde

HET VAKGEBIED NUMERIEKE WISKUNDE

Numerieke Wiskunde is een tak van zowel de wiskunde als de informatica die processen onderzoekt om numerieke resultaten uit voorgeschreven data te verkrijgen. Aangezien de daadwerkelijke uitvoering van een numeriek proces slechts een eindig aantal operaties toestaat, vormt de benadering van wiskundige grootheden de kern van de numerieke wiskunde. In het bijzonder stelt de numerieke wiskundige zich de taak een mathematisch probleem benaderend op te lossen met een voorgeschreven nauwkeurigheid en tegen minimale (reken) kosten. Alhoewel tegenwoordig snelle rekenmachines algemeen beschikbaar zijn en nog steeds verbeterd worden, neemt de schaal van de uit te voeren berekeningen ook steeds toe zodat het ontwerp, de analyse en de implementatie van snelle numerieke processen van voortdurend belang blijft.

Vele wiskundige problemen uit de natuurwetenschappen vereisen grootschalige berekeningen. Voorbeelden van dergelijke problemen zijn de oplossing van (partiele) differentiaalvergelijkingen. Deze vergelijkingen beschrijven verschijnselen in b.v. vloeistofmechanica, warmteoverdracht, geophysica, etc.

Als zelfstandig geworden discipline wordt de numerieke wiskunde beoefend op een wijze die varieert van zeer theoretisch (waarbij de verankering in andere deelgebieden van de wiskunde van groot belang is) tot zeer praktisch (zoals de implementatie op een rekenmachine van een numerieke methode; hier ligt een raakvlak met de informatica).

Binnen de numerieke wiskunde zou men een viertal zwaartepunten kunnen onderscheiden:

- I Differentiaal-, integraal-, differentie-differentiaal- en integro-differentiaalvergelijkingen;
- II Lineaire algebra (b.v. eigenwaarden en eigenvectoren, grote stelsels met ijle coëfficiëntenmatrices);
- III Approximatietheorie (b.v. integratie, interpolatie, speciale functies, minimaxbenaderingen);
- IV Niet-lineaire vergelijkingen.

PERIODE 1973-1984

Overzicht van aangevangen projecten

Sinds haar oprichting in 1973 heeft de afdeling zich hoofdzakelijk geconcentreerd op het aandachtsgebied I. Zoals reeds opgemerkt kent dit gebied een grote verscheidenheid van numerieke problemen die vooral

- 2 -

voortkomen uit de technische wetenschappen. Op het gebied I zijn door de afdeling de volgende projecten gestart in de periode 1973-1984.

- A NUMAL/NUMPAS (numerieke programmatheken in ALGOL/PASCAL): 1973-77.
- B Stijve beginwaardeproblemen: 1973-77.
- C Stijve randwaardeproblemen en eindige elementenmethoden: 1973-79.
- D Hyperbolische vergelijkingen (met toepassing op ondiep-water-vergelijkingen): 1974-77.
- E Stelsels niet-lineaire vergelijkingen en optimalisering: 1974-78.
- F Numerieke getaltheorie: 1973- (NW 3).
- G Volterra-vergelijkingen: 1977- (NW 5).
- H Splitmethoden (voor parabolische vergelijkingen): 1977-79.
- I Discretisatie van beginwaardeproblemen: 1978- (NW 1).
- J Multigridtechnieken: 1978- (NW 2 en NW 1).
- K NUMADA: 1982- (NW 4 en NW 6).
- L Ondiep-water-berekeningen (STW-project): 1983-87 (NW 7).
- M Euler-vergelijkingen (STW-project): 1984-88 (NW 8).

Overeenkomstig het advies van de NW-adviescommissie is de aard van het onderzoek sinds 1979 sterk verbreed. Waar in het verleden het onderzoek sterk methode-gericht was, wordt nu meer en meer probleem-gericht onderzoek gedaan, waarbij de zuiver theoretische analyse van numerieke methoden een zwaarder gewicht krijgt dan voorheen.

Overwegingen bij de keuze van projecten

Met de keuze van de projecten wil de afdeling evenals in het verleden, direct inspelen op belangrijke nieuwe ontwikkelingen. Uiteraard is hierbij ook de aanwezige know-how bij de vaste staf van belang. Dit houdt in dat ook op de middellange termijn de nadruk zal liggen op de numerieke analyse van differentiaal- en integraal-vergelijkingen, bij de numerieke programmatuur en de numerieke getaltheorie.

De meest sprekende voorbeelden van het inhaken op nieuwe ontwikkelingen in de numerieke wiskunde zijn de projecten A,B,C, en meer recent de projecten I,J,K alsook de STW-projecten L and M.

De voorbereidingen voor het programmatuurproject NUMAL (A) werden al in het begin van de zeventiger jaren getroffen (LR-reeks) ver voordat de numerieke software zich ging organiseren op internationaal niveau (IFIP). Door deze voorsprong was NUMAL de eerste "complete" programmatheek. Hierna werden de door commerciële instellingen ontwikkelde programmatheken NAG en IMSL vrij gegeven. Een zeer recente ontwikkeling op programmatuurgebied is de programmeertaal Ada, door velen gezien als het "Esperanto" onder de programmeertalen. In samenwerking met NPL (Ted-dington) werden richtlijnen opgesteld voor de ontwikkeling van numerieke programmatuur in Ada. Het eindrapport werd in 1983 uitgebracht. Mogelijke vervolgprojecten worden in paragraaf Toekomstige projecten (1985-1990) beschreven.

Het thema van de projecten B en C, stijve differentiaalvergelijkingen,

- 3 -

kwam eind zestiger jaren in de belangstelling en het IMC heeft van het begin af aan in de ontwikkeling van het onderzoek deelgenomen. Dit thema staat nog steeds in de internationale belangstelling, maar de constructie van nieuwe integratietechnieken heeft nu minder accent terwijl de niet-lineaire stabiliteitstheorie voor beginwaardeproblemen de laatste jaren sterk in de belangstelling komt. In project I is dit een steeds belangrijker wordend onderdeel. Verder zal dit project zich op de niet-lineaire analyse van numerieke methoden voor partiële differentiaalvergelijkingen concentreren, in aansluiting op het TW-project Niet-lineaire analyse.

De multigridmethoden (J) werden in 1978-1978 herkend als een mogelijk belangrijke techniek voor het oplossen van stijve randwaardeproblemen (B). De nieuwe techniek (geïntroduceerd circa 1977) bleek zoveel mogelijkheden te bieden, dat ze als zelfstandig project ter hand werd genomen. Het bleek o.a. mogelijk hiermee de numerieke methoden voor het oplossen van bepaalde integraalvergelijkingen essentieel te verbeteren. Op dit gebied wordt niet alleen theoretisch maar, met Prof. Wesseling (THD), ook toepassingsgericht onderzoek gedaan.

Hoewel de techniek zeker nog niet als algemeen bekend mag worden voorgesteld, wordt in Nederland de multigridmethode nu ook toegepast op het NLR en bij de SHELL (Rijswijk). Ook in project I is plaats ingeruimd voor onderzoek aan multigridmethoden voor de integratie van beginwaardeproblemen.

Een mogelijk interessant onderzoeksperspectief is de toepassing van multigridmethoden in combinatie met vectorcomputers. In het kader van de medio 1982 ingestelde Werkgroep Supercomputers werd een verkennend onderzoek uitgevoerd waaruit gebleken is dat hier, niet alleen voor multigridmethoden maar ook voor vele andere numerieke technieken, nieuwe mogelijkheden liggen grootschalige berekeningen in aanvaardbare reken-tijden uit te voeren. In 1984 zal hierop teruggekomen worden.

LOPENDE PROJECTEN (1984)

In de Begroting 1985 worden 6 lopende projecten (te weten NW 1,2,3,5,7,8) en een drietal nieuwe projecten (NW 4,6,9) genoemd en de benodigde mankracht, uitgesplitst naar aangegane verplichtingen en nog vrije ruimte, gespecificeerd.

Deze projecten worden voornamelijk uitgevoerd binnen 3 projectgroepen: Beginwaardegroep, Randwaardegroep en Programmatuurgroep. Daarnaast wordt er, wat mankracht betreft op bescheiden schaal, onderzoek verricht op het gebied van de numerieke getaltheorie.

Beginwaardegroep (NW 1, NW 5, NW 7)

Ten aanzien van de grootte van de onderzoeksgroep wordt verwezen naar de tabellen aan het einde van deze bijlage.

Binnen het project NW 1: Beginwaardeproblemen wordt fundamenteel numeriek onderzoek gedaan voornamelijk op het gebied van tijdsafhankelijke

- 4 -

partiële differentiaalvergelijkingen en met speciale aandacht voor niet-lineaire aspecten. Dit aandachtsgebied heeft sterke internationale belangstelling. Werkcontacten worden onderhouden met:

Prof.dr. R. Frank, TU-Wien,
Prof.dr. J.M. Sanz-Serna, Univ. of Valladolid,
Dr. C.T.H. Baker, Univ. of Manchester en
Prof.dr. A.O.H. Axelsson, Univ. van Nijmegen.

Dit project voorziet deels in het achtergrondonderzoek voor het STW-project NW 7.

Het project NW 7: Ondiep-water-vergelijkingen is in 1983 van start gegaan met als oogmerk de laatste ontwikkelingen in de numerieke wiskunde toe te passen in een utilisatie- gericht rekenprogramma. Bovendien heeft meegespeeld dat met de komst van de CYBER 205 de mogelijkheid geboden wordt om zeer snelle rekenprocessen speciaal aangepast aan deze supercomputer te realiseren.

Het project NW 5: Integraalvergelijkingen nadert zijn afsluiting, o.a. met een researchmonografie over Volterra-vergelijkingen in samenwerking met Prof.dr. H. Brunner, Univ. de Fribourg, Zwitserland.

Randwaardegroep (NW 2, NW 8)

Ten aanzien van de grootte van de onderzoeksgroep wordt verwezen naar de tabellen aan het einde van deze bijlage.

Binnen het project NW 2: Randwaardeproblemen wordt fundamenteel en toegepast numeriek onderzoek gedaan op het gebied van stationaire problemen, beschreven door tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen. Dit onderzoek vormt het achtergrondonderzoek voor de gecompliceerde problemen die men ontmoet in de olie-industrie (SHELL), Electronica-industrie (Philips), Lucht- en ruimtevaart (NLR, Fokker), in het bijzonder in de sterkteleer en de stromingsleer. Met de researchgroepen van genoemde industrieën wordt regelmatig contact onderhouden.

Verder worden werkcontacten onderhouden met:

Prof.dr. H.J. Stetter (TU-Wien),
Prof.dr. K. Böhmer (Univ. Marburg, BRD),
Dr. I.P. Jones (AERE, Harwell, UK),
Prof.dr. P. Wesseling (TH Delft).

Evenals in het geval van de Beginwaardegroep voorziet de Randwaardegroep in het achtergrondonderzoek van het sterk toepassingsgerichte STW-project NW 8.

Programmatuurgroep

Ten aanzien van de grootte van de onderzoeksgroep wordt verwezen naar de tabellen aan het einde van deze bijlage.

- 5 -

Na de afsluiting van het EC-project "Richtlijnen voor numerieke programmatuur in Ada" eind 1983 worden op dit moment de mogelijkheden onderzocht op het CWI een bibliotheek van numerieke programmatuur in Ada te ontwikkelen in samenwerking met NAG (Oxford), NPL (Teddington) en de Nederlandse Universiteiten UvA, RUU en RUG. Voor verdere details zij verwezen naar paragraaf Ada-programmatuur.

Numerieke getaltheorie (NW 3)

Naast het onderzoek binnen bovengenoemde afdelingsprojectgroepen wordt in samenwerking met de afdeling ZW onderzoek verricht in de getaltheorie. Het onderzoek beweegt zich op het grensvlak numerieke-zuivere wiskunde. Toepassingen zijn te vinden in de cryptografie. De recente resultaten m.b.t. het zgn. vermoeden van Mertens en de berekeningen m.b.t. de nulpunten van de Riemann zeta functie trekken internationaal sterk de aandacht. Intensieve contacten bestaan er met Bell Laboratories (Odlyzko), The Australian National University (Brent) en de Gesamthochschule Wuppertal (Borho).

TOEKOMSTIGE PROJECTEN (1985-1990)

Met uitzondering van het project NW 5: Integraalvergelijkingen zullen alle in paragraaf Lopende projecten (1984) beschreven in 1985 worden voortgezet. De overwegingen hiervoor zijn in deze paragraaf genoemd.

Daarnaast zijn een aantal nieuwe projecten gepland die evenals de lopende projecten binnen de 3 afdelingsprojectgroepen uitgevoerd zullen worden.

Beginwaardegroep

Binnen NW 1 wordt in samenwerking met Prof.dr. A.O.H. Axelsson (KU Nijmegen) onderzoek gepland op het gebied van slecht gestelde (instabiele) problemen. Snelle oplossingsstechnieken zijn van belang voor b.v. de "Backward Heat Equation". Het ligt in de bedoeling Randwaardetechnieken toe te passen; dit is mogelijk geworden door de toenemende reken capaciteit (supercomputers) en verbeterde iteratietechnieken.

Programmatuurgroep (NW 4, NW 6)

Een tweetal informatica-gerichte projecten werden gepland: NW 4. Ada-programmatuur en NW 6. Vector-programmatuur.

Ada-programmatuur

Door het Ministerie van Defensie van de VS werd met de ontwikkeling van de programmeertaal Ada een begin gemaakt met de invoering van universele programmeergereedschappen, die het maken van grootschalige, betrouwbare,

- 6 -

efficiënte en overdraagbare programmatuur moeten bevorderen. De Europese Commissie heeft zich hierbij aangesloten door middels Ada-Europe een groot aantal projecten en activiteiten te subsidiëren, die de invoering van Ada, het maken van compilers en programmeergereedschappen, en het gebruik voor industriële toepassingen stimuleren. In dit kader is het onder paragraaf Programmatuurgroep genoemde EC-project uitgevoerd. Om op tijd beschikbaar te zijn voor gebruik bij industriële programmatuur die thans in snel toenemende mate geproduceerd zal worden, is de vervaardiging en (voor de volgende punten 1 en 2) algemene beschikbaarstelling van de volgende gereedschappen van het grootste belang:

1. een implementatie van standaard- (wiskundige) basisfuncties in Ada, volgens richtlijnen die door NPL en CWI zijn opgesteld,
2. volledige bibliotheken in Ada voor wetenschappelijk rekenwerk, zowel voor grote rekenprogramma's in zgn. "batch"-verwerking, als voor gebruik in procesbesturing,
3. automatische vertaalprogramma's voor het omzetten van grote hoeveelheden bestaande programmatuur naar Ada,
4. automatische verificatie-gereedschappen voor het controleren van een aan reken-programmatuur te stellen serie eisen, zoals:
 - a. overdraagbaarheid,
 - b. numerieke overdraagbaarheid,
 - c. bereikte nauwkeurigheid,
 - d. programmacorrectheid volgens precondities,
 - e. geschiktheid voor speciale machine-architectuur zoals parallele processoren.

Daarnaast kan nu worden begonnen aan het ontwikkelen van nieuwe praktische geavanceerde methoden waarvoor een uitdrukkingsmiddel als Ada een grote steun kan zijn bij het oplossen van problemen door aansluiting bij het noodzakelijke hoge abstractie-niveau.

Het ligt in de bedoeling het hierboven geschetste project uit te voeren deels met subsidies van de Europese commissie, deels met gelden die het CWI in het vooruitzicht zijn gesteld in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan.

Vector-programmatuur

Het nieuw te starten project NW 6: Vector-programmatuur heeft tot doel programmatuur te ontwikkelen en beschikbaar te stellen voor supercomputers (met name voor de CYBER 205) die zo efficiënt mogelijk werkt en een zo breed mogelijk scala van toepassingsgebieden kan bedienen. Goede gebruikersprogrammatuur voor vectorcomputers is niet of nauwelijks voorhanden. De in de loop van 1984 beschikbaar te komen CYBER 205 computer van SARA biedt een uitstekende kans om actieve vectorresearch te plegen: het ontwikkelen van nieuwe algoritmen en het vectoriseren en optimaliseren van bestaande algoritmen voor vectorcomputers. Vectorcomputers bieden de mogelijkheid om belangrijke problemen (bv. uit de stromingsleer) aan te pakken, die voorheen nog te omvangrijk waren voor de toen beschikbare apparatuur. Dat vectorresearch het inzicht verdiept in

- 7 -

de vaak zeer gecompliceerde algoritmen, behoeft geen betoog.

Beoogd wordt dit project uit te voeren in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan, en met steun van het Control Data PACER-programma.

Bijlage 6Beleidsplan afdeling Informatica

INLEIDING

In het onderstaande wordt het beleidsplan van de afdeling Informatica voor 1985 uiteengezet. In de inleiding bespreken we enige algemene uitgangspunten, en maken we een aantal opmerkingen betreffende de realisatie en realiseerbaarheid van het beleid. In hoofdstuk 2 wordt een meer gedetailleerde beschrijving gegeven van een negental projecten, verdeeld over drie onderzoeksgebieden, waaraan in 1985 gewerkt zal worden. Tenslotte volgt een samenvatting van de geplande mankracht in de tabel op blz. 23.

De afdeling Informatica stelt zich ten doel onderzoek te verrichten op een aantal deelgebieden van de kern- en toepassingsgerichte informatica. Daarnaast ziet de afdeling het als haar taak om ontwikkelings- en voorlichtingswerkzaamheden uit te voeren gericht op het bruikbaar maken van resultaten van dit onderzoek, en om dienstverlenend te werken ten behoeve van enerzijds het academisch informaticaonderzoek, en anderzijds gebruikers bij overheid en bedrijfsleven.

Het beleid ten aanzien van het realiseren van deze doelstellingen moet gezien worden tegen de achtergrond van de aanzienlijke groei die de informatietechnologie in het algemeen en in het informaticaonderzoek in het bijzonder thans doormaken, en van het grote maatschappelijk belang van deze ontwikkelingen. Op deze zaken wordt uitgebreid ingegaan in het onlangs (januari 1984) uitgebrachte Informatica-Stimuleringsplan: Beleidsvoornemens tot bevordering van informatica en informatietechnologie in Nederland. Ten aanzien van het CWI wordt hier opgemerkt (p. 34): "Aan het Centrum voor Wiskunde en Informatica zal de gelegenheid worden geboden uit te groeien tot een toonaangevend centrum voor fundamenteel en toepassingsgericht informaticaonderzoek". Door de Vaste Bestuurlijke Overlegcommissie Stichting voor de Wiskunde / Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland is in een interimbeleidsnota uiteengezet welk onderzoek- en ontwikkelingswerk bij het CWI op het gebied van de informatica moet worden verricht, en het voorliggende beleidsplan moet gezien worden als een concrete invulling (voor 1985 in detail, voor 1986 en latere jaren in hoofdlijnen) van genoemde interimnota.

Ten aanzien van het onderzoek is in de nota sprake van een drietal gebieden. Deze keren -onder wat andere benamingen- terug in het beleidsplan als de gebieden

1. Architectuur
2. Programmatuur
3. Informatiesystemen en Interactie

Volledigheidshalve geven we in hoofdstuk 2 ook een globale omschrijving van een vierde gebied:

- 2 -

4. Kunstmatige Intelligentie.

De aanvang van het onderzoek in laatstgenoemd gebied is afhankelijk van het beschikbaar komen van de hiervoor benodigde mankracht en middelen (i.h.b. apparatuur). Vooralsnog is geen mankracht ten laste van de begroting 1985 opgevoerd.

In de eerste drie gebieden worden de volgende projecten voorzien:

1. Architectuur
 - 1.1. Complexiteit en algoritmen
 - 1.2. Gedistribueerde systemen, i.h.b. netwerken
 - 1.3. VLSI ontwerp
2. Programmatuur
 - 2.1. Concurrency
 - 2.2. Programmeertechnologie en specificatietalen
 - 2.3. Uitbreidbare programmeeromgevingen
 - 2.4. Het B-project
3. Informatiesystemen en Interactie
 - 3.1. Interactie
 - 3.2. Kantoorautomatisering

De totaal voorziene mankracht om deze negen projecten uit te voeren wordt begroot op 35 plaatsen. Hiervan komen 23 (1 chef, 1 souschef, 16 medewerkers, 4 programmeurs, 1 fte assistent) ten laste van de CWI begroting, en 12 ten laste van andere geldstromen, te weten

- ESPRIT, 3 medewerkers
- Nationale Faciliteit Informatica, 4 medewerkers
- STW, 2 medewerkers
- ZWO Prioriteitenprogramma voor Informatica, 2 medewerkers
- SION, 1 medewerker

(Een uitwerking in detail volgt in de tabel op blz. 23. Volledigheidshalve zij benadrukt dat het merendeel van deze 15 plaatsen voor 1985 nog aan te vragen goed te keuren projecten betreft).

Een vergelijking van het nu beschreven beleidsplan met het Wetenschappelijk Programma 1984 wijst het volgende uit:

1. Het gebied Informatiesystemen en Interactie is nieuw voor wat betreft het werk aan informatiesystemen. Als concrete invulling is gekozen voor het project Kantoorautomatisering, gemotiveerd door enerzijds het grote praktische belang hiervan, anderzijds de wetenschappelijk interessante mogelijkheden om te komen tot een integratie van een aantal terreinen van onderzoek (personal computers/workstations, netwerken, datacommunicatie, tekstverwerking, software engineering, etc.). Er wordt gestreefd naar inschakeling van een adviseur bij het project.
2. De overige groei van de afdeling komt ten goede aan uitbouw en versterking van de nu lopende projecten. Een aantal hiervan zijn in 1984 te klein bezet; met de nu voorziene uitbreiding wordt enerzijds versnippering tegengegaan, anderzijds wordt, omdat bij de uitbreiding vooral een beroep op andere geldstromen wordt gedaan, in het algemeen het utiliteitskarakter van

- het werk versterkt.
3. Het project Dataflow wordt per eind 1984 beëindigd (het contract van de betrokken medewerker loopt dan af). Bij de groei van het gebied Architectuur na 1985 is het de bedoeling om wederom meer aandacht aan niet-conventionele architecturen te gaan besteden.
 4. Het onderzoek op het terrein van de theoretische informatica is niet meer als een project opgenomen, maar verdeeld over de gebieden Architectuur (1.1) en Programmatuur (2.1 en een gedeelte van 2.2). Hiermee wordt een betere integratie met het meer praktisch georiënteerd werk in deze gebieden beoogd.

Ontwikkelings- /voorlichtings- /dienstverlenend werk

We geven nu een globale samenvatting van het beleid ten aanzien van het werk van de afdeling in de sectoren ontwikkeling, voorlichting en dienstverlening. Op een enkel punt volgt een nadere uitwerking in de gedetailleerde plannen in hoofdstuk 2.

Een belangrijk ontwikkelingsproject is het B-project, waarbij een gebruikersvriendelijke taal met bijbehorende omgeving wordt ontwikkeld, speciaal bestemd voor de niet-professionele programmeur. Een aantal contacten met de onderwijswereld is gelegd (Centrum voor Onderwijs en Informatietechnologie, Onderwijs Computer Centrum, PAO informatica voor leraren) en in 1985 zullen deze worden voortgezet en geïntensiveerd. Een belangrijke mogelijkheid lijkt om de rol van het CWI bij het (o.l.v. het COI op te zetten) educatief netwerk te exploiteren.

Samenwerking met industriële research en met een aantal (semi-)overheidsinstellingen (NLR, TNO e.d.) vindt vooral plaats via de thans lopende ESPRIT projecten -waarvan continuering in 1985 wordt gepland-, rond het werk aan GKS en dialoogcellen, en het nu lopende STW project rastergrafiek (zie projecten 2.2 en 3.2, resp.).

Voor het Netwerkproject is speciaal de internationale samenwerking in COST verband (waarover medio 1984 wordt beslist) van belang. Contacten met andere universiteiten worden ondermeer onderhouden via de CWI betrokkenheid bij het Landelijk Project Concurrency, en de samenwerking met de THE betreffende VLSI ontwerp.

Betreffende de consequenties van het Informatica-Stimuleringsplan voor het CWI willen we -naast de in het plan genoemde directe steun aan het CWI- nog wijzen op de in het plan beschreven thema's in de sector van strategisch onderzoek. Het is het voornemen van de afdeling om de komende tijd speciaal ten aanzien van de thema's Kunstmatige Intelligentie, en Computer Ondersteund Ontwerpen en Produceren, te onderzoeken in hoeverre inbreng van het CWI bij innovatiegerichte onderzoeksprogramma's voor deze terreinen mogelijk c.q. wenselijk is.

Ten aanzien van voorlichting/educatie heeft de afdeling de volgende plannen:

- (1) De serie colloquia zal worden voortgezet. Onderzocht zal worden of een andere vorm -een centrale locatie, dan wel samenwerking met SION Werkgemeenschappen- mogelijk de voorkeur heeft.
 - (2) De inspanningen betreffende door de afdeling te geven PAO (Post Academisch Onderwijs) Informatica zal worden gecontinueerd; mogelijke uitbreiding met een nieuw onderwerp wordt onderzocht.
 - (3) Oriëntatie t.a.v. de mogelijkheden tot het geven van gerichte cursussen bij bv. bedrijven, betreffende sectoren van het afdelingswerk (programmeertechnologie, UNIX e.d.).
 - (4) Begeleiding van stagiaires wordt gecontinueerd.
- Het organisatorisch/dienstverlenend werk zal eveneens worden voortgezet. Leden van de afdeling vervullen velerlei functies in Nederlandse en internationale wetenschappelijke organisaties (zie bv. jaarverslag 1983), en wij hechten grote waarde aan handhaving dan wel uitbreiding van deze inspanningen.

Tot slot van deze inleiding willen we nog enkele opmerkingen maken over de realiseerbaarheid van de in het plan beschreven doelstellingen.

1. Voorzien wordt een groei van de afdeling medio 1984-medio 1985 van omstreeks 40% (25 leden - 35 leden). Niet alleen zal de financiering van deze uitbreiding veel inspanning vragen, ook zal -in nog sterkere mate- het werven van talentvolle medewerkers veel zorg vereisen.
2. Een afdeling van omstreeks 35 personen behoeft een goed bemande en gestructureerde leiding. Uitgegaan wordt van een senior medewerker/projectleider (in vaste dienst) per project, met voor de grotere projecten ruimte voor een tweede medewerker in vaste dienst. De huidige leiding van chef/souschef zal moeten worden uitgebreid met hetzij een tweede souschef, hetzij een equivalente verzwaring van het takenpakket van (sommige) projectleiders. Voor de zwaardere belastingen onder hen komt o.i. dan een honorering op het niveau van universitair hoofd-docent in aanmerking.
3. In het onderstaande wordt slechts incidenteel ingegaan op de materiële faciliteiten van het beschreven onderzoeks- en ontwikkelingswerk. Een in overleg met het Computerlaboratorium op te stellen apparaatplan is in voorbereiding. De huidige apparaatfaciliteiten zijn reeds maximaal belast. Bij verdere groei van het afdelingsonderzoek zullen aanzienlijke investeringen nodig zijn, die een veelvoud vormen van die welke de laatste jaren gangbaar zijn. Wel kan nu reeds worden gesteld dat de geplande groei een aanzienlijk beroep op de ruimte zal doen: kamers voor medewerkers, voor nieuwe apparatuur/terminals etc. Het huidige kamerbestand van de afdeling is reeds maximaal bezet, zodat uitbreiding in nieuwe aan AI toe te wijzen kamers zal moeten worden ondergebracht.

BESCHRIJVING VAN DE PROJECTEN

We geven nu een uitgewerkte beschrijving van de projecten, inclusief een opgave van de benodigde mankracht. In hoofdstuk 3 van de beleidsbegroting geven we een samenvatting van de mankrachtplanning, evenals een overzicht van de voorziene groei van het onderzoek na 1985.

GEBIED 1. ARCHITECTUUR

Project 1.1. Complexiteit en algoritmen

Door het ontstaan van digitale rekenmachines is het mogelijk geworden niet alleen het bestaan van oplossingen voor exacte vraagstellingen te bewijzen maar die oplossingen ook daadwerkelijk uit te rekenen. Inherent aan de wens om steeds grotere problemen algoritmisch aan te pakken is het ontwerp van efficiëntere algoritmen. Het vergroten van gebruikersgemak in programmeeromgevingen en door vijfde generatie computersystemen, de beheersing van de complexiteit van gedistribueerde berekeningen in computernetwerken en op chip, brengen gigantische algoritmische problemen met zich mee. (Algoritmische problemen in de Informatica zijn eerder van architectonische dan van programmeertechnische aard.)

Het op het CWI voorgenomen onderzoek van computernetwerken, en van niet-conventionele architecturen in het algemeen, heeft dan ook een grote algoritmische component. De vraagstukken betreffen in logische volgorde achtereenvolgens het ontwerp en de constructie van de apparatuur, de operatie daarvan en de applicaties. Op het CWI moeten deze algoritmische problemen uit de praktijk van netwerken, parallelle architecturen en bijvoorbeeld ook heuristische AI algoritmen opgelost worden. Dit gebeurt in evenwicht met het fundamenteelere onderzoek dat niet op voorhand praktijkgericht hoeft te zijn. Zonder algemeen fundamenteel onderzoek in het ontwerpen van algoritmen en berekeningscomplexiteit zal de expertise, die nodig is voor het oplossen van dergelijke vragen, niet behouden blijven. De praktijk kan tot inspiratie daarvan dienen.

Onderzoek '84 - '85. Het onderzoek in machine complexiteit, het vergelijken van de efficiëntie in berekeningen van verschillende datastructuren, wordt in Nederland slechts op het C.W.I. gedaan en wordt voortgezet. Het reeds aangevangen onderzoek naar gedistribueerde algoritmen / protocollen / architecturen wordt uitgebreid. Het onderzoek naar complexiteit / architecturen / berekeningsmodellen voor geïntegreerde schakelingen wordt voortgezet c.q. uitgebreid. Het onderzoek naar primaliteit en factorisatie van polynomen is gebonden aan de persoon van A.K. Lenstra, en zal na diens promotie bij zijn eventueel vertrek niet voor het C.W.I. behouden blijven.

De contacten vanuit de algoritmieken naar de andere afdelingen van het CWI zijn veelvuldig. We noemen de combinatorische optimalisatie- en parallelle berekeningsproblematiek bij CWI-MB, de getallentheoretische onderzoeken (primaliteit) bij CWI-NW, factorisatie van polynomen met CWI-ZW.

Buiten het C.W.I. wordt in Nederland vooral contact onderhouden met de U.v.A. (groep Van Emde Boas) en de R.U.U. (groep Van Leeuwen). In het buitenland worden met talloze instituten en individuen contacten onderhouden.

Project 1.2. Gedistribueerde systemen, i.h.b. netwerken

1. Overzicht van het onderzoeksproject. Het onderzoek op het gebied van gespreide systemen concentreert zich rondom het Service Model, beschreven in [1]. In dit model wordt elk object (file, database, process) beheerd door een service. Elke service definieert een aantal vast omschreven operaties op de door die service beheerde objecten. In deze zin kan het service model worden vergeleken met abstract data types.

Rondom deze infrastructuur zijn een aantal deelaspecten van het onderzoek te onderscheiden. Allereerst het onderdeel "Protection en Authentication." Voor het verlenen van toegang tot services en de door hen beheerde objecten wordt gebruik gemaakt van zg. capabilities. In conventionele operating systems (al dan niet gespreid) worden capabilities beheerd door het operating system zelf. Dit houdt in dat het operating system veilig moet zijn; d.w.z. dat niet geautoriseerde gebruikers geen toegang tot de representatie van de capabilities mogen kunnen krijgen. In grotere gespreide systemen zal dit niet altijd realiseerbaar zijn: De op het netwerk aangesloten hosts zijn niet altijd buiten het bereik van kwaadwillige gebruikers te houden, die het officiële netwerk operating system eenvoudig kunnen vervangen door een eigen versie. Management van capabilities en i.h.b. de bescherming van capabilities in een gespreid systeem waarin de hosts niet noodzakelijk een veilig operating system hebben vormt het onderwerp van het eerste deelgebied.

Het tweede deelgebied is "Accounting en Resource Control." In conventionele systemen zijn i.h.a. voorzieningen om te registreren wat elke gebruiker aan resources consumeert. Deze voorzieningen hebben echter het bezwaar dat ze alleen geschikt zijn om cpu consumptie en in- en uitvoer te registreren. Vroeger was dit alleszins redelijk, daar apparatuur zeer duur was in verhouding tot programmatuur. Tegenwoordig is het precies andersom: het ontwikkelen van goede en bruikbare software is een orde duurder dan het gebruik van hardware. Accounting mechanismen moeten hierop inspelen door het mogelijk te maken dat elke gebruiker die een service aanbiedt (hardware of software) mechanismen ter beschikking heeft om te laten registreren wie er van gebruik maakt en hoeveel. Accounting en resource control mechanismen, dus, die niet alleen hardware resources registreren, en niet alleen ten behoeve van de systeembeheerder.

Het derde deelgebied is "Distributed Scheduling." Er is veel literatuur op het gebied van scheduling, ook op het gebied van

scheduling voor meerdere processoren; er is echter zeer weinig bekend over scheduling van processen waarvan niet van te voren bekend is hoelang ze zullen draaien, en wanneer en hoeveel ze geblokkeerd zullen zijn. Een van de onderzoeksdoelen voor de komende jaren is het ontwikkelen van scheduling algoritmen voor general purpose gespreide systemen.

Een vierde deelgebied wordt gevormd door interprocess communication mechanismen. Er moeten efficiënte methoden ontwikkeld worden die, gegeven de naam (capability) van een service, snel een server process voor die service vinden. Dit locate probleem is nog weinig onderzocht, hoewel het in allerlei vormen in allerlei gedistribueerde systemen optreedt. Een ander onderdeel van dit deelgebied wordt gevormd door communicatie protocollen. De bestaande standaards voor interprocess communicatie zijn niet geschikt voor de interactie tussen clients en services in lokale netwerken.

Naast het onderzoek rondom de infrastructuur nodig voor het service model wordt onderzoek gedaan naar verschillende netwerk services zelf. Hierbij wordt gedacht aan Distributed File Systems en Capability Servers, een service voor opslag en retrieval van capabilities.

Dit onderzoek wordt gedaan in samenwerking met andere researchinstellingen. In het bijzonder met de vakgroep Informatica van de Vrije Universiteit is een nauwe samenwerking op het gebied van distributed file servers en locating services. Verder is er samenwerking met een tiental onderzoeksinstellingen in heel Europa in het kader van een COST11 project. Een research proposal is gemaakt voor onderzoek op het gebied van gespreide systemen in Wide Area Networks. Een voorstel wordt in april 1984 door COST11 beoordeeld voor subsidiering van de samenwerkingskosten (reiskosten, netwerkkosten en mogelijk ontwikkelingskosten van software). Aan dit onderzoek ligt ook het service model ten grondslag. Het onderzoek aan het CWI vormt op deze manier een belangrijke bijdrage aan het gespreide systemen onderzoek in Europa en het bepalen van internationale standaards op dit terrein.

2. Het onderzoek in 1985
Een van de belangrijkste activiteiten voor (1984 en) 1985 zal zijn het implementeren van de voor een gespreid systeem benodigde infrastructuur als een basis voor het doen van verder onderzoek. Het daadwerkelijk bouwen van een gespreid systeem is een essentieel onderdeel van het onderzoek naar gespreide systemen, daar de bruikbaarheid van onderzoeksresultaten alleen in de praktijk bewezen kan worden.

Om dit werk te kunnen verrichten heeft het netwerken project in 1985 behoefte aan een stand-alone file server voor het doen van onderzoek naar gespreide file systemen, een terminal server voor communicatie met de gebruikers, en een viertal pool

processors, die de benodigde "computing power" moeten leveren. In de volgende sectie is de apparatuurbehoefte nader uitgewerkt.

In het kader van het Europese samenwerkingsproject in het kader van COST-11 zal onderzoek worden gedaan op het gebied van locating services in wide area networks, en het ontwerpen van protocollen voor authentication in wide area networks. Hiertoe is toegang tot Europese netwerken noodzakelijk. Daar de bestaande DN1 aansluiting van het CWI voornamelijk gebruikt wordt voor productie doeleinden, zal een tweede aansluiting nodig zijn, die, mede door O&O, voor programmaontwikkeling kan worden gebruikt.

3. Benodigde apparatuur

Voor het onderzoek op het gebied van gespreide operating systems is in 1985 de volgende apparatuur nodig:

- 1) Voor de file server is nodig een snelle cpu (+ 10 MHz), 2 Megabytes geheugen, een disk controller, disk drive en een Ethernet⁰ interface.
- 2) Voor elk van de pool processors is nodig een cpu, 1 Megabyte geheugen, en een Ethernet interface. Om te kunnen experimenteren met scheduling algoritmen is een aantal van 4 pool processors een minimum. Het is echter mogelijk de terminal server ook als pool processor te gebruiken.
- 3) Voor de terminal server is nodig, een cpu, 1 Megabyte geheugen, een Ethernet interface, en twee maal acht RS-232 poorten.
- 4) Voor het onderzoek in het kader van COST-11 is een aansluiting op het DN1 netwerk noodzakelijk.

4. Personeel

In 1984 is een medewerker benoemd. Een tweede is in de plannen voor medio 1984 voorzien. Vooralsnog behoeft dit aantal in 1985 niet te worden uitgebreid. Enige assistentie bij het onderzoek kan verder nog worden verwacht van VU of UvA studenten die hun afstudeerproject op het CWI verrichten. Hierover is overleg gaande met prof. A.S. Tanenbaum. In het COST-11 programma zijn fondsen beschikbaar om studenten of medewerkers tijdelijk bij een van de andere instituten in het project onder te brengen. Het zal dus ook mogelijk zijn langs deze weg assistentie in het onderzoeksproject te krijgen.

Referenties

1. Tanenbaum, A.S. Mullender, S.J. "An overview of the Amoeba Distributed Operating system", Operating Syst. Rev. 15(3) pp. 51-64 (July 1981).

Project 1.3. VLSI ontwerp

VLSI systemen, ook wel "chips" genaamd, zijn systemen waarin zeer

vele componenten gelijktijdig, en zeer snel, berekeningen kunnen uitvoeren. Het is daarom aantrekkelijk om programma's die een (grote) mate van parallellisme vertonen, te realiseren als VLSI systemen, om op die manier zeer korte berekeningstijden te bereiken.

Sinds de fabriceerbaarheid van deze VLSI systemen op grote schaal en in zeer compacte vorm, is men in de wetenschappelijke wereld, maar vooral in de industriële wereld, steeds meer aandacht gaan besteden aan het ontwerpen van VLSI systemen. Het ontwerpen van deze systemen is echter een zeer complexe taak. Het vereenvoudigen en systematiseren van het ontwerpen van VLSI systemen is daarom dringend geboden.

Werkplan voor 1985:

Met het beteugelen van de complexiteit van het ontwerpen van VLSI systemen is reeds in de afgelopen jaren een begin gemaakt. Voor het jaar 1985 is men voornemens aan de volgende punten aandacht te besteden:

- een verdere ontwikkeling van het formalisme genaamd trace theorie, een theorie die geschikt is voor een formele aanpak van het ontwerpen van VLSI systemen.
- een verdere ontwikkeling van een methode voor de specificatie en formele afleiding van programma's voor zgn. componenten: het betreft hier programma's waarvan de formele betekenis gebaseerd is op trace theorie en die geschikt zijn voor een VLSI implementatie.
- de bestudering van de implementatie aspecten van de hierboven genoemde programma's. Hierbij spelen vooral de fysische eigenschappen van VLSI systemen een rol. Een van de problemen is bijvoorbeeld de vertragingstijden in het transport van elektrische signalen door draden. Deze problemen kunnen vermeden worden door het kiezen van een "self-timed system" implementatie.

GEBIED 2. PROGRAMMATUUR

Project 2.1. Concurrency

De studie van gedistribueerde verwerking van gegevens - speciaal verwerking door meerdere processoren - heeft zich in de zeventiger jaren ontwikkeld tot een centraal thema in de theoretische (en toegepaste) informatica. Ontwikkelingen in de architectuur van computersystemen hebben hierbij een beslissende rol gespeeld. Het onderzoeksterrein van de theorie van gedistribueerde verwerking is zeer uitgebreid, en bevat allerlei deelterreinen, bv. complexiteitsvragen, parallellisme bij numerieke methoden, gedistribueerde databases en concurrency bij databases, etc., die in dit project niet aan de orde komen. De probleemstelling bij het project gaat uit van programmeerconcepten voor concurrency. Als hoofdprobleem bij samenwerkende processen treedt op: hoe worden de bewerkingen van de afzonderlijke processen gesynchroniseerd, en hoe verloopt de communicatie tussen de processen. Van de vele studies die talen voor concurrency tot onderwerp hebben, noemen we een

tweetal baanbrekende onderzoeken: Hoare's Communicating Sequential Processes, en Milner's Calculus for Communicating Systems. Beide talen introduceren een aantal fundamentele begrippen in de studie van concurrency, en zijn onderwerp van intensief onderzoek. De recente programmeertaal ADA heeft in het bijzonder van CSP invloed ondergaan. Wiskundige modelvorming voor concurrente programmeerconcepten is wezenlijk moeilijker dan voor sequentiële programma's. Is het bij de laatste veelal mogelijk slechts het invoer/uitvoer gedrag van het programma - in de vorm van een geassocieerde functie - te onderzoeken, bij parallelle programma's is het in het algemeen nodig veel meer van de geschiedenis van de verwerking - in de vorm van een gestructureerde weergave van de acties en toestanden onderweg - in de beschouwing te betrekken. Bovendien zijn vaak oneindig voortlopende berekeningen onderwerp van studie, welke nieuwe technieken (bv. ontleend aan de theorie van oneindige woorden) vragen en nieuwe problemen, in het bijzonder betreffende "fair scheduling" ontmoeten. In het algemeen vertoont de semantiek van concurrency raakvlakken met de theorie van formele talen (bv. betreffende de zogeheten trace talen) die niet optreden in het sequentiële geval. Het project stelt zich verder ten doel een bijdrage te leveren aan het onderzoek van (aspecten van) semantiek van concrete talen voor concurrency (met ADA als belangrijkste voorbeeld) en betreffende de gezondheid en volledigheid van systemen (bv. in temporele logica) om eigenschappen (correctheid, terminatie, deadlock freedom etc.) van concurrente programma's te beschrijven.

Een gedeelte van het project vindt plaats in het kader van het SION Landelijk Project Concurrency (LPC), syntactische, semantische en bewijstheoretische facetten. Hierin werken samen prof.dr. G. Rozenberg (RUL), voor syntactische aspecten (speciaal Petrinetten), prof.dr. J.W. de Bakker (CWI/VUA), voor semantische aspecten (zie onder), en prof.dr. W.P. de Roever (RUU/KUN), voor bewijstheoretische aspecten (speciaal real-time problematiek). Het LPC bevat een drietal promotieonderzoeken, en besteedt daarnaast speciaal aandacht aan educatieve doelstellingen (via het zogeheten Landelijk Seminarium), en aan contacten met industriële research. In 1985 zal bij het CWI gewerkt worden aan de semantiek van (niet-deterministisch) functioneel programmeren op zgn. stromen. Verder aan dataflow, hetwelk gezien kan worden als functioneel programmeren uitgebreid met een bepaalde vorm van feedback. Daarnaast zal aandacht geschonken worden aan onderwerpen als: semantiek bij soundness analyse van bewijssystemen, proceslogica, fairness, en aan de semantiek van oneindige berekeningen in relatie tot PROLOG.

Een belangrijke inspanning betreffende de theorie van concurrency wordt verder geleverd binnen project 2.2, speciaal betreffende procesalgebra (zie aldaar). Ook zijn er raakvlakken met project 1.3, betreffende trace talen.

Project 2.2. Programmeertechnologie, specificatietalen

Doelen

- (1) Wetenschappelijk onderzoek van adequaat niveau
- (2) Frequentie contacten met de industrie
- (3) Langzaam opbouwen van een hoeveelheid onderwijsbaar materiaal (theorie / case studies / praktijkervaringen)
- (4) Ontwikkeling van (1)...(3) ondersteunende software [dit mede in samenwerking met 2.3]

Als doelgroep voor (2) wordt gedacht aan: Philips, Hoogovens, Shell, Akzo, PTT, etc. Wanneer met deze bedrijven goede contacten gelegd zijn is een verdere uitbouw van de contacten naar de Nederlandse software industrie denkbaar.

Gebiedsomschrijving (indicatief, niet limitatief)

- specificatietalen (equational logic, first order logic, temporal logic schemes, processen/objecten, configuration descriptions)
- design patterns (implementatiebegrippen, operaties op specificaties, ontwerp-histories, onderhoud van ontwerpen)
- executeerbare specificaties (herschrijfregels, initiële algebra, SMX codegenerator, procesalgebra -machine, reductiemachines)
- systeemontwikkelingsmethodologie (initiële requirements, constructiemethoden, life cycle thematiek, interactie met electronica en werktuigbouw)

Deelterreinen die inzet vragen

A. Onderzoek

- (1) Procesalgebra (uitbouw tot onderwijsbare theoretische modules, toepassingsvoorbeelden en case studies, uitbreiding van syntax met geparаметriseerde acties)
- (2) Data Specification Language (Module begrip, operaties op modulen, overgang naar algebraïsche specificaties)
- (3) Executeerbare specificatie van herschrijfregels [Dit onderwerp is, i.s.m. project 2.3, nader uitgewerkt in de TVC/NFI aanvraag.]
- (4) Real time specificatietaal (real time versies van procesalgebra en CSP, real-time herschrijfsystemen)
- (5) Implementatiebegrippen (literatuurstudie, structurering in drie hoofdbegrippen: herschrijfregels, algoritmen op algebras, homomorfe inbedding, voorbeelden en case studies)
- (6) Het ontwikkelen van een filosofie over de plaats van "tools" in het software engineering gebeuren.

Als resultaat van deze onderzoeksactiviteiten zien we

- Bereiken van een goede startpositie voor meer toepassingsgericht onderzoek
- Ontwikkeling cursusmateriaal.

B. ESPRIT

Mogelijk moet hier extra personeel worden ingezet. We moeten er echter voor waken al te grote verplichtingen op ons te

nemen: een sterke positie binnen Nederland is voor het CWI zwaarwegender dan een ESPRIT-prestatie.

C. Onderwijs

Er zit veel perspectief in het geven van onderwijs gebaseerd op het toepassingsgerichte onderzoek binnen dit project. Voortzetting van de PAO cursussen "Moderne technieken in software engineering" wordt voorzien. Plannen voor het geven van andere cursussen op het terrein van programmeertechnologie zijn in voorbereiding.

Project 2.3. Uitbreidbare programmeeromgevingen

Motivering en probleemstelling

Bij het maken van (steeds grotere) informatieverwerkende systemen vormt de constructie van de software-component een toenemend probleem. Zowel de effectiviteit van het programmatuurontwikkelingsproces als de kwaliteit van het resulterende product laten te wensen over.

Programmeeromgevingen zijn bedoeld als hulpmiddel bij programmatuurontwikkeling en bestaan uit verzamelingen gereedschap voor het maken en bewerken van programma's. Uit eerder onderzoek in het kader van dit project is gebleken dat de diverse "modes" in een programmeeromgeving (d.w.z. subsystemen voor, bijvoorbeeld, editing en debugging, elk met hun eigen commandotaal) in hoge mate geïntegreerd kunnen worden binnen een linguïstisch raamwerk. Dit leidt tot systemen met een veel grotere consistentie en eenvoud dan de conventionele systemen. Het is voor veel toepassingen echter wenselijk dat de gebruiker het systeem kan uitbreiden met eigen (applicatie)talen. Zelfs een geïntegreerd systeem biedt dan weinig steun: de implementatie van en de omgeving voor de toe te voegen taal moeten geheel van de grond af opgebouwd worden.

In dit project wordt onderzocht hoe de gereedschappen in een programmeeromgeving gegeneraliseerd kunnen worden, zodat de inspanning, die voor het toevoegen van een nieuwe taal vereist is, drastisch kan worden verminderd. Daartoe wordt de omgeving gebaseerd op taaldefinities, waaruit automatisch voor elke taal bijvoorbeeld een syntaxgestuurde editor/prettyprinter en help-faciliteit wordt afgeleid. De gebruiker die een taaldefinitie toevoegt krijgt dus automatisch althans een gedeelte van de omgeving voor die taal ter beschikking. Belangrijk uitgangspunt is verder dat nieuwe taaldefinities gedeeltes van reeds bestaande definities kunnen "lenen". Dit voorkomt onnodige duplicatie en bevordert de uniformiteit van het systeem.

In verband hiermee ontstaat de vraag op welke wijze nieuwe talen in een dergelijk systeem gedefinieerd en vervolgens geoperationaliseerd moeten worden. In het bijzonder de specificatie van de semantiek van een nieuwe taal is een probleem. De syntax laat zich meestal zonder veel moeite uitdrukken.

Er is gekozen voor de algebraïsche methode van semantiekdefinitie. Terwijl algebraïsche specificatie van datatypen al enige tijd in de belangstelling staat, is meer recentelijk ook een algebra van processen ontwikkeld. Bovendien is sinds kort duidelijk dat algebraïsche definities voor een breed scala van problemen geschikt zijn. Het incorporeren van een dergelijke specificatiemethode heeft gevolgen voor de faciliteiten die het systeem de gebruiker uiteindelijk zal moeten bieden: naast de programmeerfase zal ook de ontwerpfase in toenemende mate ondersteund moeten worden.

Het onderzoek concentreert zich in de komende periode op de volgende vragen:

- 1) Op welke wijze dient de algebraïsche specificatiemethode nog verder uitgebreid te worden om de modellering van diverse aspecten van applicatietalen mogelijk te maken (zoals interactie, concurrency en het afhandelen van fouten en excepties).
- 2) Welke hulpmiddelen (syntaxgestuurde editor, typechecker) zijn nodig voor het incrementeel ontwikkelen van taaldefinities? Merk op, dat deze hulpmiddelen (en zeker de editor) universeel, d.w.z. taalafhankelijk, moeten zijn.
- 3) Welke operaties op taaldefinities zijn in het systeem vereist?
- 4) Hoe kunnen algebraïsche specificaties geoperationaliseerd worden? In principe is dit een onbeperkt veld van onderzoek. Het eenvoudigste is om alleen definities toe te staan die gemakkelijk operationaliseerbaar zijn en vervolgens geleidelijk operationalisering van grotere klassen van definities te onderzoeken.

Er wordt naar gestreefd om het systeem uiteindelijk zelfbeschrijvend te maken, d.w.z. het wordt zelf op grond van een algebraïsche specificatie gegenereerd.

Onderzoeksplan 1985

Literatuurstudie op diverse gebieden (geparametriseerde datatypen, exception handling en operationalisering van algebraïsche specificaties). Voorts toepassing van de specificatiemethode op uiteenlopende voorbeelden en op grond hiervan bijstelling en verfijning van de methode. Ontwikkeling van een experimentele programmeeromgeving.

In samenwerking met Dr. J.A. Bergstra is een aanvraag ingediend in het kader van de "Nationale Faciliteit voor Informatica" voor een "Ontwerp- en programmeeromgeving gebaseerd op algebraïsche specificaties". Daarin wordt vooral de ontwerpfase benadrukt die in het bovenstaande project voorlopig nog op de achtergrond blijft. Deze aanvraag omvat drie extra medewerkersplaatsen en additionele apparatuur.

Project 2.4. Het B-project

Het doel van het B-project is het ontwerpen, implementeren en verspreiden van een eenvoudige, gestructureerde, interactieve programmeertaal, ingebed in een bijbehorende programmeeromgeving.

Een van de wijdstverbreide programmeertalen is BASIC. Deze taal leent zich niet voor een methodische aanpak van het programmeren, maar brengt juist degenen die via deze taal met het programmeren kennis maken een denkwijze bij die de ontwikkeling van een goede programmeerdiscipline belemmert. Dit wringt te meer, daar op scholen (en ook aan universiteiten) BASIC vaak gebruikt wordt als ingang tot de informatica. Op de groeiende markt van personal computers is BASIC veelal de enige beschikbare taal.

In het kader van dit deelproject is inmiddels een taal "B" ontworpen die zich leent voor methodisch programmeren, en die door zijn eenvoud, zowel om te leren als in gebruik, geschikt is voor onervaren programmeurs.

Voordelen van deze programmeertaal zijn:

- B geeft de mogelijkheid kennis te maken met programmeren en het gebruik van programma's zonder de noodzaak zich te verdiepen in bijkomstigheden.
- Het gebruik van B stimuleert een goede aanpak van het programmeren, die ook voor het gebruik van andere programmeertalen nuttig is.
- Naarmate computers sneller, kleiner en goedkoper worden, ontstaat, naast informatici, beroepsprogrammeurs en hobbyisten, een groeiende groep van incidentele, maar serieuze computergebruikers (b.v. in wetenschap en vrije beroepen en onder particulieren) die niet tevreden zijn met het gebruik van standaard-pakketten, maar ook niet dagenlang aan een programma willen werken. Voor deze groep raakt een klassiek doel van programmeertalen achterhaald, nl. dat programma's snel moeten worden verwerkt, desnoods ten koste van programmeurstijd. Bij het ontwerp van B staat programmeursgemak op de eerste plaats, desnoods ten koste van verwerkingssnelheid. Dat garandeert dat de snel groeiende berekeningskracht die computers bieden ook daadwerkelijk zal kunnen worden gebruikt.

Om het interactieve gebruik van B eenvoudig te maken, zal de taal worden ingebed in een omgeving die volledig op B gericht is. Een integraal onderdeel van de B-omgeving wordt gevormd door een syntax-gerichte editor, het eerste deel van de omgeving dat nu gereed is. De kennis die deze editor heeft van de B-syntax kan gebruikt worden om b.v. tijdens editen syntax-fouten te rapporteren of te voorkomen door automatisch-afleidbare syntaxprofielen op het scherm te laten verschijnen.

Gewoonlijk kent een general-purpose systeem een commandotaal. Het beoogde ideaal is dat de commandotaal voor het B-systeem bestaat uit B zelf, aangevuld met editor-commando's.

Om een programmeertaal ingang te doen vinden, is meer nodig dan een taaldefinitie en een implementatie. Van groot belang zijn ook: ondersteunende teksten, zoals leerboeken; programmatuurpakketten; mogelijkheden tot het bespelen van uiteenlopende in- en uitvoerapparaten; protectiefaciliteiten, e.d. Omdat naar de filosofie van B er geen scheiding is tussen de programmeertaal en de commandotaal, raken deze problemen aan de taal zelf, en is er gecentraliseerde aandacht nodig om wildgroei en adoptie van inferieure mechanismen te voorkomen. De speciale hoedanigheid van B als taal voor

onderwijsdoeleinden vergt speciale inspanning om via experimenten, demonstraties en cursussen de taal in het (Nederlandse) onderwijs te introduceren.

De verwachte stand van zaken ultimo 1984

Door IBM Nederland is ten behoeve van het B-project een IBM PC beschikbaar gesteld. Ultimo 1984 zal Mark 1, de huidige implementatie, ook op de IBM PC draaien. Mark 1 zal uitgebreid zijn met een experimentele versie van de B-omgeving. We zullen enige ervaring met introductie van B in het onderwijs hebben d.m.v. een cursus in een middelbare-schoolklas en (niet zeker) een cursus aan leraren.

Er zal contact gezocht worden met de industrie.

Plannen voor 1985

1. Implementatie van een "produktie"-versie van de omgeving.
2. Ontwerpen en implementeren van een of meer extensies, zoals: matrices, graphics, data entry, networking.
3. Verdere experimenten in het onderwijs, en ontwikkelen van leermiddelen.
4. Voor zover nog niet gelukt, zal verder contact gezocht worden met industrieën.

Begroting

Personeel.

Het tijdstip begint in zicht te komen waarop het soort hardware dat voor een goed lopend B-systeem nodig is, ook betaalbaar zal worden voor de groepen waarvoor B ontworpen is. De huidige omvang van de groep van 6 personen (+ 1 stagiair) zal gehandhaafd moeten worden om op dat tijdstip een volledig en getest systeem te kunnen aanbieden.

Apparatuur.

Voor de verspreiding van B in het onderwijs door middel van experimenten met schoolklassen is er behoefte aan een zestal terminals, die van school naar school kunnen worden verplaatst. Het valt te voorzien dat deze experimenten een groot beroep zullen doen op de reken capaciteit van de CWI-computers, hetgeen tot vervroegde aanschaf van nieuwe computer-apparatuur zal moeten leiden.

Andere geldbronnen.

Er wordt naar gestreefd de utilisatie van B te bevorderen door, in contact met een geschikte groep van gebruikers, een STW project op te zetten. Bij het, onder leiding van het Centrum voor Onderwijs en Informatietechnologie op te zetten educatief netwerk (Stimuleringsplan Informatica, onderwijsbijlage p. 26) zal expertise van het CWI worden ingeschakeld. Wij verwachten langs deze weg de verspreiding van B te kunnen vergroten. Bij het PAO-Informatica voor leraren is, in samenwerking met de UvA, een cursusvoorstel ingediend (voor najaar 1984).

GEBIED 3. INFORMATIESYSTEMEN EN INTERACTIE

Project 3.1. Interactie

De communicatie tussen mens en machinaal proces of tussen machinale processen onderling vindt veelal plaats in de vorm van een dialoog, een reeks uitwisselingen tussen mens en machine dan wel tussen de ene machine en de andere. Men spreekt in dit geval van interactie. De uitdaging is om "gebruikersvriendelijke" systemen te maken, d.w.z. begrijpelijke systemen waarmee de gebruiker op voldoende hoog niveau en zoveel mogelijk onder uitsluiting van desastreuze fouten kan communiceren. Dit is een zeer breed terrein dat zowel aanrakingspunten heeft met andere technieken binnen de informatica, zoals taalontwerp, computer graphics en kunstmatige intelligentie, als met andere disciplines als ergonomie, linguïstiek en hersenonderzoek. Als zodanig is interactie-onderzoek een typisch voorbeeld van toepassingsgerichte informatica.

De strategie die bij dit project gevolgd wordt is eerst er naar te streven dat de gebruikersinterface geheel onder programmacontrole komt. Daarna moet het eenvoudiger zijn praktische ontwerpregels te implementeren, en rekening te houden met ergonomische eisen.

Binnen het project Interactie worden vier deelprojecten onderscheiden:

1. Computer grafiek
2. Faciliteiten voor Rastergrafiek in Programmeertalen (STW)
3. Dialoogcellen
4. Computer-geïntegreerde Productie

1. Computer Grafiek

Op het gebied van Interactieve Computer Grafiek is de afgelopen jaren een belangrijke bijdrage geleverd aan het ontwerp van de internationale grafische standaard GKS. Van deze standaard is een succesvolle implementatie gemaakt onder UNIX. Deze implementatie vormt thans de basis waarop veel consultatief werk plaatsvindt dat in nauwe samenwerking met twee medewerkers van O&O (CWI Dienst Opdrachten en Ondersteuning) wordt uitgevoerd. Hierbij wordt door O&O ontwikkeling gedaan op basis van adviezen en ontwerpbegeleiding vanuit de afdeling. Voor de komende jaren staan als vervolg hierop nog een aantal verdere ontwikkelingen op het programma zoals:

- extensie van GKS voor 3D grafiek. Op dit ogenblik wordt de internationale standaard in die richting uitgebreid op basis van een voorstel dat door P.J.W. ten Hagen en L.R.A. Kessener (THE) is geschreven.
- ontwikkeling van netwerkprotocollen op basis van GKS.
- ontwikkeling van grafische communicatie tussen informatiesystemen (databanken) op basis van GKS.

Dit werk zal zich zeker nog 4 jaar vanaf nu kunnen voortzetten. Het belang hiervan is ook dat een aantal hoogwaardige

programmatuurprodukten voor de software-industrie beschikbaar komen. Rondom deze activiteiten ontstaat een bestendige relatie met het bedrijfsleven. Deze kan dan weer benut worden om ook andere resultaten snel en met succes uit te zetten.

De afgelopen periode heeft de ervaring geleerd dat vanuit de afdeling voor advies en begeleiding een medewerker equivalent wordt ingezet. De hoeveelheid mankracht hiervoor hangt sterk af van het succes (i.e. de externe respons) van zo'n ontwikkeling. Voor de ondersteuning moet in het Computerlaboratorium minimaal een hoogwaardig interactief grafisch werkstation aanwezig zijn.

Literatuur: GKS-3D by P.J.W. ten Hagen and L.R.A. Kessener, Doc. ISO/TC97/SC5/WG2.

2. Rastergrafiek STW-project. (I.s.m. KU Nijmegen)

Het gehanteerde model voor rasterbeelden is gebaseerd op zgn. patronen (twee- of drie dimensionaal). Tussen patronen zijn operaties mogelijk van verzamelings-theoretische aard. Patroonhierarchyën kunnen worden opgebouwd en vervolgens afgebeeld via een zgn. vlekken-representatie: een zo primitief mogelijk gekozen tussenafbeelding die nog (raster)apparaat onafhankelijk is.

De resulterende twee-staps afbeelding is al met succes toegepast in de internationale standaard voor lijngrafiek. De hierarchische ordening kan gemodelleerd worden naar het voorbeeld van ILP. De invoerkant wordt gebaseerd op een concept uit ILP (referentiestructuur) en Input Tools.

Het integrale model wordt gebruikt om gebruikersgerichte grafische primitieven te ontwerpen. Tevens zal een basisimplementatie, te gebruiken vanuit hogere programmeertalen, gemaakt worden.

De theoretische en praktische resultaten zullen ter beschikking van de Nederlandse Software Industrie komen.

In 1983 is de functionele specificatie voor het initiële pakket faciliteiten grotendeels voltooid. Op basis van de implementatieresultaten zullen extensies en programmeergereedschap voor rastertoepassingen, zoals een picture editor gemaakt worden. Voor dit project geldt eveneens dat het resultaat via O&O, (in overeenstemming met STW-richtlijnen en -afspraken) aan het bedrijfsleven ten goede moet komen. Voor de ondersteuning kan dezelfde apparatuur gebruikt worden als genoemd onder 1.

3. Dialogcellen

Een van de belangrijkste aspecten van interactie is de dialoog d.w.z. het vraag-en-antwoord-spel dat zich tijdens een interactieve sessie voordoet. Onder dialoogprogrammering

wordt verstaan het specificeren van de mogelijke vragen en antwoorden, alsmede de toestand van de (zichtbare) interface (zoals een beeldscherm) gedurende elke stap in de dialoog.

Het dialooggedeelte van een programma wordt geprogrammeerd met behulp van een zgn. input-output-eenheid welke een complete beschrijving geeft, inclusief de veranderingen aan het gebruikers-grensvlak, van een stap in een dialoog.

Dialoogcellen kunnen hiërarchisch geordend zijn analoog aan de wijze waarop subroutines andere subroutines aanroepen. Van deze hiërarchie zijn afgeleid de invoergrammatica, activering en deactivering van invoerprocessen, het genereren en in stand houden van terugkoppeling en tenslotte de structuur van intern op te bouwen waarden.

Dialoogcellen worden uitgevoerd onder controle van een monitor, die de invoerparser stuurt, de invoerprocessen toewijst, het beeldscherm beheert, de communicatie met het algoritmische gedeelte verzorgt en tenslotte, foutbehandeling mogelijk maakt.

Rondom het dialoogcellenproject is thans een Nederlandse werkgroep geformeerd bestaande uit een kern van 6 personen die aan de implementatie (gaan) werken en een wat grotere groep die belangstelling heeft voor toepassingen in eigen kring (vooral voor CAD). De bedoeling is in de komende twee jaar (85/86) uit dit werk een professionele implementatie te produceren alsmede een aantal toepassingen. Het CWI blijft de centrale rol vervullen als ontwerper van de taal, alsmede de ontwerper van de implementatie. Ook het onderzoek dat hieraan ten grondslag ligt wordt op het CWI gedaan. De interface module met GKS, de zgn. symmetrische I/O laag op GKS wordt gemaakt in samenwerking met computergrafiek (1.)

Een aantal andere componenten zoals de parallelle-invoerparser en het ingebouwde foutherstelmechanisme zullen ook als aparte module voor ander gebruik op te leveren zijn.

De programmeertechnieken die in het kader van dialoogcellen worden ontwikkeld lenen zich ook voor andere toepassingen dan mens-machine dialogen. Van deze andere mogelijkheden zullen vooral adaptive control en robotbesturing de aandacht krijgen. Het CWI dient met minimaal 2 medewerkers bij het project betrokken te blijven daar anders de stuwende kracht achter zowel onderzoek als ontwikkeling onvoldoende is.

Voor het project zijn nodig een hoogwaardige programmeeromgeving, alsmede een interactief grafisch werkstation met zwart-wit bitmap display (e.g. SUN).

Het mens-machine communicatiedeel zal tot eind 1985 dominant zijn. Daarna (1986-1989) zal de adaptive control en robotprogrammering als toepassingsgebied genomen worden.

4. Computer-geïntegreerde fabricage (ESPRIT).

Op dit ogenblik wordt samen met buitenlandse industrieën een piloot-studie uitgevoerd voor de EEG om een raamwerk te scheppen waarbinnen onderzoeks- en ontwikkelingswerk ten behoeve van computer-geïntegreerde fabricage kan plaatsvinden. Bij deze studie wordt het hele scala van computergesteunde activiteiten voor fabricage behandeld zoals ontwerpen en analyseren van produkten (CAD/CAE) ontwerpen en plannen van produktie (CAPE) en het ontwerpen van produktiemethoden, waarbij inbegrepen robotics. Op dit ogenblik worden 5 medewerkers hiervoor ingezet.

Het ligt in de bedoeling volgend op de pilootfase, welke in 1985 zeker beëindigd wordt, in het hoofdprogramma voor 5 jaar met ca 3 medewerkers te blijven meedoen, waarbij de aandacht vooral gericht gaat worden op de volgende onderwerpen:

1. Informatiesystemen voor geïntegreerd ontwerpen van produkten, produktie en produktiebesturing. Deze informatiesystemen moeten in eerste instantie gecompliceerde gegevensstructuren in meervoudige hiërarchieën kunnen bevatten. Bijvoorbeeld moet een functionele specificatie van een produkt gebruik kunnen maken van een vormbeschrijving op lager niveau.
Deze informatiesystemen moeten vanaf interactieve grafische werkstations toegankelijk gemaakt worden.
2. Sensor besturing.
Hierbij wordt gedacht aan twee richtingen:
 - 2.1 De controle aspecten van sensoren die sterk interactief zijn. Hierbij zal de kennis opgedaan met dialoogcellen worden toegepast.
 - 2.2 Geavanceerde sensorsystemen die in real-time kennisbestanden raadplegen. Dit project heeft een duidelijke link met het eerste onderwerp.

Er is op basis van ons huidige succesvolle ESPRIT-werk belangstelling in Nederland om met ons samen te werken. Het is zeer wel mogelijk dat indien ESPRIT om wat voor reden niet doorgaat in Nederlands verband hieraan gewerkt kan worden.

Nodig zullen zijn, behalve goede interactiefaciliteiten en programmeeromgevingsfaciliteiten, een geavanceerd (minstens relationeel) databanksysteem, dat bv. op een VAX 750 of vergelijkbare machine loopt. Dit project zal minstens 5 jaar lopen (1990)

Bij de opbouw van een databank voor geometrische informatie zal de ervaring opgedaan met de structurering van deze gegevens in het kader van GKS en het rasterwerk met vrucht gebruikt kunnen worden.

Project 3.2. Kantoorautomatisering

Bij het thema kantoorautomatisering wordt, in tegenstelling tot meer traditionele vraagstellingen betreffende automatische gegevensverwerking dan wel Management Information Systems, de aandacht speciaal gericht op systemen en voorzieningen ten behoeve van het verwerken van informatie door manipuleren van teksten, documenten en formulieren, en het efficiënt organiseren, opbergen, kopiëren, veranderen, analyseren en terugzoeken van deze informatie. Bij een geautomatiseerd kantoorstelsel ligt de nadruk op de integratie van de componenten. Als voorbeeld diene de behandeling van een intern formulier waarbij de gebruiker beschikt over een enkel interface ten behoeve van het creëren, kopiëren, versturen en opbergen hiervan. Bij de verwezenlijking van een dergelijk geïntegreerd systeem komen vele problemen aan de orde, enerzijds intrinsiek aan het eigenlijke doel van dit systeem, anderzijds leidende tot diverse vormen van informatica onderzoek. Fundamenteel is allereerst het beschikbaar hebben van een model voor het kantoorwerk, waarbij activiteiten beschreven worden in termen van (i) een verzameling transacties resulterend uit verzoeken om dienstverlening, ieder met een eigen prioriteit, en in relatie tot een aantal ondersteunende file systemen; (ii) een verzameling personen die de taken uitvoeren, in communicatie met elkaar en met, wederom, ondersteunende file systemen, (iii) een aantal communicerende media (telefoon, files, electronic mail) met de bijbehorende eenheden van communicatie (een telefoongesprek, een query in een file systeem, etc.); (iv) een grote database in interactie met gebruikers.

Nadere analyse van mogelijke functies in de kantoorpraktijk, en van (abstracte vormen van) formulieren, documenten en de wijze waarop deze langs diverse wegen door een kantoor stromen, moet worden verricht.

Informatica gerichte vraagstellingen die aan de orde komen liggen, onder meer, op het terrein van

- a. Bedrijfssystemen/Databases. Een Kantoorautomatiseringssysteem kan worden gezien als een gedistribueerd bedrijfssysteem met een geavanceerde gebruikersinterface en een aan hoge eisen voldoende database faciliteit. Hierbij komen de uit deze gebieden bekende problemen zoals betrouwbaarheid, optimale distributie van taken over componenten, consistentie, en beveiliging aan de orde.
- b. Personal computers/intelligente workstations met een hoog niveau van gebruikersvriendelijkheid, en voorzien van geavanceerde grafische hulpmiddelen, moeten in lokale netwerken worden gekoppeld. Technologische ontwikkelingen zijn in belangrijke mate bepalend voor de wijze waarop aan de hoge eisen van een geautomatiseerd kantoorstelsel kan worden voldaan.
- c. Communicatie. De omgeving in een kantoor is multimediaal. De introductie van breedband communicatienetwerken zal overdracht mogelijk maken van geïntegreerde tekst, beeld, bewegende beelden en geluid.

- d. Programmeertalen/software engineering. Binnen een geautomatiseerd kantoor bestaat behoefte aan zeer hoog niveau talen speciaal gericht op definitie en verwerking van documenten en formulieren. Technieken bekend uit de software engineering bij ontwerp en ontwikkeling van software, speciaal in een gedistribueerde omgeving, kunnen worden toegepast op de speciale probleemstelling van een kantoorstelsel.

Een concreet werkplan voor 1985 moet nog worden gemaakt. Hierbij zal de nieuw aan te stellen projectleider een belangrijke rol hebben. Gestreefd zal worden naar inschakeling van een adviseur bij dit project.

GEBIED 4. KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE

Ten behoeve van de planning na 1985 volgt hieronder een globale omschrijving van een project binnen het gebied Kunstmatige Intelligentie.

Project 4.1. Kunstmatige intelligentie: hulpmiddelen vanuit de informatica.

Kunstmatige intelligentie (afgekort met AI voor Artificial Intelligence) houdt zich bezig met de studie en ontwikkeling van programmeertechnieken en -in mindere mate- special-purpose hardware, gericht op de constructie van computersystemen die intellectuele taken kunnen verrichten. Hierbij denken we aan taken als begrijpen en genereren van natuurlijke taal, leren, probleemoplossen, en perceptie. Een belangrijk streven vanuit AI is om informatieverwerkende systemen te specificeren in termen van wat moet worden uitgevoerd in plaats van hoe het moet worden uitgevoerd. Gebruikers van computersystemen behoeven dan slechts feiten en regels te specificeren, en allerlei problemen van zoeken, besturing, patroon-manipulatie en gevolgtrekkingen kunnen aan het systeem worden overgelaten. Mogelijke AI toepassingen zijn onder andere: database management (natuurlijke taal interfaces, intelligente informatieontsluiting), diagnose, interpretatie van meetgegevens en signaalverwerking, computergesteund onderwijs, ontwerp en planning (productiesysteem, CIM), perceptieve en manipulatieve taken (spraakherkenning, robotiek).

Het CWI wil het onderzoek in het thema Kunstmatige Intelligentie vooral richten op de hulpmiddelen vanuit de informatica. Op die manier wordt het best aangesloten bij de in het CWI aanwezige know-how. Meer specifieke AI onderwerpen, bv. spraakherkenning, computer vision, of expert systemen met de nadruk op speciale toepassingsgebieden, komen in verband met de vereiste aanwezigheid van speciale apparatuur en/of toepassings specifieke expertise pas in een later stadium in aanmerking. Een ontwikkelingsproject betreffende, bijvoorbeeld, een concreet expert systeem in samenwerking met een ander vakgebied zou dan zeer wel kunnen worden opgezet.

Bij AI ondersteuning vanuit de informatica denken we dan ondermeer

aan: AI programmeertalen zoals LISP en PROLOG; de implementatie van AI talen en systemen op nieuwe architecturen (LISP en PROLOG machines; PROLOG op dataflow architectuur); AI programmeeromgevingen; methodologische grondslagen van expert systemen en van knowledge engineering, zoals betreffende ontwerp van semantische netwerken, specificatie en manipulatie van inferentieregels, en analyse van consistentie, volledigheid en efficiency van formele systemen voor inferentie.

Naast deze onderzoeksonderwerpen van fundamentele aard wordt verder voorgesteld om, in overeenstemming met de adviezen van de Verkenningscommissie Kunstmatige Intelligentie, bij het CWI een centrale voorziening in te richten ten behoeve van AI onderzoek in Nederland. Het doel van deze voorziening zou zijn: (i) te dienen als computerfaciliteit voor het onderzoek in het onderhavige thema; (ii) als distributiecentrum te dienen voor AI software, ontwikkeld via CWI of landelijke onderzoeksprogramma's, of anderszins verkregen; (iii) de AI gebruikersgemeenschap in staat te stellen om te experimenteren met beschikbare hulpmiddelen en systemen; (iv) als centrale knoop in een AI netwerk op te treden.

Bijlage 7

De Algemene Dienst van het Centrum voor Wiskunde en Informatica.

1. Inleiding

Het Centrum voor Wiskunde en Informatica (C.W.I.) is een instituut voor onderzoek op het gebied van wiskunde en informatica. Het onderzoek vindt plaats binnen de wetenschappelijke afdelingen van het C.W.I. Deze afdelingen, leiding en medewerkers, hebben ondersteuning voor het onderzoek nodig, zoals de dienstverlening door de Bibliotheek en de Publicatiedienst, maar ook van de dienst Opdrachten en Ondersteuning voor computerwerk, tekstverwerking en programmeerhulp. Daarnaast is de dienstverlening door de Personeelsdienst en de Financiële Dienst en secretariële en huishoudelijke ondersteuning zowel voor de wetenschappelijke afdelingen en de diensten als voor elk der personeelsleden van het C.W.I. vanzelfsprekend.

2. Organisatie en taken van de diensten.

De bedoelde dienstverlening wordt verricht door de "diensten", welke zijn ondergebracht in de Algemene Dienst van het C.W.I. De indeling per 1 april 1984 is

- Bureau
- Publicatiedienst
- Personeelsdienst
- Financiële Dienst
- Receptie/Huishoudelijke Dienst
- Bibliotheek
- Dienst Opdrachten en Ondersteuning
- Kantine

De leiding van een dienst wordt gegeven door een hoofd van dienst. De leiding van de Algemene Dienst berust bij de Directie, waarbij de eerst verantwoordelijke de Directeur Beheerszaken is.

De taken, kort samengevat, van elk der diensten, zijn

- Bureau: - ambtelijk secretariaat van advies- en beleidscolleges van SMC en SION;
- administratieve begeleiding en ondersteuning van zuiver- en technisch-wetenschappelijke onderzoekprojecten op de gebieden wiskunde en informatica;
 - initiëren van en vorm geven aan activiteiten die inspelen op actuele ontwikkelingen van zowel wetenschappelijke als beleidsmatige aard op de beide gebieden informatica en wiskunde;
 - verantwoordelijkheid voor en eindredactie van de niet-wetenschappelijke publicaties van Stichting en Instituut;
 - redactiesecretariaat van de Wetenschappelijke Redactie van de Boekenseries van het C.W.I. en de redactionele ondersteuning bij de overige wetenschappelijke uitgaven;
 - geven van voorlichting met betrekking tot de wetenschapsbeoefening op het terrein van de wiskunde en informatica in het algemeen en binnen het C.W.I.
 - secretariële ondersteuning van wetenschappelijke afdelingen en diensten;

- verkoop en distributie/verzending van publicaties van SMC/CWI; WG, VVS, enz.

Publicatiedienst (typekamer, reproductie/ontwerp):

- grafisch verzorgen, typen en reproduceren van alle wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke publicaties van SMC/CWI, publicaties voor LWC-en SMC en SION, alsmede de verzorging van drukwerk voor derden (WG, VVS, WCW-instituten, ZWO-stichtingen, proefschriften).

Personeelsdienst:

- personele zaken en de daaraan verbonden administratie en correspondentie (salarissen, pensioenverzekeringen) en opstelling van de begroting van de personele lasten;
- voorbereidende werkzaamheden voor bezoeken van personeelsleden aan binnen- en buitenlandse conferenties, congressen, cursussen etc. bemiddeling bij de ontvangst en huisvesting van buitenlandse gasten.

Financiële Dienst:

- administratie van financiële zaken en daarmee samenhangende correspondentie van SMC/CWI en de gemeenschappelijke voorzieningen van het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW);
- verzorgen van de inkoop van goederen en diensten, alsmede materieelbeheer;
- opstellen van begrotingen, de jaarlijkse rekening en verantwoording en tot stand brengen van een aantal financiële analyses gedurende het verslagjaar;
- administratief-financiële begeleiding van het wetenschappelijk onderzoek en van de opdrachten voor derden.

Receptie/Huishoudelijke Dienst:

- telefoongesprekken en ontvangst van bezoekers;
- uitgaande post en telexberichten;
- toezicht houden op gebouw, verrichten van kleine onderhoudswerkzaamheden, distribueren van de binnenkomende post, enz.

Bibliotheek:

- Naast de normale bibliotheekwerkzaamheden (acquisitie, ontsluiting, interbibliothecair leenverkeer, etc.):
- verzorging van ruil van publicaties tussen de mathematische instituten in Nederland en België en ruil van tijdschriften ten behoeve van het WC;
 - verzorging van de Landelijke tijdschriftencatalogus Wiskunde en Informatica;
 - verzorging EMC-project grijze literatuur;
 - publicatie van overzichten per cursusjaar van dictaten en syllabi van universiteiten en hogescholen en andere instellingen in Nederland.

Dienst Opdrachten en Ondersteuning:

- technische-wetenschappelijke programmeren intern en extern/opdrachten;
- computerlaboratorium;
- kantoorautomatisering/tekstverwerking

- datatypewerk
- coördinatie SARA-aangelegenheden.

Kantine WCW:

- lunches, koffie, thee
- ontvangsten.

3. Omvang van de diensten

De bezetting van de diensten, uitgedrukt in aantallen personeelsleden en voltijdsequivalenten (fte), per 1 april 1984:

	aantal personeelsleden		fte
Bureau/ Secretariaat	10		8,4
Publicatiedienst			
diensthoofd	1	1,0	
typekamer	7	6,4	
repro/ontwerp	5	4,1	11,5
Personeelsdienst	2		2,0
Financiële Dienst	4		4,0
Receptie/Huishoude- lijke Dienst	3		2,0
Bibliotheek	12		8,8
Dienst Opdrachten en Ondersteuning			
diensthoofd	1	1,0	
computerlab	6	5,7	
tekstverwer- king	3	3,2	
programmeurs	10	9,6	
data-typistes	4	3,0	22,5
Kantine WCW	7		4,3
	--		----
	75		63,5

De diensten van de Algemene Dienst verlenen naast de diensten aan het CWI ook omvangrijke diensten aan SMC, SION, WCW en overige derden. Met betrekking tot SMC en SION betekent dit het ambtelijk secretariaat voor de landelijke activiteiten en ondersteuning voor de besturen van de Stichtingen. De dienstverlening aan het WCW betekent een aandeel in de exploitatie in de gemeenschappelijke voorzieningen, die uitgaat boven hetgeen direct voor het CWI noodzakelijk is (2,7 als deel van 4,3). Onder de overige derden vallen werkzaamheden voor en in het kader van ZWO, FOM, STW, VU en UvA, SARA, ESPRIT, (semi-)overheid en bedrijfsleven, WG en AR. Deze diensten worden verricht binnen de subsidieverstrekking door ZWO (b.v. SMC/CWI is stichter van SARA en coördineert en betaalt het gebruik van de computerfaciliteiten door ZWO/FOM) of worden betaald aan CWI.

Overzicht van de werkzaamheden, verdeeld naar CWI, SMC, SION, WCW en overige derden:

	CWI	SMC	SION	WCW	Overige derden	Totaal fte
Bureau/secretariaat	6,1	1,1	1,0		0,2	8,4
Publicatiedienst						
diensthoofd	0,6				0,4	1,0
typekamer	4,7				1,7	6,4
repro/ontwerp	1,8				2,3	4,1
Personeelsdienst	1,9			0,1		2,0
Financiële Dienst	3,3	0,1		0,6		4,0
Receptie/Huishoudelijke Dienst	1,5			0,5		2,0
Bibliotheek	8,0				0,8	8,8
Dienst Opdrachten en Ondersteuning						
diensthoofd	0,7				0,3	1,0
computerlab	5,2				0,5	5,7
tekstverwerking	2,7				0,5	3,2
programmeur	4,3				5,3	9,6
data typistes	1,0				2,0	3,0
Kantine WCW	1,2			3,1		4,3
	<u>43,0</u>	<u>1,2</u>	<u>1,0</u>	<u>4,3</u>	<u>14,0</u>	<u>63,5</u>

Samenvatting van het overzicht

Per 1 april 1984 werken 75 van de 154 personen (incl. 4 STW-medewerkers) of 63,5 van de 138,2 fte-en organisatorisch binnen de Algemene Dienst. Van die 63,5 fte-en werken 43,0 fte-en (2/3 deel) direct voor het CWI. Van die 43 behoren er 31,3 (ong. 3/4 deel) tot de wetenschappelijke afdelingen direct ondersteunende diensten (Publicatiedienst: 7,1; Bibliotheek: 8,0; O&O: 13,9; Secretariaat: 2,3) en 11,7 tot de indirect ondersteunende diensten (Bureau: 3,8; Personeelsdienst: 1,9; Financiële Dienst: 1,5; Kantine: 1,2).

Anders geformuleerd: per 7 personeelsleden van de wetenschappelijke afdelingen (incl. leiding) geven van de 6 personeelsleden Algemene Dienst 3 personeelsleden directe ondersteuning (Bibliotheek, Publicatiedienst, Opdrachten en Ondersteuning, Secretariaat) en 1 personeelslid de overige ondersteuning (Personeels- en

Financiële Dienst, Kantine, etc.), terwijl daarnaast 2 personeelsleden overige, betaalde werkzaamheden verrichten voor de landelijke projecten en Bureau van SMC en SION, voor WCW, voor ZWO, FOM, STW, VU en UvA en SARA, voor (semi-) overheid en bedrijfsleven en voor WG en AR.

4. Korte-termijn vooruitzichten.

Eind 1983 zijn de behoeften en wensen ten aanzien van de dienstverlening schriftelijk bij de wetenschappelijke afdelingen en diensten van de Algemene Dienst geïnventariseerd. Op grond van die behoeften en wensen worden op korte termijn enkele typistes en secretaresses (ca. 3 fte, waarvan 1 fte extern betaald) en een bureau-redacteur aangesteld.

II DE BELEIDSBEGROTING VOOR DE LANDELIJKE PROJECTEN

II.1 Het onderzoek binnen de Landelijke Projecten

"A Mathematician's reputation rests on the number of bad proofs he has given"
A.S. Besicovitch.

Terwijl in een instituut van de omvang van het CWI de onderzoekers in zekere aandachtsgebieden kunnen worden gegroepeerd waarvoor beleid kan worden ontwikkeld, is dit bij het via de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC gesubsidieerde projectonderzoek veelal niet het geval. Slechts enkele projecten hebben de vorm van een landelijk samenwerkingsverband rond onderzoeksthema's, zoals de projecten "Moduli" en "Singulariteiten" binnen het LSV Algebra en Meetkunde. De meeste projecten zijn min of meer op zichzelf staand althans vanuit de Stichting gezien; zij vinden plaats binnen het kader waarin de projectleider bij universiteit of hogeschool functioneert. Hier komt het bijzondere karakter van wiskundig onderzoek sterk tot uiting. Dit vakgebied wordt bij uitstek bedreven door individuen of zeer kleine groepen en de beste resultaten worden dikwijls niet verkregen door zorgvuldig opgezette onderzoekprojecten maar door individueel inzicht en talent, ontmoetingen en andere soms toevallige omstandigheden.

Als gevolg hiervan moet worden gesteld dat een goed beleidsplan voor wiskundig onderzoek in de eerste plaats gericht moet zijn op het scheppen van het juiste werkklimaat voor individuele wiskundigen. Het opzetten van een beleidsbegroting, waarin wenselijke aandachtsgebieden en lange termijnprognoses omtrent ontwikkelingen binnen het wiskunde-onderzoek worden aangegeven, is daarom een hachelijke onderneming en kan zelfs haaks komen te staan op dit uitgangspunt. Immers het gevaar dreigt dat de door bestuurs- en adviesorganen van de Stichting opgezette beleidsplannen de functie krijgen van filter in plaats van initiator/simulator, dat projecten slechts worden gehonoreerd als ze passen in de door deze organen voorziene ontwikkelingen. Terecht stelt ZWO in haar brief d.d. 17 januari 1984, naar aanleiding van de begroting 1984: "SMC dient er () tegen te waken dat een 'gezonde en evenwichtige ontwikkeling van het wiskundig onderzoek' overgaat in verdelende rechtvaardigheid, waarbij bovendien het gevaar bestaat dat uitdagend onderzoek wordt achtergesteld bij vakkundig doch risicool werk". Echter, vooraf door bestuurs- en adviescolleges op te stellen beleidsplannen kunnen gemakkelijk als leidraad gaan gelden bij te formuleren projectaanvragen, waardoor onvoorzien 'uitdagend' onderzoek minder snel voor subsidie zal worden voorgedragen. Bovendien ontstaat het

gevaar, nu de projecten niet langer de basis vormen van de subsidieaanvraag van de Stichting, dat de verantwoordelijkheid voor het projectonderzoek wordt verplaatst van de projectleider naar de beleidsorganen.

De in de bijlagen verstrekte beleidsplannen voor de Werkgemeenschappen en Landelijk Samenwerkingsverbanden dienen in het licht van bovenstaande opmerkingen te worden gelezen. Essentieel in de plannen is de beschrijving van de interessante onderzoeksthema's en de (wenselijke) aansluiting hierop van onderzoeksprojecten. Aandacht wordt besteed aan de onderlinge contacten, terwijl in de beschrijving van de beleidsdoeleinden steeds ruimte zal worden gelaten voor individuele invulling met projecten.

De ontwikkelingen op het gebied van de rekenapparatuur en interactieve grafische mogelijkheden geven aanleiding tot nieuwe ontwikkelingen binnen het wiskunde-onderzoek. Voorbeelden hiervan vindt men in wat wel wordt genoemd de "experimentele wiskunde", in de ontwikkeling van algoritmen voor micro's, in toepassingen van de filtertheorie bij beeldverwerking en vele andere zaken. Bij dergelijk onderzoek zal naar verwachting behoefte ontstaan aan materiële voorzieningen zoals microcomputers en (grafische) terminals. Dergelijke apparatuur is dikwijls niet beschikbaar bij de instelling waar het project wordt uitgevoerd. Daarom acht de Stichting het wenselijk voor dergelijke materiële aanschaffingen een bedrag op de begroting te reserveren. Dit bedrag is voor 1985 bescheiden (50 kf) en groeit tot 150 kf in 1989.

II. TABELLARISCHE OVERZICHTEN BETREFFENDE LANDELIJKE PROJECTEN

1. Samenvatting aanvraag 1985
2. Meerjarenraming 1985 t/m 1989
3. Uitsplitsing van continueringen naar Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden
4. Algemene kosten.

Samenvatting aanvraag 1985 (bedragen x 1.000)

- = n.v.t.

Stichtingsnummer:	Academici		Overig personeel		Materiële kosten				Totaal
	plaatsen	fte	plaatsen	fte	reiskosten binnenl.	reiskosten buitenl.	overige	totaal	
Continueringen	32	27.3	-	-	-	-	-	-	-
- bedrag	-	1480	-	-	-	50	-	-	1530
Nieuwe aanvragen	9	6.0	-	-	-	-	-	-	-
- bedrag	-	330	-	-	-	25	50	-	405
Overige kosten (Bureau)	2	0.5	2	0.6	-	-	-	-	-
- bedrag	-	50	-	36	6	-	23	-	115
Totaal	43	23.8	2	0.6	-	-	-	-	-
- bedrag	-	1860	-	36	6	75	23	-	2050

Salarispeil: 1 januari 1984

fte = full time equivalent

Tabel 2a

Meerjarenraming 1985 t/m 1989 (bedragen x 1.000)

Stichtingsnummer:	1985			1986			1987			1988			1989		
	Ac fte	Ov. fte	Mat.	Ac fte	Ov. fte	Mat	Ac fte	Ov fte	Mat	Ac fte	Ov fte	Mat	Ac fte	Ov fte	Mat
Projecten	33.3	-	-	35	-	-	37	-	-	39	-	-	40	-	-
- bedrag	1810	-	125	1900	-	150	2000	-	175	2100	-	200	2150	-	225
Overige kosten	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-
- bedrag	50	36	29	50	36	30	50	40	30	50	40	30	50	40	30
Totaal	33.8	0.6	-	35.5	0.6	-	37.5	0.6	-	39.5	0.6	-	40.5	0.6	-
- bedrag	1860	36	154	1950	36	180	2050	40	205	2150	40	230	2200	40	255
Doorwerking toekenningen 1984															
Tabel 2b															
Projecten	27.3	-	-	20.6	-	-	14.2	-	-	6.0	-	-	-	-	-
- bedrag	1480	-	50	1140	-	40	755	-	30	320	-	10	-	-	-
Overige kosten	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-	0.5	0.6	-
- bedrag	50	36	29	50	36	30	50	40	30	50	40	30	50	40	30
Totaal	27.8	0.6	-	21.1	0.6	-	14.7	0.6	-	6.5	-	-	0.5	0.6	-
- bedrag	1530	36	79	1190	36	70	805	40	60	370	40	40	50	40	30

BELEIDSBEGROTING 1985, Continueringen

UITSPLITSING NAAR WERKGEMEENSCHAPPEN EN LANDELIJKE SAMENWERKINGSVERBANDEN.

WGM/LSV	Herziene begroting 1984		BELEIDSBEGROTING 1985		Materieel
	Personeel aantal	Personeel kosten in kf	Personeel contin.	Personeel kosten cont.	
Numeriek Wis- kunde	1.5	78.35	2.0	105	
Stochastiek	4.6	243.85	5.0	270	
Mathematische Besliskunde & Systeemtheorie	5.8	315.10	4.6	245	
Discrete Wiskunde	1.0	50.20	1.0	50	
Analyse	10.7	572.95	8.7	485	
Algebra en Meet- kunde	7.7	443.40	5.8	300	
Logica en Grondslat gen van de Wiskunde	0.8	37.60	0.2	25	
Totaal	32.1	1741.45	27.3	1480	50

tabel 3

salarispeil 1 jan. 1984

BELEIDSBEGROTING 1985

ALGEMENE KOSTEN

I. <u>Bestuur en bureau</u>		
1. Salariskosten uitvoerend secr. (0.5 dagtaak)	86	
secretaresse (0.5 dagtaak)		
bureau-redacteur (0.1 dagtaak)		
2. Representatiekosten, kantoorbehoeften, drukwerk, porti, etc.	23	
3. Reis- en verblijfkosten i.v.m. vergaderingen van de WGM-commissies, de LSV-coördinatie-commissies, de Wetenschapscommissie, etc.	6	
	—	115
II. <u>Reiskosten projectmedewerkers</u>		50
III. <u>Korte bezoeken buitenlandse deskundigen</u>		25
		—
		190

salarispeil 1 januari 1984

Opmerkingen bij de tabellen.

1. De Stichting vraagt voor reiskosten voor congressen betreffende projectmedewerkers een totaalbedrag, dat niet nader per project is uitgesplitst. Dit geldt ook voor in het kader van de projecten uit te nodigen buitenlandse bezoekers.
Totaal is hiervoor 75 kf., waarvan 50 voor continueringen, op de begroting opgevoerd.
2. De post nieuwe aanvragen is niet uitgesplitst naar Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden. Dit zou de gewenste beslissingsruimte die nodig is voor het toekennen in december van projecten op basis van criteria van wetenschappelijke kwaliteit te zeer inperken.
3. Voor de post "materiële aanschaffingen" zoals micro-computers of grafische terminal is voorlopig een bedrag gereserveerd van 50 kf onder het hoofd "overige". Dit loopt per jaar op met 25 kf tot 150 kf in 1989.

Bijlage 1Beleidsplan van de Werkgemeenschap Numerieke WiskundeTerrein van onderzoek

- . 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.

Taken van de werkgemeenschap

- i) Coördineren en stimuleren van onderzoek.

Dit geschiedt door:

- het organiseren van wetenschappelijke bijeenkomsten;
- het organiseren van colloquia op het gebied van de numerieke wiskunde;
- het jaarlijks organiseren van de Conferentie voor Numeriek Wiskundigen;
- het stimuleren van samenwerking tussen de onderzoekers uit de verschillende instituten in informele onderzoeksgroepen;

- 2 -

- de uitgave van een nieuwsbrief (met informatie over de verschillende activiteiten in Nederland, Nederlandse publicaties op het vakgebied e.d.).
- ii) Evalueren van de via de SMC bij ZWO ingediende subsidie-aanvragen voor wetenschappelijk onderzoek.
- iii) Voorlichting over recente onderzoeksresultaten aan gebruikers van numerieke methoden. Deze voorlichting wordt gegeven d.m.v. een aantal onder i) genoemde activiteiten.

De organisatie

De organisatie-vorm van de WGM is vastgelegd in haar Huishoudelijk Reglement.

Het bestuur geeft er de voorkeur aan de formele taken van de werkgemeenschap tot een minimum te beperken. De nadruk van de activiteiten dient te liggen bij het onderzoek zelf en de uitwisseling van resultaten en ervaringen.

Bij voorkomende gelegenheden worden taakcommissies samengesteld. Een permanente commissie (met roulerend lidmaatschap) organiseert de jaarlijkse Conferentie voor Numeriek Wiskundigen. Een vaste redactie geeft 2x jaars de nieuwsbrief uit.

Aandachtsgebieden

De Numerieke Wiskunde wordt aan alle universiteiten (m.u.v. Rotterdam en Limburg) en TH's 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 ontworpen en gebruikt.

Gebieden binnen de numerieke wiskunde waaraan bij de verschillende instituten aandacht wordt geschonken zijn:
Numerieke algebra, optimalisering, numerieke analyse van differentiaalvergelijkingen (begin- en randwaardeproblemen, stijve differentiaalvergelijkingen, eindige elementen methoden, singuliere storingsproblemen, multigridmethoden), numerieke programmatuur (programmatheken, relatie met programmeertalen, supercomputers), en numerieke methoden in toepassingsgebieden (numerieke storingsleer, statistiek, systeemtheorie).

Wetenschappelijk beleid

Achtergronden

De ontwikkeling van de numerieke wiskunde is sinds 1945 parallel gegaan met de ontwikkeling van de rekenapparatuur, d.w.z. enerzijds parallel met de mogelijkheid om ontworpen algoritmen ook daadwerkelijk toe te passen, anderzijds parallel met de noodzaak om theoretisch inzicht te verwerven in het gedrag van algoritmen die aanvankelijk (vaak door ingenieurs) op zeer heuristische argumenten gebaseerd waren. Ontwikkeling van theorie, algoritmiek en gebruik is hierbij steeds (zij het niet altijd in deze volgorde) hand in hand gegaan.

Iedere wezenlijke sprong in de ontwikkeling van de rekenapparatuur heeft aanleiding gegeven tot een nieuwe ontwikkeling in de numerieke wiskunde. Bijvoorbeeld, ca. 1960 leidde de ontwikkeling van hogere programmeertalen tot de ontwikkeling van standaard algoritmen voor veel basisproblemen.

Ca. 1970: grote, hiërarchisch ingedeelde geheugens en time-sharing gaan hand in hand met aandacht voor zeer grote, maar ijle, stelsels vergelijkingen, veelal afkomstig van partiële differentiaalvergelijkingen.

Voor de jaren 1985 - 1995 wordt voorzien dat:

- a. ontwikkeling van het z.g. parallelrekenen op super- of vectorcomputers leidt tot toetsing van algoritmen op hun "vectoriseerbaarheid". Het oplossen van echt 3- of 4-dimensionale (ruimte- en tijd) problemen gaat tot de mogelijkheden behoren.
- b. ontwikkeling van chips en microcomputers kan leiden tot nieuwe algoritmen, o.a. gericht op machines met zeer kleine woordlengte, samenspel van micro's, parallelisatie m.b.v. zeer vele, zeer eenvoudige, rekeneenheden.
- c. opkomst van beeldverwerking, patroonherkenning e.d.; hoewel de problemen hier zeker niet uitsluitend numeriek van aard zijn, wordt van de numerieke wiskunde toch een theoretische en praktische bijdrage verwacht op het gebied van approximatie, transformatie van beelden e.d.

Hieruit blijkt dat de numerieke wiskunde zich dynamisch blijft ontwikkelen en met name in het huidige decennium voor duidelijk nieuwe taken gesteld wordt.

Omdat nieuwe algoritmen vaak rechtstreeks in hardware (chips) geïmplementeerd zullen worden, is het van belang dat de numerieke wiskunde rechtstreeks bij de ontwerpfase betrokken wordt en niet slechts achteraf aan de hand van ontwikkelde theorie moeilijk te realiseren verbeteringen voorstelt.

Een van de onderwerpen die voortdurend de aandacht van de numerici zullen vragen, zijn de partiële differentiaalvergelijkingen (PDEs). Dit hangt enerzijds samen met de grote verscheidenheid en de complexiteit van de problemen die zich hier voordoen, en anderszijds met de grote hoeveelheid rekenwerk die op dit gebied vanuit de toepassingen in wetenschap en techniek aangedragen wordt.

Zwaartepunten

Uit de ervaring is gebleken dat veel wiskundig onderzoek zich niet op middellange termijn laat plannen. Voorbeelden hiervan in de numerieke wiskunde zijn bijv. de recente ontwikkelingen m.b.t. ICCG- en multigrid-methoden, waarvan het belang 5-10 jaar geleden niet te voorspellen was. Een groot deel van de WGM-commissie, met name de academische leden, hechten daarom in belangrijke mate aan de mogelijkheid promotieonderzoek te kunnen stimuleren (binnen de 1ste of 2de geldstroom), waarin op betrekkelijk korte termijn op nieuwe ontwikkelingen kan worden ingespeeld.

Toch kunnen op grond van de bovengenoemde achtergronden zwaartepunten worden genoemd. Een kernthema in de numerieke wiskunde binnen de WGM zal in het komende decennium het onderzoek aan partiële differentiaalvergelijkingen zijn. De vraagstelling zal hier dikwijls geïnspireerd zijn door de praktijk, en de aard zal variëren van toegepast wetenschappelijk tot zuiver wetenschappelijk onderzoek. De beide ZWO-projecten binnen de WGM kunnen in dit kader worden gezien. Bij een groot aantal instituten wordt onderzoek op het gebied van de PDEs verricht en in een aantal gevallen wordt tussen de diverse instituten samengewerkt. Zo bestaat er o.a. samenwerking op verschillende onderdelen tussen CWI-THD-WL-RWS, CWI-THD-NLR, THD-MARIN-THT-WL-NLR, CWI-KUN. In de eerste twee gevallen is deze samenwerking gegroeid tot een niveau waarop STW projecten zijn geformuleerd en gestart. De WGM-commissie ziet de mogelijkheid dat deze samenwerking in de toekomst nog hechter zal worden en dat meer gezamenlijke projecten zullen kunnen worden geformuleerd.

Een tweede thema betreft onderzoek aan numerieke algoritmen in verband met de nieuwste hardware ontwikkelingen zoals hierboven genoemd onder punt a en b en de toepassingen genoemd onder c. Hoewel onderzoek aan supercomputers (vector- of pipeline machines) op gang begint te komen (vector-research), wordt in Nederland op het ogenblik nauwelijks onderzoek gedaan aan andere recente architecturen (ICL-DAP, DENELCOR-HEP, real-time computation etc.). De beschikbare know-how op dit gebied is (evenals de beschikbaarheid van de hardware) in Nederland waarschijnlijk te gering. Een stimulans op dit terrein, dat een typisch grensgebied is tussen de wiskunde en informatica, is wenselijk. Het zou de moeite waard zijn na te gaan welke hiaten hier opgevuld dienen te worden.

WGM Numerieke Wiskunde
 Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking in 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-60-02	van Veldhuizen	VUA	Gestabiliseerde Galerkin methoden	Odenhoven	12		
10-60-06	Axelsson	KUN	Iteratieve methoden voor lin. en niet-lin. p.d.v.-en	nog niet bekend	12 --- 24		

tabel 1

WGM Numerieke Wiskunde

Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van de ultimo 1984 lopende projecten.

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
10-60-02	van Veldhuizen	VUA	1.0	0.6								
10-60-06	Axelsson	KUN	1.0	1.	1.	0.5						
Totaal			2.0	1.6	1.0	0.5						

tabel 1a

Bijlage 2

Beleidsplan 1985 van de Werkgemeenschap Stochastiek

Inleiding

De beoefening van de statistiek vindt in Nederland maar voor een klein deel plaats bij de wiskunde-afdelingen van de universiteiten. De statistici zijn in Nederland sinds 1946 georganiseerd in de Vereniging voor Statistiek (V.V.S.) met als één van de acht secties de sectie Mathematische Statistiek (waarbinnen ook de kansrekening is georganiseerd). Deze situatie geeft een goed beeld van de plaats van de wiskundige statistiek. Deze tak van de wiskunde dankt zijn problemen aan de (steeds wijzigende) behoefte aan statistische methoden in de praktijk. Zo is er een verschuiving in de aandacht onder invloed van de zich steeds uitbreidende rekenmogelijkheden van computers. Anderzijds bestaat steeds meer behoefte aan het onderzoeken van de robuustheid van bekende procedures en aan onderzoek naar de vraag wat te doen als men niet over alle gewenste waarnemingen beschikt (b.v. censoring). Deze en andere vragen uit de praktijk leiden rechtstreeks tot wiskundig onderzoek.

Overigens kent de wiskundige statistiek ook, als elke wiskundige discipline, zijn eigen autonome ontwikkeling.

Binnen de kansrekening geldt iets analoogs: door uitbreiding van rekenmogelijkheden krijgen bepaalde methoden minder aandacht en komen andere op, maar de autonome ontwikkeling van het vak is en blijft zeer belangrijk.

Zowel door de sectie Mathematische Statistiek van de V.V.S. als door de statistische afdeling van het CWI worden colloquia op verschillende gebieden georganiseerd en worden sprekers uit binnen- en buitenland voor voordrachten uitgenodigd. Sinds 1972 worden jaarlijks in Lunteren onder auspiciën van het Wiskundige Genootschap, de V.V.S. en de Stichting Mathematisch Centrum gedurende drie achtereenvolgende dagen lezingen gehouden door een zestal buitenlandse sprekers. Hierbij is er voor de Nederlandse (en een aantal Belgische en Duitse) vakgenoten ruime gelegenheid voor nadere contacten en discussie. Dit zeer vruchtbaar gebleken initiatief is later door verschillende andere disciplines binnen de wiskunde nagevolgd. Door de noodzaak van discussie over de in te dienen onderzoeksvoorstellen en het daarmee gekoppeld opstellen van beleidsplannen is geleidelijk aan het zwaartepunt van de coördinatie van het onderzoek zoals dat eerder door informele contacten en binnen de V.V.S. gebeurde, nu bij de werkgemeenschap komen te liggen.

Werkterrein

Door de brede samenstelling van de WGM-commissie is het totale terrein goed te overzien, ofschoon maar een klein gedeelte van het onderzoek door ZWO gefinancierd wordt.

De statistiek heeft betrekking op het opzetten van statistische experimenten, het toetsen van statistische hypothesen, het maken van schattingen, het doen van voorspellingen en nemen van beslissingen op grond van statistische data. Hieruit vloeien zulke diverse onderwerpen voort als: sequentiëel experimenteren, statistische kwaliteitscontrole, tolerantiegebieden, tijdreeksen, statistische patroonherkenning enz.

Wetenschappelijk beleid

De werkgemeenschap stelt zich voor dat onderzoek op de volgende gebieden binnen de statistiek verder gestimuleerd wordt:

1. Asymptotische statistiek. Belangrijke onderwerpen op dit gebied zijn: verdelingsvrije methoden, empirische processen, order statistics, large deviations, hogere orde asymptotiek en een gedeelte van de semi-parametrische statistiek. De asymptotische statistiek is een traditioneel onderzoeksterrein in de Nederlandse statistiek.
2. Abstract inference (statistische problemen waar parameter of waarneming in een "abstracte" ruimte ligt). Enkele onderwerpen zijn hier: dichtheidsschatters, semi-parametrische schattingstheorie, statistiek voor stochastische processen.
3. Onderzoek direct gelieerd met praktische statistische problemen, o.a. in de multivariate analyse.

De werkgemeenschap verwacht dat op elk van deze gebieden projecten aan ZWO ter subsidiëring aangeboden zullen worden.

Wat de kansrekening betreft kunnen de onderzoeksgebieden (met overlappingen) als volgt aangegeven worden.

Traditioneel blinken Nederlanders uit in het toepassen van analytische methoden in de kansrekening. Dit is min of meer verbonden met de meer toegepaste delen van de kansrekeningen: wachtrijtheorie, oneindig deelbaarheid, (extreme) order statistics, stabiele processen, overdekkingsproblemen, percolatietheorie en limietstellingen. Sinds geruime tijd is ook de "zuivere" kansrekening (met bijzondere aandacht voor zuiver kanstheoretische methoden) een belangrijk aandachtsveld in Nederland. Het belang daarvan wordt (verrassenderwijs) juist in verband met de toepassingen steeds groter. Wij noemen ergodentheorie, de Brownse beweging en aanverwante processen,

excursie-theorie, speciale stochastische processen, stochastische integralen, stochastische maten. Het blijkt dat de abstractere kanstheoretische modellen steeds meer gebruikt worden in toepassingen zowel van de kanstheorie als van de statistiek. Getracht zal worden de ontwikkeling hiervan te stimuleren via een mogelijke projectaanvraag die op den duur tenminste twee door ZWO te subsidiëren onderzoekers zal moeten omvatten. Een dergelijke project zal zowel op het gebied van de zuivere kansrekening als op dat van de toegepaste kansrekening en de statistiek moeten liggen. Overigens is in het verleden gebleken dat er zo nu en dan plotseling waardevol onderzoek ontstaat in een gebied dat tot dan toe in Nederland niet vertegenwoordigd was. Het lijkt raadzaam de mogelijkheid open te laten ook dergelijk nieuw onderzoek te steunen.

WGM Stochastiek

Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking in 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker(s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden	Omschrijving	Bedrag
10-62-03	Keane	THD	Coderingsproblemen in ergoden- theorie	Van den Berg nog niet bekend	12 12		
10-62-04	Scheffer/Hemelrijk	THD/ UVA	Statistische analyse van tijd- reeksen	Sieders	12		
10-62-07	Vervaat	KUN	Structuur van limietstellingen in de kanstheorie	Gerritse	12		
10-62-08	de Haan	EUR	Het convex omhulsel van een steekproef in R_k	Brozius	12 <hr/> 60		

WGM Stochastiek

Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van de ultimo 1984 lopende projecten.

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
10-62-03	Keane	THD	2.0	1.2	1.0	0.6						
10-62-04	Scheffer/Hemelrijk	THD/ UVA	1.0	1.0	0.5							
10-62-07	Vervaat	KUN	1.0	0.3								
10-62-08	de Haan	EUR	1.0	1.0	1.0	0.2						
Totaal			5.0	3.5	2.5	0.8						

tabel 2a

Bijlage 3

Beleidsplan 1985 van de Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

Het terrein van onderzoek

De mathematische besliskunde is dat deel van de wiskunde dat zich bezig houdt met het opstellen en bestuderen van wiskundige modellen van beslissingssituaties; centraal staat het analyseren van de resulterende problemen en het ontwikkelen van oplossingsmethoden hiervoor. De systeemtheorie is dat deel van de wiskunde dat zich tot doel stelt studie te maken van wiskundige modellen van dynamische verschijnselen, en voorspellings- en regelproblemen op te lossen.

Het maatschappelijk belang van de mathematische besliskunde en de systeemtheorie ligt in de behoefte aan regeling van bedrijfsmatige processen, en aan automatische regeling en automatische gegevensverwerking.

Motiverende problemen en alternatieven voor het wetenschapsbeleid

Actuele problemen in de mathematische besliskunde worden gemotiveerd door vragen in uitvoerende organisaties en voor technische installaties. De aanpak van dergelijke problemen wordt mede mogelijk gemaakt door de voortgaande toepassing van computers in bedrijven en instellingen. Concreete voorbeelden zijn productieplanning, routing van voertuigen, distributie- en locatieplanning en computer- en communicatienetwerken. Actuele problemen in de systeemtheorie zijn afkomstig uit de regeltechniek en de communicatietechniek, maar ook uit de econometrie en de informatica. Specifieke voorbeelden zijn de besturing van robots, regeltechnische problemen in de lucht- en ruimtevaart en de chemische technologie, signaalverwerking, en voorspellingsproblemen in de econometrie en voor milieuindicatoren.

Na abstrahering van de hierboven genoemde praktische problemen ontstaan de wiskundige problemen van het vakgebied mathematische besliskunde en systeemtheorie.

Toekomstige onderzoekactiviteiten verwacht de werkgemeenschapscommissie gezien de bovengenoemde actuele problemen in de volgende deelgebieden:

1. de mathematische besliskunde:
 - optimalisering: polyhedrale combinatoriek, probabilistische analyse, parallele berekeningen, niet-differentieerbare en globale optimalisering;
 - stochastische modellen: wachttijdtheorie, analyse en besturing van computer en communicatienetwerken, risico- en betrouwbaarheidsanalyse;
 - speltheorie: oplossingsbegrippen voor coöperatieve spelen, axiomatische onderhandelingstheorie;

2. systeem- en regeltheorie:
- realisatie en systeemidentificatie: stochastische realisatie, systeemidentificatie van multivariabele systemen, benaderende realisaties;
 - regeltheorie: meetkundige benadering van lineaire systemen, robuustheid, regelsystemen op variëteiten, regelproblemen voor niet-lineaire systemen, adaptief regelen, gedecentraliseerde besturing, dynamische spel- en teamproblemen;
 - filtertheorie: eindig-dimensionale filters voor niet-lineaire systemen, adaptief filteren, filteren met puntproceswaarnemingen.

De bovengenoemde thema's sluiten aan bij internationale ontwikkelingen. Deze thema's vormen de alternatieven waaruit in het wetenschapsbeleid een keuze dient te worden gemaakt.

De bestaande onderzoekactiviteiten in Nederland op het gebied van de werkgemeenschap kunnen als volgt worden samengevat:

- Mathematische besliskunde:
 - optimalisering: combinatorisch en reëeltallig;
 - stochastische modellen: dynamische programmering, wachttijdtheorie;
 - speltheorie: statisch, dynamisch, teamtheorie;
- Systeem- en regeltheorie:
 - realisatie en systeemidentificatie: van lineaire Gaussische systemen;
 - regeltheorie: voor multivariabele lineaire en niet-lineaire systemen, stochastische regeltheorie, adaptieve regeltheorie, dynamische spelen;
 - filtertheorie.

De publikaties in internationale tijdschriften en in conferentieverslagen zijn een bewijs van de kwaliteit van het wetenschappelijk onderzoek van de leden van de werkgemeenschap. De internationale positie van het Nederlandse onderzoek in de mathematische besliskunde en de systeemtheorie is goed tot zeer goed.

Beleid

Het wetenschapsbeleid van de werkgemeenschapscommissie is gericht op:

- het stimuleren van het wetenschappelijk onderzoek in nieuwe of recent actueel geworden deelgebieden, met name:
 - combinatorische optimalisering;
 - analyse en besturing van computer- en telecommunicatienetwerken;
 - systeemidentificatie van lineaire multivariabele systemen en stochastische realisatie;
 - regeling van niet-lineaire systemen;
 - gedecentraliseerde besturing;
- het bevorderen van het wetenschappelijk onderzoek in enkele bestaande deelgebieden, zoals:
 - reëeltallige programmering;
 - Markov beslissingsprocessen;
 - wachttijdtheorie;
 - speltheorie;
 - regeling van lineaire systemen;

- stochastische filtertheorie;
- adaptieve regeltheorie.

De bovengenoemde lijst van deelgebieden moet niet in beperkende zin worden opgevat. De werkgemeenschapscommissie kan originele subsidieaanvragen die buiten de bovengenoemde deelgebieden vallen toch voor subsidie aanbevelen.

De motivering van de beleidskeuzes betreffende de stimulering van nieuwe deelgebieden is voor de combinatorische optimalisering de toepassing op de automatisering van produktieprocessen en de informatica; voor de analyse en besturing van netwerken het toenemend gebruik van netwerken en in Nederland achterblijvend onderzoek op dit deelgebied van de telematica; voor de systeemidentificatie de toenemende behoefte aan wiskundige modellen en automatische regeling van technische processen; voor de regeling van niet-lineaire systemen de besturing van mechanische systemen zoals robots en de regeling van satellieten; voor gedecentraliseerde besturing de toenemende behoefte aan dit type besturing zoals in chemische procesinstallaties en electriciteitsnetwerken. De deelgebieden waarvan het wetenschappelijk onderzoek bevorderd dient te worden zijn die bestaande gebieden waarvan de commissie het van belang acht dat het lopende onderzoek wordt voortgezet.

De Wetenschapscommissie kan uit de werkgemeenschap gemiddeld twee tot drie subsidieaanvragen per jaar verwachten. Een overzicht van het benodigde personeel en de gewenste middelen wordt hieronder gegeven. Aangezien de mathematische besliskunde en de systeemtheorie een tamelijk interdisciplinair vakgebied is kunnen subsidieaanvragen ook gaan naar werkgemeenschappen op de gebieden econometrie, informatica, en de technische wetenschappen.

De voor het wetenschappelijk onderzoek benodigde wiskunde is wat de mathematische besliskunde betreft: de discrete wiskunde, de lineaire algebra, de analyse en de stochastiek; wat de systeemtheorie betreft is dit: de differentiaalmeetkunde, de algebraïsche meetkunde, de (numerieke) lineaire algebra, en de stochastiek. Een versterking van deze deelgebieden van de wiskunde in Nederland is dan ook gewenst. Anderzijds zal het onderzoek in de mathematische besliskunde en de systeemtheorie leiden tot nieuwe wiskundige problemen voor de bovengenoemde deelgebieden.

Een uitstraling van de mathematische besliskunde kan men verwachten naar de bedrijfskunde en de informatica. Wat de systeemtheorie betreft kan men een uitstraling verwachten naar de regeltechniek, de communicatietechniek en andere delen van de technische wetenschappen, maar in toenemende mate naar de econometrie en de informatica.

De evaluatie en de coördinatie van het wetenschappelijk onderzoek in de mathematische besliskunde en de systeemtheorie geschiedt door de werkgemeenschapscommissie. Indirect is hierbij betrokken het Hooglerarenoverleg Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie. De externe beoordeling van Voorstellen tot Voorwaardelijke Financiering van Universitair Onderzoek in de wiskunde en de technische wiskunde is een taak van de Wetenschapscommissie van de Stichting Mathematisch Centrum.

Het beleid van de werkgemeenschapscommissie wat betreft het toepassingsgericht onderzoek is erop gericht:

- dit type onderzoek in het kader van de onderzoeksactiviteiten een zekere plaats te geven, met de aantekening dat deze activiteit een ondergeschikte plaats moet blijven innemen;

- dat programmatuur voor de mathematische besliskunde en systeemtheorie op universiteiten en hogescholen wordt ontwikkeld, en ter beschikking wordt gesteld aan gebruikers in de industrie en in overheidslaboratoria;
- dat contacten tussen onderzoekers in de praktijk en in de academische wereld worden bevorderd.

Het onderzoek op het gebied van de werkgemeenschap is gemotiveerd door concrete praktische problemen. Toch kan men in de onderzoekactiviteiten een spectrum onderkennen, van direct toepassingsgericht onderzoek tot theoretisch onderzoek. Binnen de werkgemeenschap ligt de nadruk op de theoretische zijde van dit spectrum. De werkgemeenschapscommissie wil in het totale kader van onderzoekactiviteiten toch een zekere plaats geven aan het direct toepassingsgericht onderzoek. Doel van deze activiteit is het toepasbaar maken van theoretische resultaten en de confrontatie van wiskundigen met nieuwe praktisch relevante problemen. Onderzoek van dit type dient bij voorkeur uitgevoerd te worden in samenwerking met organisaties of bedrijven met een uitvoerend karakter. Samenwerking met leden van werkgemeenschappen op toegepast terrein ligt voor de hand.

Programmatuur voor algoritmen uit de mathematische besliskunde en de systeemtheorie is van essentieel belang voor de toepassing van resultaten uit het vakgebied en de ondersteuning van het lopende onderzoek. Er is een groeiende behoefte aan programmatuur bij bedrijven en instellingen die mede wordt versterkt door het toenemend gebruik van kleine computers. De commissie acht het gewenst dat programmatuur wordt ontwikkeld door de leden van de werkgemeenschap voor zover dit aansluit bij lopend onderzoek en advieswerk. Deze ontwikkeling dient bij voorkeur te geschieden in een nationale samenwerking zodat onnodige duplicatie wordt vermeden en er meer aandacht besteed kan worden aan efficiëntie en numerieke betrouwbaarheid. Voor de systeem- en regeltheorie wordt op het moment een dergelijke samenwerking opgezet. De commissie acht het tevens gewenst dat de aanwezige programmatuur goed gedocumenteerd wordt en beschikbaar is voor en eventueel verspreid wordt onder gebruikers in de industrie en in overheidslaboratoria.

Het beleid van de werkgemeenschapscommissie betreffende de onderlinge samenwerking en ondersteuning is erop gericht deze voort te zetten en zonodig te versterken. De bestaande bijeenkomsten zoals de driedaagse wetenschappelijke Bijeenkomst van Mathematisch Besliskundigen en Systeemtheoretici, het Landelijke Colloquium Optimalisering, de Systeemtheoriedagen, de Speltheoriedagen, en postdoctorale seminaria hebben de laatste jaren geleid tot een intensievere nationale samenwerking. Te verwachten is dat deze activiteiten zullen uitgroeien tot een nationale samenwerking in het tweede fase onderwijs.

Informatica

Hoewel mathematische besliskunde en systeemtheorie primair wiskundige disciplines zijn, is er sprake van een toenemende interactie met verscheidene onderdelen van de theoretische en de toepassingsgerichte informatica. Hieronder volgt een overzicht van onderwerpen uit de informatica waaraan in de werkgemeenschap aandacht wordt besteed:

1. de mathematische besliskunde:
 - optimalisering: fundamentele algoritmen en datastructuren, berekeningscomplexiteit, algoritmiek voor gedistribueerde computersystemen;
 - stochastische modellen: analyse en besturing van computernetwerken;
2. systeem- en regeltheorie:
 - realisatie en systeemidentificatie: spraakverwerking;
 - regeltheorie: besturing van robots, lerende systemen in de kunstmatige intelligentie, besturing van computernetwerken;
 - filtertheorie: beeldverwerking.

De benodigde middelen

De werkgemeenschapscommissie verwacht dat op de lange termijn per jaar twee tot drie projecten uit de werkgemeenschap voor financiële steun via de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC in aanmerking zullen komen. Bij dergelijke aantallen is het niet mogelijk noch gewenst aan te geven uit welke deelgebieden de subsidieaanvragen afkomstig zullen zijn.

Hierbij gaat in tabel 1 een overzicht van de in 1984 lopende projecten, en in tabel 2 een overzicht van de benodigde middelen voor de bestaande en de in 1985 te starten projecten.

WGM Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking in 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-64-02	Schrijver	UVA	Polyhedrale en polynomiale methoden	Gerards	12		
10-64-04	Willems	RUG	Gedrag bij hoge terugkoppeling	Trentelman	7		
10-64-05	Cohen	RUU	Stochastische wandelingen en wachttijdmodellen	de Klein	12		
10-64-06	Curtain	RUG	Meetkundige aspecten van oneindig dimensionale systemen		12		
10-64-08	Hautus	THE	Singuliere en singulier gestoorde optimale besturingsproblemen	nog niet bekend	12		
					55		

WGM Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van de ultimo 1984 lopende projecten.

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)						Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989	
10-64-01													
10-64-02	Schrijver	UvA	1.0	0.7	.7								
10-64-03													
10-64-04	Willems	RUG	0.6										
10-64-05	Cohen	RUU	1.0	1.0	0.5								
10-64-06	Curtain	RUG	1.0	1.0	1.0	0.8							
10-64-08	Hautus	THE	1.0	1.0	1.0	0.5							
Totaal			4.6	3.7	3.2	1.3							

tabel 3a

Bijlage 4Beleidsplan 1985 Werkgemeenschap Discrete WiskundeDiscrete Wiskunde in Nederland

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, besliskunde, informatietheorie en informatica.

Binnen de discrete wiskunde is een aantal deelgebieden te noemen, zoals

- (eindige) meetkunde,
- automorfismengroepen van eindige structuren,
- designtheorie,
- coderingstheorie,
- grafentheorie,
- hypergrafentheorie,
- combinatorische optimalisering,
- probabilistische combinatoriek,
- enumeratie,
- combinatorische verzamelingsleer,
- cryptografie.

Zwaartepunten van het in Nederland verrichte onderzoek liggen op de eindige meetkunde, de coderingstheorie, de grafentheorie en 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 en resultaten uit de algebra en meetkunde (groepen, ringen, lichamen, algebraïsche getaltheorie, eigenwaarden, polyeders); veel van de problemen komen neer op het vinden van een optimale "stapeling" of "overdekking"; de resultaten zijn vaak direct of indirect toepasbaar (bijv. bij het verzenden van informatie, bij het ontwerpen van algoritmen, in de cryptografie). Op sommige van deze deelgebieden is in recente jaren spectaculaire vooruitgang geboekt. Te denken valt bijvoorbeeld aan

- de classificatie van eindige enkelvoudige groepen,
- de constructie van codes beter dan de Gilbert bound,
- de ellipsoïde methode bij optimalisering,
- de basis reductie algoritme voor roosters,
- het kraken van cryptosystemen gebaseerd op de knapzak.

Veel Nederlands onderzoek is direct gerelateerd aan deze nieuwe ontwikkelingen.

De Werkgemeenschap Discrete Wiskunde

Het beleid van de werkgemeenschap is erop gericht het in artikel 1 van het "Concept huishoudelijke reglement van de Werkgemeenschap Discrete Wiskunde" genoemd doel zo goed mogelijk na te streven:

- 2 -

- a. "De coordinatie, stimulering en evaluatie van het onderzoek op zijn terrein, in het bijzonder in zoverre dit onderzoek mede gesubsidieerd wordt door de SMC".
- De werkgemeenschapscommissie ziet vooralsnog geen aanleiding om, vanuit de werkgemeenschap, grote veranderingen aan te brengen in de bovenbeschreven bestaande situatie. Het thans plaatsvindende onderzoek is voor een groot gedeelte van hoge kwaliteit, en wordt ook internationaal als zodanig erkend. Bovendien behoren de in Nederland onderzochte onderdelen van de discrete wiskunde tot juist die welke toepassing in de praktijk vinden.
- Echter, mede gezien de te verwachte maatschappelijke behoefte, zal de werkgemeenschap uitbreiding van lopend onderzoek in de volgende richtingen stimuleren:
- coderingstheorie,
 - cryptografie,
 - combinatorische optimalisering.
- In de kring van de Werkgemeenschapscommissie leeft voorts de gedachte aandacht te schenken aan de sociale wetenschappen als mogelijk toepassingsgebied van de discrete wiskunde, en te komen tot een nauwer samenwerking met de informatici.
- b. "Het bevorderen van onderlinge samenwerking en ondersteuning en het uitwisselen van informatie".
- De werkgemeenschap zal de uitwisseling van informatie en de onderlinge samenwerking en ondersteuning waar nodig blijven bevorderen. Een van de middelen hiertoe is de uitgave van het informatiebulletin "Discreet Nederland". Ook wordt gedacht aan het organiseren van contactdagen en studieweken.
- De werkgemeenschap prijst zich gelukkig met een grote groep actieve Belgische leden, waaronder verschillenden met grote reputatie op het gebied van de coderingstheorie, designtheorie en eindige meetkunde. Het beleid van de werkgemeenschap is er ook op gericht de al bestaande vruchtbare samenwerking tussen de Nederlandse en de Belgische onderzoekers zo nodig te ondersteunen en te versterken.
- c. "Het informeren van en adviseren aan de Wetenschapscommissie ter zake van de ontwikkeling en voortgang van de wiskundebeoefening op zijn terrein".
- Iedere projectaanvraag, waarover het advies van de Werkgemeenschapscommissie wordt gevraagd, zal uiteraard serieus worden beoordeeld. De bovenbeschreven situatie zal hierbij geen richtlijn vormen: de werkgemeenschap blijft volledig open staan voor nieuwe richtingen van onderzoek.

WGM Discrete Wiskunde

Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking in 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-66-02	van Lint	THE	Grenzen en constructies voor codes	Tiersma	12 — 12		

tabel 4

WGM Discrete Wiskunde

Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van deultimo 1984 lopende projecten

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
10-66-02	van Lint	THE	1.0	1.0	0.8							
Totaal			1.0	1.0	0.8							

tabel 4a

Bijlage 5

Beleidsplan van de WGM Analyse

1. Inleiding

In de (identieke) beleidsplannen 1982 en 1983 is door de WGM een aantal aspecten van de problematiek van het opstellen van een beleidsplan voor het vakgebied wiskunde uiteengezet. Enkele daar getrokken conclusies t.a.v. het beleid zou de WGM voornamelijk willen handhaven. In de eerste plaats was daar de constatering, dat de Nederlandse wiskundebeoefening gekenmerkt wordt door een weinig dichte overdekking van het totale veld. Alleen voor het deelgebied analyse (zonder "engineering mathematics") is de totale jaarlijkse productie aan artikelen meer dan 10.000 titels, waarbij de Nederlandse bijdrage gemiddeld ca. 6 promille bedraagt. De spreiding van de Nederlandse bijdrage over de hoofdrubrieken van Mathematical Subject Index varieert van 1 tot 11 promille, terwijl in veel (sub)rubrieken over een periode van 10 jaar geen Nederlandse bijdrage verscheen. (Deze en hierna volgende kwantitatieve informatie is ontleend aan een in het beleidsplan 1982 geciteerd onderzoek van Prof.dr. J. Korevaar). Gezien het karakter van de wiskunde als fundamentele wetenschap en de in dit vakgebied bestaande onderzoekstructuur, acht de WGM daarmee geen objectieve basis voor een zelfstandige prioriteitenstelling aanwezig, die zou kunnen leiden van een inhoudelijke, programmatische planning voor het SMC-projectonderzoek (qua omvang ca. 7% van het Nederlands totaal in de analyse).

De WGM beschouwt daarom voorshands het projectonderzoek als vooral aanvullend en ondersteunend t.o.v. de onderzoekprogramma's van de universitaire instituten en het CWI. Dit wil niet zeggen, dat bij de beoordeling van projectvoorstellen het "innovatief element" niet een zeer belangrijke factor uitmaakt, maar wel dat dit element zich in de wiskunde niet als "planning" laat objectiveren.

In de tweede plaats achtte de WGM het geleidelijk opvoeren van het aantal analyseprojecten in de periode 1984-1989 tot een totaal van 5 nieuwe projecten per jaar gewenst. Reeds nu moet worden geconstateerd dat in de uitvoering van dat voornemen een achterstand dreigt.

De nieuwe begrotingsopzet voor de SMC vergt van het beleidsplan een duidelijker profiel, met name t.a.v. het motiveren van de bestaande en voorgenomen projecten tegen de achtergrond van recente wetenschappelijke ontwikkelingen. In verband met de stimulerende taak van de WGM zou een wenselijke functie van een

beleidsplan tevens moeten zijn: het signaleren ten behoeve van vakgenoten, van belangrijke ontwikkelingen waaraan in Nederland (nog) weinig wordt gewerkt, terwijl toch een Nederlandse bijdrage op goede gronden van belang kan worden geacht. Een beleidsplan van de WGM Analyse dient daarmee in principe de twee volgende elementen te bevatten.

1. Een beknopte (d.w.z. per onderwerp < 200 woorden) motivering van de in de lopende en de bij de WEC voorgedragen projecten tot uitdrukking komende onderzoeksinspanning, tegen de achtergrond van recente ontwikkelingen in het vakgebied. Gestreefd moet worden naar een ook voor niet-insiders begrijpelijk taalgebruik.
2. Door de leden van de WGM (onder instemming van de WGM Commissie) gesignaleerde ontwikkeling die in Nederland een (beknopt te motiveren) grotere aandacht verdienen. Bij gebleken positieve respons binnen de WGM, zal de WGM Cie i.h.a. de indiener uitnodigen, op dit gebied een projectvoorstel te doen.

In het plan 1985 zijn nog geen elementen ad 2) opgenomen.

2. Beleidsplan Gevolgd zal worden de globale indeling van de analyse, zoals gebruikt is bij de omschrijving van het werkte-rein van de WGM.
 - 2.1 Reële analyse (incl. maat- en integratietheorie, potentiaaltheorie, approximatietheorie).

Aan deze onderwerpen betreffende de fundamentele structuren van de analyse, werd vanuit Nederland traditioneel een relatief grote bijdrage geleverd. De indruk bestaat dat de belangstelling hiervoor in ons land de laatste jaren verminderd is. In SMC verband wordt hieraan thans niet gewerkt.

- 2.2 Complexe analyse (in één of meer variabelen)

De theorie van functies van een complexe variabele dringt als basisstructuur door in nagenoeg alle analytische theorieën, zowel in de fundamentele analyse als in de toepassingen in tal van vakgebieden. In principe zou men van de theorie van meer complexe variabelen eenzelfde fundamentele betekenis kunnen verwachten. In de historische ontwikkeling is echter gebleken, dat in deze theorie een veel grotere verwevenheid met topologische en algebraïsche structuurprincipes bestaat, dan in het geval van één variabele. Dit bepaalt zowel de complexiteit als de interesse in dit vakgebied.

Globaal gesproken worden bestudeerd:

1) speciale klassen van functies, 2) analyse van en op analytische variëteiten, 3) theorie van ruimten van analytische functies, 4) fundamentele eigenschappen (o.a. verzamelingen van nulpunten, asymptotisch gedrag, approximatietheorie. Het gebied heeft in Nederland altijd de aandacht gehad (vooral ook 1)), hoewel relatief minder dan de internationale inspanning. Onderzoek ad 4) (voor meer variabelen) is in 1981 als nieuw voor Nederland, met belangrijke ZWO-steun, gestart.

Projecten

10-70-05 (Korevaar)

10-70-11 (Korevaar)

2.3 Harmonische analyse (abstract en op Lie-groepen)

De term "harmonische analyse" is afkomstig uit het verschijnsel (reeds bestudeerd door Fourier (1820), dat men gecompliceerde periodieke trillingen kan ontbinden in termen van harmonische grondtoon en boventonen. Omstreeks 1930 werd expliciet gemaakt, dat de mogelijkheid tot een dergelijke ontbinding berust op de symmetrie eigenschappen van de cirkel. Analoge ontbindingen van functies in elementaire componenten zijn mogelijk, zodra het onderliggende definitiegebied in voldoende mate over symmetrie eigenschappen beschikt. De wiskundige beschrijving van objecten met dergelijke symmetrieën is de theorie van Lie-groepen, waarin structuren uit analyse, algebra en topologie elkaar ontmoeten; hun theorie vormt thans een van de centrale thema's in de wiskunde. Deze theorie levert ook een fundamenteel interpretatiekader in de moderne natuurkunde, met name in de theorie van elementaire deeltjes, die door hun symmetrie groepen worden gekenmerkt.

De inspanning in Nederland in dit veld is ongeveer evenredig met de daaraan internationaal bestede aandacht.

Projecten

10-70-03 (van Dijk)

10-70-12 (Thomas)

2.4 Lineaire en niet-lineaire functionaalanalyse (incl. operator theorie en integraalvergelijkingen)

Met de ontwikkeling van de functionaalanalyse in de dertiger jaren bereikte de analyse een voordien ongekend

abstractieniveau. Binnen enkele tientallen jaren bleken in heel verschillende takken van analyse bestaande theorieën op eenzelfde noemer te kunnen worden gebracht, werd de studie van de verbanden met algebra en topologie eerst goed mogelijk, en konden tal van analytische operaties op vergaande wijze worden gegeneraliseerd. Wanneer de grote golf voorbij lijkt te zijn, berust dit gedeeltelijk op gezichtsbedrog. "Functionaalanalyse" heeft zich uit gekristalliseerd in diverse zelfstandige specialismen, maar ook is het functionaal analytisch gezichtspunt tot de standaard optiek in de verschillende takken van analyse gaan behoren. Tenslotte hebben diverse in de abstractie verworven inzichten geleid tot een nieuwe, en uiterst vruchtbare belangstelling voor concrete probleemstellingen in bijvoorbeeld operatortheorie, differentiaal- en integraalvergelijkingen. De Nederlandse belangstelling voor dit wijdvertakte onderwerp is ongeveer evenredig met de internationale activiteit.

Projecten

10-70-04 (Kaashoek)
10-70-11 (Korevaar)
10-70-05 (Sparenberg)

2.5 Globale analyse (incl. analyse op variëteiten, niet lineaire analyse en variatierkening).

Variëteiten ontstaan, wanneer een meetkundige structuur onder locale ("micro") en globale ("macro") optieken kan worden bekeken, en dan compatibele maar verschillende eigenschappen kunnen worden opgelegd. De onderlinge interactie van de locale en globale gezichtspunten geven niet alleen aanleiding tot wiskundig interessante problemen, maar zijn ook van een groot belang als beschrijvingskader in andere wetenschappelijke disciplines, bijvoorbeeld in relativistische en quantum-theorieën. Diverse klassieke probleemstellingen voor wat betreft het vinden van optimale oplossingen onder nevenvoorwaarden ("kortste tijden", "zuinigste procesverloop") kunnen onder dit gezichtspunt worden beschouwd.

Hoewel aan deze onderwerpen in Nederland vrij veel aandacht wordt besteed, wordt in deze rubriek thans geen SMC-project uitgevoerd.

2.6 Lineaire en niet-lineaire gewone en partiële differentiaalvergelijkingen (incl. dynamische systemen)

Van oudsher een van de "grote" onderwerpen uit de analyse, waarvan ook in Nederland een belangrijke bijdrage wordt geleverd. Soms zijn de grenzen met de voorgaande rubrieken niet scherp te trekken, met name wanneer de consequenties van algemene structureigenschappen op dit speciale terrein worden bestudeerd.

Onder de naam "theorie van dynamische systemen" (meestal stelsels van al dan niet lineaire gewone, soms ook partiële differentiaalvergelijkingen) is de klassieke analytische mechanica tot een nieuw leven gewekt. Diverse ontdekkingen van nieuwe structuurprincipes op een gebied dat zowel historisch als actueel nauw verband houdt met toepassingsgebieden, hebben de aandacht sterk op dit deelgebied gevestigd. Belangrijke thema's zijn de evolutie van het systeem in de tijd, de bifurcatie van oplossingen en de constructie van asymptotische benaderingen.

Op het gebied van partiële differentiaalvergelijkingen wordt in ons land onder meer gewerkt aan toepassing van niet-lineaire functionaalanalyse, de theorie van specifieke (meestal uit gegeneraliseerde praktijkproblemen afkomstige) niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen, en de studie van asymptotische problemen verband houdend met het vóórkomen van kleine (dan wel grote) parameters. Betrekkelijk recente ontwikkelingen in de lineaire theorie in deze rubriek zijn de pseudo differentiaal- en Fourier integraaloperatoren.

Projecten

10-70-10 (Braaksma)
10-75-01 (Eckhaus c.s.)
10-75-08 (Clément)
10-75-12 (van de Burgh)
10-75-13 (Clément-Diekmann)

2.7 Mechanica (incl. vloeistofmechanica en mechanica van vaste stoffen)

Zeer veel gebieden in wetenschap en techniek berusten op een toepassing van mechanica, als daar zijn: sterkte en stabiliteit van constructies, meteorologie, verbrandingsprocessen, stromingen rond schepen en vliegtuigen. Hoewel het theoretisch aspect van elk van deze gebieden een eigen discipline vormt, waarin wiskunde op essentiële wijze wordt toegepast, gaapt (vooral sinds het beschikbaar komen van grote rekenapparatuur) vaak een kloof tussen datgene wat praktisch geaccepteerd wordt, en wat wiskundig geconsolideerd mag heten. Hoewel de complexiteit van

de aangeduide problemen moeilijk kan worden onderschat, lijkt meer systematische aandacht voor dit tussengebied van wiskunde en praktijk gewenst.

Projecten

10-75-05 (Sparenberg)
10-75-07 (Sanders/Verhulst)

WGM Analyse

Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking naar 1985, blad 1

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-70-01	v.d. Put/Braaksma	RUG	Formele en asymptotische eigenschappen van analytische differentievlgn.	Praagman	7		
10-70-03	van Dijk	RUL	Analyse op Lie groepen	Kosters	9		
10-70-04	Kaashoek c.s.	VUA	Spectraalanalyse van Wiener-Hopfintegraalvergelijkingen	Rozemond	12		
10-70-05	Korevaar	UVA	Analytische functies van meer veranderlijken	Wiegerinck	1		
10-70-10	Braaksma	RUG	Invariante tori in dynamische systemen	Huitema	12		
10-75-01	Eckhaus c.s.	RUU	Asymptotische methoden voor de analyse van singul. storingen	van Hassel	12		
10-75-05	Sparenberg	RUG	Functionaalanalyse en optimal. problemen in de hydrodynamica	Urbach	2		
10-75-07	Sanders/Verhulst	VUA/ RUU	Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen	Fekken	12		
					— 67		

WGM Analyse

Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking in 1985, blad 2

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker(s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-70-11	transport Korevaar	UVA	Toepassing van methoden van functionaal analyse en harmonische analyse	Brummelhuis	73		
10-70-12	Thomas	RUG	Harmonische analyse op gegen. Gelfand paren	van Rossum du Chattel	12		
10-75-08	Clément	THD	Semi-lineaire elliptische eigenwaarde problemen	nog niet bekend	12		
10-75-12	van den Burgh	THD	Asymptotische analyse van resonantie	nog niet bekend	P.M. <hr/> 103+P.M.		

WGM Analyse

Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van de ultimo 1984 lopende projecten.

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)						Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989	
10-70-01	van der Put/Braaksma	RUG	0.6										
10-70-03	van Dijk	RUL	0.8										
10-70-04	Kaashoek c.s.	VUA	1.0	0.3									
10-70-05	Korevaar	UVA	0.1										
10-70-10	Braaksma	RUG	1.0	0.1									
10-70-11	Korevaar	UVA	1.0	1.0	1.0	0.2							
10-70-12	Thomas	RUG	1.0	1.0	1.0								
10-75-01	Eckhaus c.s.	RUU	1.0	0.7									
10-75-05	Sparenberg	RUG	0.2										
10-75-07	Sanders/Verhulst	VUA/ RUU	1.0	1.0	0.5								
10-75-08	Clément	THD	1.0	1.0	1.0	0.6							
10-75-12	van der Burgh	THD	P.M.										
Totaal			8.7	5.1	3.5	0.8							

tabel 5a

Bijlage 6

BELEIDSPLAN 1985 VAN HET LSV ALGEBRA EN MEETKUNDE

In dit beleidsplan verschaffen we inzicht in recente ontwikkelingen op de verschillende deelterreinen van het LSV en het aandeel dat Nederlandse onderzoekers daarin gehad hebben. Hieruit wordt duidelijk dat er in de achterliggende paar jaar zeer belangrijke en vaak onvoorziene ontdekkingen gedaan zijn die grote invloed zullen uitoefenen op toekomstig onderzoek. Verder blijkt dat in de meeste van de genoemde deelgebieden Nederlandse onderzoekers direct of indirect bij deze vooruitgang betrokken zijn, maar dat op enkele gebieden de Nederlandse inbreng gering is.

In veel onderzoeksgroepen bestaat behoefte aan jonge onderzoekers van hoog niveau. Het LSV wil bevorderen dat, als zulk talent beschikbaar blijkt, aan de betreffenden de financiële steun gegeven wordt om het Nederlandse onderzoek te versterken. Het LSV vindt het onjuist een deelterrein als stimuleringsgebied aan te merken als er geen plan op tafel ligt waaruit blijkt wie de verantwoording voor het onderzoek op dat terrein willen dragen. In de gevallen dat dit wel gebeurd is (de projecten Singulariteitentheorie en Moduli) zijn de resultaten zo goed dat voortzetting in de komende paar jaar met kracht nagestreefd wordt.

Getaltheorie

Opvallend is in dit gebied het samengaan van ontwikkeling en continuïteit. Veel van dit hedendaags onderzoek vindt zijn inspiratie in problemen die decennia - soms eeuwen - terug geformuleerd werden. Dit geldt voor zowel (1) de getaltheorie met een meetkundig karakter, de aritmetische algebraïsche meetkunde, als voor (2) de analytische getaltheorie, als voor (3) de algoritmische getaltheorie. Een spectaculair voorbeeld van het eerste is het onlangs door G. Faltings gevonden bewijs van de vermoedens van Mordell, Tate en Šafarenč, waardoor de oplossing van de laatste stelling van Fermat een stap dichterbij is gekomen. Hoewel er buiten Nederland veel onderzoek gedaan wordt in de analytische getaltheorie zijn er over dit gebied geen spectaculaire recente ontwikkelingen te melden. Opmerkelijke recente resultaten van de algoritmische getaltheorie zijn de verbeterde priemtesten (Adleman-Rumely, Pomerance, Cohen-Lenstra) en de weerlegging van een vermoeden van Mertens (daterend uit het begin van deze eeuw) door A.M. Odlyzko en H.J.J. te Riele. Het effectief oplossen van diofantische vergelijkingen is een ander

voorbeeld van een onderwerp met een lange historie dat nog steeds in ontwikkeling is. De verwachting bestaat dat algebraïsch-meetkundige methoden een nadrukkelijker rol zullen gaan spelen, zowel waar het eindigheidsstellingen als die van Faltings betreft als bij de constructie van effectieve algoritmen, terwijl bij de laatste de mogelijkheden van computergebruik steeds meer bepalend zullen worden.

Op de deelterreinen (1) en (3) als ook op hun overgangsgebied nemen Nederlandse onderzoekers internationaal een vooraanstaande plaats in, terwijl de activiteit op gebied (2) beperkt is.

Algebraïsche Meetkunde

Hoewel dit gebied een geschiedenis heeft die eeuwen teruggaat, heeft het lange tijd een behoorlijke fundering moeten ontberen totdat (na eerder pionierswerk van O. Zaviscki, A. Weil en J.P. Seive) aan deze situatie door A. Grothendieck in de late jaren vijftig op een indrukwekkende manier een eind werd gemaakt. Zijn funderingsarbeid en de invoering van nieuwe methoden en technieken die hij daarmee gepaard liet gaan, hebben niet alleen voor dit vak maar ook verwante gebieden (zoals analytische meetkunde, commutatieve algebra, homologische algebra) ingrijpende gevolgen gehad. De bloei die de algebraïsche meetkunde de laatste decennia doormaakt is zeker mede hieraan te danken.

Onderzoeksthema's die sterk in de belangstelling staan zijn: deformaties en ontandingen van algebraïsch-meetkundige objecten (krommen, abelse variëteiten, oppervlakten, drievouden, Hodge structuren), de aritmetisch georiënteerde algebraïsche meetkunde (zie de getaltheorie) en de theorie der D-modulen, die zich in een overgangsgebied met de analyse bevindt.

Op al deze terreinen is Nederland goed vertegenwoordigd; de activiteiten van de grote via de Nederlandse Stichting voor de Wetenschap SMC gesteunde projecten kunnen hierin worden ondergebracht, maar ook buiten deze kaders wordt in Nederland belangrijk werk verricht.

Algebraïsche groepen en eindige

De theorie der algebraïsche groepen worden als de algebraïsering van de theorie der Lie-groepen en heeft deze dan ook als oorsprong. Werd de Lie-theorie vanaf eind vorige eeuw ontwikkeld, de algebraïsche groepentheorie is vooral een schepping van na de laatste wereldoorlog. In deze periode heeft het vak een grote en snelle ontwikkeling doorgemaakt, waarbij een vooraanstaande rol is gespeeld door o.m. C. Chevalley, A. Borel, J. Tits, F. Bruhat en T.

Springer. Inmiddels neemt het een belangrijke plaats binnen de zuivere wiskunde met stevige verbindingen naar de algebraïsche meetkunde, de algebraïsche getaltheorie, de algebraïsche topologie, en de eindige groepentheorie. Voorbeelden van terreinen die op het ogenblik sterk in de belangstelling staan zijn:

- (1) de singulariteiten van Schubertvariëteiten, de Schubertcalculus en het hiermee samenhangende werk van Kazhdan-Lustig en Bohro-MacPherson (waarbij intersectiehomologie wordt aangevoerd).
- (2) de theorie der automorfe functies en de verbanden met de algebraïsche getaltheorie ('Langlandsfilosofie').
- (3) de invariantentheorie, dat nieuwe leven is ingeblazen door het werk van Springer, Procesi en de Concini.
- (4) variëteiten van unipotente elementen en hun singulariteiten.
- (5) Kac-Moody Lie-algebra's, hun representaties en de ermee geassocieerde groepen. Bij al de genoemde onderwerpen zijn in meerdere of mindere mate Nederlandse onderzoekers betrokken (vooral bij (3), (4) en (5)). Opgemerkt zij dat in ons land ook voortaanstaand onderzoek wordt gedaan naar analyse op Lie-groepen, de hierbij betrokken onderzoekers zijn voor het merendeel lid van de WG Analyse.

Een centraal probleem uit de eindige groepentheorie - en zo oud als het vak zelf - was tot voor kort de klassifikatie van eindige simpele groepen. Nu dit onlangs voltooid is, concentreert veel onderzoek zich op het inzichtelijker maken van het resultaat van deze klassifikatie (het bewijs is nu nog verspreid over vele artikelen die samen duizenden pagina's omvatten). Gezien het succes dat Tits-meetekundes hebben gehad voor de analyse van groepen met BN-paren, is er een tendens voor dit doel eindige meetkundes te gebruiken. Hieraan wordt door Nederlandse onderzoekers meegewerkt. Verder richt een deel van het onderzoek hier te lande zich op de representatietheorie van bijzondere klassen van eindige groepen.

Algebraïsche K-theorie

Van de hier opgesomde deelgebieden is dit de jongste. Het onstond uit de behoefte die in de algebraïsche meetkunde, de topologie en de getaltheorie gevoeld werd aan abstraherende generalisaties van bepaalde begrippen uit de lineaire algebra. Aan haar ontwikkeling zijn o.a. de namen verbonden van Grothendieck, Atiyah, Bass, Swan, Milnor, Tate en Quillen. Vooral door het werk van laatstgenoemde groeide het vak uit tot een volwaardige discipline met een extrovert karakter. Als recente voorbeelden van interactie met andere gebieden van de wiskunde kan men noemen Bloch's K-theoretische werk op het gebied der kristallijnen cohomologie, de oplossing van Merkurjev

en Suslin van klassieke vragen over Brauergroepen en normen in getallenlichamen en het verrassende verband tussen K-theorie, bladeringen en de homologie van Lie-algebra's (A. Cannas). Een ander zwaartepunt in de K-theorie ligt bij een aantal diepzinnige vermoedens op het gebied van de aritmetische algebraïsche meetkunde (Berlinson, Lichtenbaum).

In Nederland zijn ongeveer zes personen werkzaam op het gebied van de K-theorie. Hun werk wordt internationaal zeer gewaardeerd.

Topologie en Meetkunde

Men zou de geschiedenis van de topologie kunnen laten beginnen bij Riemann (1826-1866) die al naar begrippen verwees die we nu topologische ruimte en Riemannse ruimte zouden noemen (hoewel hij ze niet werkelijk definieerde). Hoewel de oorsprong van de topologie dus teruggaat tot diep in de vorige eeuw, is het vak in deze eeuw tot volle wijsdom gekomen. Dit ontwikkelingsproces heeft tegelijkertijd een diversificatie te zien gegeven: we kennen nu de differentiaaltopologie, de differentiaalmeetkunde en de algebraïsche topologie, die niet alleen onderling maar ook met andere gebieden uit de zuivere wiskunde steeds een grote wisselwerking hebben ondergaan, en de meetkundige topologie, de verzamelingstheoretische topologie en de topologische algebra, waarvoor dat minder het geval is geweest.

De differentiaaltopologie bestudeert vooral topologische variëteiten, vaak voorzien van een stuksgewijs-lineaire of differentieerbare structuur (vandaar de naam). Eén van de centrale problemen van dit gebied behelsde de klassifikatie van compacte variëteiten. Na een explosie van activiteit in de jaren zestig lijken nu de meeste klassifikatieproblemen in dimensie ≥ 5 'opgelost' (waaronder vaak verstaan moet worden dat ze tot een zuiver algebraïsch probleem gereduceerd zijn). Maar in dimensie 3 en 4 hebben zich het afgelopen decennium opmerkelijke ontwikkelingen voorgedaan, enerzijds door gebruik van differentiaalmeetkundige hulpmiddelen (Thurston, Donaldson), anderzijds door het ontwikkelen van fijnere zuiver-topologische methoden (Freedman). De aandacht is nu wat verlegd naar differentiaalvariëteiten met een bijzondere structuur, zoals een bladering of een dynamisch systeem. Het laatste behoort als onderzoeksgebied echter meer tot de analyse. De differentiaaltopologie wordt op het ogenblik in Nederland niet intensief beoefend.

de differentiaalmeetkunde is het terrein binnen ons samenwerkingsverband dat vanouds de meeste wisselwerking heeft gehad met de fysica. De laatste jaren heeft zich dit in versterkte mate voorgedaan op het gebied van de ijktheorieën en de twistorruimten.

De hierbij in Nederland betrokken onderzoekers zijn in meerderheid afkomstig uit de analyse en de theoretische fysica. Onlangs hebben zij met anderen een interdisciplinaire werkgroep gevormd (zie het beleidsplan van het LSV i.o. Theoretische Fysica en Wiskunde).

Evenals de differentiaaltopologie maakte de algebraïsche topologie van de jaren zestig een grote bloei door. Op dit gebied doen zich nog steeds interessante ontwikkelingen voor, genoemd zij de stabiele homotopie theorie (werk van R. Cohen) en de theorie van H-ruimten (Harper, Lin). Gezien de omvang van de onderzoeksomgeving voor dit gebied in Nederland lijkt het gewenst jonge onderzoekers die zich hierin bekwamen in het buitenland te laten vormen.

In de meetkundige topologie

staan de laatste tijd de theorie van de absolute omgevingsretrakten en de oneindigdimensionale ruimten in de belangstelling. Op beide terreinen spelen Nederlandse onderzoekers een belangrijke rol.

Onder verzamelingstheoretische topologie moet hier verstaan worden een grensgebied tussen logica en topologie. De verwachting bestaat dat het belang hiervan zal toenemen. Tot dusverre zijn de gewichtigste bijdragen echter vooral van logica afkomstig.

Het onderzoek in Nederland op het gebied van de topologische algebra is er vooral één van topologische groepen. Dit heeft raakvlakken met de ergodentheorie en bij een enkele onderzoeker bestaat het voornemen het werkkterrein in deze richting te verplaatsen.

Bovenstaande situatieschets leidt tot de volgende conclusies:

- De grote via de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC gesubsidieerde projecten Singulariteitentheorie en Moduli en het kleine project Diophantische Approximaties passen goed in de internationale en nationale ontwikkelingen en dienen volgens plan voortgezet te worden.
- Het is niet te verwachten dat voor 1985 plannen voor nieuwe grote projecten voor subsidiëring zullen worden ingediend. Er zijn wel verschillende gebieden die daarvoor op wat langere termijn in aanmerking komen.
- Voor 1985 zijn er twee tot vier plannen te verwachten waarbij om geldelijke steun voor één extra onderzoeker wordt gevraagd. Als dat onderzoek betreft op bijvoorbeeld het terrein van de algebraïsche getaltheorie, de K-theorie of de meetkundige topologie, dan zal dat onderzoek in Nederland kunnen plaatsvinden. Voor een jonge onderzoeker in de algebraïsche topologie of de differentiaalmeetkunde zou het wellicht nuttiger zijn enkele jaren in het buitenland te werken.

LSV Algebra en Meetkunde

Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten met doorwerking in 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker(s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-80-04	Peters c.s.	RUL	Moduli	van Geemen nog niet bekend nog niet bekend	8 12 12		
10-80-05	Steenbrink c.s.	RUL	Singulariteitentheorie	nog niet bekend Pellikaan van Straten	12 1 12		
10-80-09	Tijdeman/Beukers	RUL	Diophantische approximaties	de Weger	12		
10-80-11	de Vries	KUN	Harish-Chandramodulen	Heck	P.M. <hr/> 69+P.M.		

tabel 6

LSV Algebra en Meetkunde

Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van de ultimo 1984 lopende projecten

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)						Materieel (in kf)			
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
10-80-04	Peters c.s.	RUL	2.7	2.0	2.0	2.0	2.0					
10-80-05	Steenbrink c.s.	RUL	2.1	2.0	1.0	0.6						
10-80-09	Tijdsman/Beukers	RUL	1.0	1.0	0.2							
10-80-11	de Vries	KUN	P.M.									
Totaal			5.8	5.0	3.2	2.6						

LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde
 Specificatie van de t/m 1984 gehonoreerde projecten 1984

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1985	Omschrijving	Bedrag
10-90-02	Troelstra/van Dalen	UVA/ RUU	Intuitionistische metamathematische en toepassingen	Moerdijk	3 — 3		

tabel 7

LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde
 Meerjarenraming 1985-1989: consequenties van de ultimo 1984 lopende projecten.

Dossiernr.	Aanvrager (s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
10-90-02	Troelstra/van Dalen	UVA/ RUU	0.2	0.7								
Totaal			0.2	0.7								

tabel 7a

Bijlage 7

Beleidsplan 1985 van het Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde

Binnen het LSV vindt onderzoek plaats in een bescheiden aantal vakgebieden, waarvan enkele meerdere beoefenaars trekken. Naast incidenteel en individueel onderzoek, o.a. in de geschiedenis van de logica, de wijsbegeerte van de logica en wiskunde, modeltheorie en verzamelingsleer, zijn wat grotere onderzoekseenheden te herkennen, met name traditioneel intuïtionisme (Nijmegen), metamathematica en semantiek van intuïtionistische en verwante systemen (Amsterdam-Utrecht), lambda-calculus (Utrecht), modale-logica en semantiek en het Automath project (Eindhoven).

Zonder het individuele onderzoek tekort te doen kan men zeggen dat een zekere "kritische massa" nodig is om een onderzoek een zekere regelmatige vooruitgang te kunnen garanderen.

Het LSV modigt de individuele leden aan om onderzoek bevorderende stappen te ondernemen, zonder zelf als regelend orgaan op te treden. Aangezien de Nederlandse logische gemeenschap van bescheiden omvang is, zijn de wetenschappelijke contacten veelal probleemloos, een formalisering lijkt ons overbodig.

Maatregelen ten algemene nutte zijn: (1) het uitnodigen van gastsprekers via de "vertrouwenscommissie" van het W.G., in de praktijk van de afgelopen jaren werden vrijwel uitsluitend sprekers geïnviteerd die aansloten bij de belangstelling van één der landelijke groeperingen, (2) de organisatie van mini-congresjes (bijv. de Anglo-Dutch meetings), (3) het Intercity Seminar, (4) gespecialiseerde seminaria (bijv. het topos seminarium of de tripos werkbijeenkomsten).

Het LSV stelt zich voor deze praktijken voort te zetten.

Aangezien het onderzoek van het LSV vrijwel uitsluitend aan de instellingen voor hoger onderwijs plaatsvindt, acht het LSV het wenselijk om een informele uitwisseling van docenten te organiseren (dit vond reeds plaats tussen Amsterdam en Utrecht) en om gespecialiseerde cursussen onder de aandacht van een breder publiek te brengen.

In het algemeen is de situatie van het LSV niet ongunstig, de hoofdrichtingen binnen de logica/grondslagen van de wiskunde zijn redelijk vertegenwoordigd, zij het dan dat de recursietheorie alleen in leven wordt gehouden d.m.v. het onderzoek in de rekenkunde en de lambda-calculus. Een ernstig gemis is het ontbreken van een modeltheoreticus die de band tussen de logica en de wiskunde onderhoudt. Het is uitermate wenselijk dat binnen niet te lange tijd in de lacune voorzien zal worden.

Ook is het wenselijk om regelmatige gastdocenten voor langere perioden aan te trekken. Voor het up-to-date blijven van het LSV is een influx van niveau bijna onmisbaar.

Via de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde wordt een project binnen het LSV uitgevoerd: "Intuitionistische meta-mathematica en toepassingen", door drs. I. Moerdijk o.l.v. prof.dr. A.S. Troelstra en prof.dr. D. van Dalen. Dit project ontwikkelt zich voorspoedig. Het werk van Moerdijk in de topos semantiek en de synthetische differentiaal meetkunde heeft nieuwe perspectieven geopend voor verder onderzoek. In de naaste toekomst zal hij samen met Prof. G. Reyes (Montreal) een boek voltooien over de modellen van synthetische differentiaal meetkunde. In het boek worden in een intuitionistisch universum getalsystemen en meetkundige structuren bestudeerd. Er wordt bovendien verfijnde informatie over infinitesimalen à la Robinson en à la Kock-Lawvere benut. Deze informatie kan van belang zijn in bredere context. Voorts kan onderzoek naar de zogenaamde gladde gehele getallen licht werpen op bepaalde intuitionistische rekenkundige problemen. Gezien de openheid van het probleemgebied is goede vooruitgang te verwachten.

Overig onderzoek in Nederland wordt door de universiteiten gefinancierd. Een deel van dit onderzoek heeft raakpunten met bovengenoemd project. Er zal naar verdere uitbreiding van samenwerking gestreeft worden.

Bijlage 8

Beleidsplan Landelijke Samenwerkingsverband i.o. Theoretische Fysica en Wiskunde.

Begin 1983 is door enkele fysici en wiskundigen het initiatief genomen tot een zekere structurering van de samenwerking tussen theoretisch natuurkundigen en wiskundigen. Hiertoe is ook contact opgenomen met het Curatorium van de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC en het Bestuur van de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie. Beide Stichtingsbesturen staan positief tegenover dit initiatief en hebben de bereidheid uitgesproken in onderling overleg te pogen structuur te geven aan dit samenwerkingsverband. Dit zal in de zomer verder worden uitgewerkt. Het Samenwerkingsverband in oprichting heeft reeds projectaanvragen ingediend bij FOM, die mede ter beoordeling aan de SMC zijn voorgelegd. Er bestaan ook plannen voor projectaanvragen bij de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde.

In bijlage 8a wordt het beleidsstuk (iets aangepast i.v.m. het niet bijvoegen van appendices) gegeven van de contactcommissie die destijds was gevormd om mogelijkheden tot samenwerking te onderzoeken.

Bijlage 8aSamenwerking Theoretische Fysici en Wiskundigen1. Inleiding

In maart 1983 hebben de fysici P.J.N. Bongaarts (Leiden) en J.A.M. Cox (Leiden) en de Wiskundigen W.T. van Est (Amsterdam) en E.M. de Jager (Amsterdam) het initiatief genomen een groot aantal theoretisch natuurkundigen en wiskundigen te polsen over de wenselijkheid van een zekere structurering van reeds bestaande vormen van samenwerking. Na een goede en positieve respons op deze landelijke sondering is een representatief aantal theoretisch natuurkundigen en wiskundigen op 25 maart j.l. naar Amsterdam gekomen, alwaar over realisering van bepaalde wensen t.a.v. samenwerking gesproken is. Uit het midden van deze groep is een kleine contactcommissie gevormd om nader te onderzoeken hoe in overleg met de Stichtingen F.O.M. en M.C. de bedoelde samenwerking bevorderd kan worden. De leden van de commissie zijn:

Prof.Dr. C.L. Scheffer, Onderafdeling der Wiskunde, T.H. Delft
 Prof.Dr. N.M. Hugenholtz, Instituut voor Theoretische Fysica, Groningen
 Prof.Dr. G.E.F. Thomas, Subfaculteit Wiskunde, Groningen
 Prof.Dr. A.E.M. Janner, Instituut voor Theoretische Fysica, Nijmegen en
 Prof.Dr. E.M. de Jager, Mathematisch Instituut, U.v.A., Amsterdam,
 die tevens voorzitter/woordvoerder van de commissie is.

Alvorens bepaalde wensen aan de Besturen van de Stichtingen F.O.M. en M.C. voor te leggen wordt in de volgende paragraaf een aantal redenen uiteengezet waarom samenwerking tussen theoretisch fysici en wiskundigen wenselijk wordt geacht.

2. Ontwikkelingen in de Theoretische Natuurkunde en de Wiskunde

Sedert een twintigtal jaren is de kloof die bestond tussen de zuivere wiskunde enerzijds en de natuurwetenschappen anderzijds aanmerkelijk kleiner geworden. In de V.S. wordt volgens J. Glimm, de voorzitter van de adviesraad voor wiskunde van de National Science Foundation, zeker de helft van geavanceerd wiskundig onderzoek toegepast in de natuurkunde en de ingenieurswetenschappen. Een dergelijke ontwikkeling, misschien niet zo uitgesproken als in de V.S., wordt ook waargenomen in Europa. Dat de kloof tussen theoretische natuurkunde en wiskunde kleiner is geworden, is o.m. een gevolg van enerzijds behoefte van theoretisch natuurkundigen gebruik te maken van zeer moderne geavanceerde wiskundige theorieën en anderzijds van de omstandigheid dat wiskundigen geconfronteerd worden met interessante problemen en toepassingen, aangedragen voor fysici, maar ook van belang voor ontwikkelingen binnen de wiskunde. Men kan hierbij denken aan stochastische processen in de statistische mechanica, numerieke analyse en theorie van differentiaalvergelijkingen in de modelbouw, toepassing van bifurcatietheorie op het chaotisch gedrag van systemen, toepassing van operator-algebra's in quantumveldentheorie en quantum-statistische mechanica, toepassing van algebraïsche

methoden in kristallografie en quantumveldentheorie, toepassing van differentiaalmeetkunde en topologie in de theorie van solitonen en in de quantumveldentheorie, toepassing van symplectische meetkunde in de klassieke mechanica.

Een dergelijke opsomming laat reeds zien dat interdisciplinair onderzoek tussen wiskunde en natuurkunde een geavanceerd karakter bezit en dat een professionele inbreng van mathematici en fysici essentieel is voor het welslagen van dergelijk interdisciplinair onderzoek. Wat betreft het belang van dit onderzoek voor toekomstige ontwikkelingen in de wiskunde en de natuurwetenschappen wordt verwezen naar de bijdrage van bovengenoemde J. Glimm in "SIAM-News" van januari 1983.

Voorbeelden van interdisciplinaire samenwerking liggen op het terrein van: Operator algebra's en oneindige quantumsystemen, Quantumveldentheorie, klassieke statistische mechanica en waarschijnlijkheidstheorie, veldentheorie, differentiaalmeetkunde en differentiaalvergelijkingen, kristallografie etc.

De meer intensieve samenwerking tussen mathematici en theoretisch fysici is ook in Nederland merkbaar. Daartoe wordt verwezen naar de volgende seminaria en congressen:

- i) Het landelijk seminarium Statistische Mechanica en Waarschijnlijkheidsrekening; dit seminarium loopt reeds vijf jaar.
- ii) Het landelijk seminarium "IJKtheorie" te Amsterdam, loopt twee jaar.
- iii) Bijeenkomsten betreffende Systeemtheorie: activiteiten van Prof. J. Willems (Groningen) en Dr. R.H.C. Helleman (Twente).
- iv) Internationale Conferenties "Differentiaalvergelijkingen" te Scheveningen; in 1979: Differentiaalmeetkunde en Theorie van Solitonen; in 1981: Differentiaalmeetkunde en IJKtheorie.
- v) 2nd and 4th International Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics, te Nijmegen in 1973 en in 1975.

Hierbij dient echter te worden opgemerkt, dat wij in Nederland m.b.t. de ontwikkeling van het interdisciplinaire gebied "Theoretische Natuurkunde en Wiskunde" wellicht iets achter lopen op het buitenland. Dit kan een gevolg zijn van het feit dat de meer wiskundig gerichte ontwikkeling van de Nederlandse mathematische fysica tot nu toe vooral aan de technische hogescholen plaats vond, zodat deze ontwikkeling meer gericht werd op ingenieurswetenschappen en klassieke mechanica, zoals vloeistofmechanica en elasticiteitstheorie, dan op moderne theoretische natuurkunde. De term "mathematische fysica" heeft dan ook voor vele Nederlandse wiskundigen een andere betekenis dan "mathematical physics" in de Verenigde Staten of Engeland.

Verder wordt vermeld dat vele wiskundigen en natuurkundigen bezorgd zijn over de recente ontwikkeling van de onderwijssituatie aan onze universiteiten en hogescholen. Deze ontwikkeling heeft een negatief effect op een harmonisch samengaan van wiskunde en natuurwetenschappen, daar de zgn. "tweefasen-structuur" en ook de personele financieringsstructuur de onderlinge samenwerking op het terrein van het onderwijs in de weg staat. Immers ten gevolge van de tweefasen-structuur treedt een divergentie tussen beide disciplines op, omdat een tekort aan beschikbare tijd bij het wiskunde-onderwijs leidt tot het afschaffen van bijvakken, dus ook van natuurkunde, en bij het natuurkunde-onderwijs tot het bijbrengen van minimale "pakketten" wiskunde, waarbij moderne wiskundige verworvenheden zeker niet aan bod komen. De wijze van personeelsfinanciering in de subfaculteiten brengt mede dat een deel van het wiskunde-onderwijs in sommige subfaculteiten natuurkunde door deze subfaculteiten zelf verzorgd wordt.

Tenslotte wordt opgemerkt dat de mathematici en fysici die onderlinge samenwerking nastreven verdeeld zijn over onderscheiden werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden van de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde en de Stichting F.O.M. en dat er binnen deze stichtingen geen orgaan bestaat dat de beoogde samenwerking verzorgt. Bovendien is het bekend dat i.h.a. geen wiskundigen lid zijn van een F.O.M.-orgaan en i.h.a. geen fysici lid zijn van een M.C.-orgaan.

Bovenstaande overwegingen hebben er toe geleid dat wiskundigen en theoretisch natuurkundigen, die door de commissie vertegenwoordigd worden, van mening zijn dat samenwerking tussen beide disciplines bevorderd dient te worden en dat dit van belang is voor de ontwikkeling van beide vakgebieden.

Het interdisciplinaire gebied van samenwerking wordt aangeduid met de term "Mathematische Fysica", zoals deze bijv. in de Verenigde Staten gebruikt wordt. Hierbij wordt in het bijzonder gedacht aan gebieden uit de theoretische fysica, waarbij geavanceerde wiskundige theorieën gebruikt en veelal verder ontwikkeld worden, en aan gebieden uit de wiskunde met duidelijke verbindingen met actuele onderwerpen uit de theoretische natuurkunde.

Wensen m.b.t. ondersteuning van samenwerking

Voor de komende planperioden wordt gevraagd onderzoekruimte voor interdisciplinair onderzoek, waarbij elk project begeleid wordt door gekwalificeerde onderzoekers, bij voorkeur uit beide disciplines, d.w.z. een fysicus en een mathematicus. Het onderzoek dient wiskundig en fysisch relevant te zijn. Bij de beoordeling van dergelijke projecten gaat het niet om het scheiden van goed en slecht, maar veeleer om het scheiden van het betere en het goede. De commissie is bereid de verantwoordelijkheid voor de beoordeling van projecten op het tussengebied van wiskunde en theoretische natuurkunde op zich te nemen. Dit dient evenwel goed te worden verstaan; de commissie is geenszins van mening dat projecten op het gebied van samenwerking aan de commissie voorgelegd zouden moeten worden, maar de Stichting F.O.M. en M.C. kunnen - indien zij dit wensen - in deze over de expertise van de commissie en haar achterban beschikken.

Verder wordt gevraagd financiële steun voor overbruggende bijeenkomsten van mathematici en fysici, te vergelijken met de "Rencontres" in Straatsburg en Bielefeld.

Gedacht wordt aan bijeenkomsten van circa drie dagen, éénmaal per jaar, waarbij wiskundigen en theoretisch natuurkundigen resultaten en ideeën m.b.t. hun onderzoek uitwisselen en de basis leggen voor gezamenlijk uit te voeren onderzoekprojecten.

Een derde wens is financiële steun voor het organiseren van zgn. zomerscholen, waarbij een aantal vooraanstaande onderzoekers op het gebied van de mathematische fysica inleidingen geven in een belangrijk nieuw onderwerp met het doel dat hierdoor bestaand onderzoek extra gestimuleerd wordt of dat nieuw onderzoek een impuls kan krijgen. Met betrekking hierop zijn goede ervaringen opgedaan met o.a. de eerder genoemde conferenties in Scheveningen, die als thema hadden: "Differentiaalmeetkundige methodes in de theorie van evolutievergelijkingen" en "Differentiaalmeetkundige technieken in ijktheorieën".

Bij de organisatie van dergelijke zomerscholen zou met vrucht gebruik gemaakt kunnen worden van de bestaande infrastructuur op universiteit op hogeschool. Een of meerdere gastdocenten, die toch al op de "pay-roll" van de instelling staan, zouden bij de zomerschool ingeschakeld kunnen worden.

Gedacht wordt aan een frequentie van eens in de twee jaar; wegens de "spin off" voor later onderzoek wordt veel verwacht van het effect van dergelijke zomerscholen.

Tenslotte zal in de toekomst ondersteuning gevraagd kunnen worden voor de organisatie van een internationale conferentie; hiertoe bestaan nu nog geen concrete plannen.

De commissie vraagt het Curatorium van de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde, Mathematisch Centrum, en het Bestuur van de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie in onderling overleg maatregelen voor te stellen, die tot doel hebben de interdisciplinaire samenwerking tussen wiskundigen en theoretisch natuurkundigen, zoals hierboven aangegeven, te bevorderen. De commissie is van mening dat dit in het belang is van het natuurkundig en wiskundig onderzoek en onderwijs in Nederland.

De commissie:
N.M. Hugenholtz
E.M. de Jager
A.E.M. Janner
C.L. Scheffer
G.E.F. Thomas.

oktober 1983