

Cur 1138

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

WETENSCHAPPELIJK PROGRAMMA 1980

MEERJARENPLAN 1981-1985

MEI 1979

Inhoud:

Uitgangspunten

Overzicht wetenschappelijke werkzaamheden MC 1980

afd. Zuivere Wiskunde
afd. Toegepaste Wiskunde
afd. Mathematische Statistiek
afd. Mathematische Besliskunde
afd. Numerieke Wiskunde
afd. Informatica
Samenvatting afdelingen

Overzicht wetenschappelijke werkzaamheden MC 1981-1985

Afdeling Zuivere Wiskunde

Algemeen	ZW Algemeen
Discrete Wiskunde	ZW 1
Analyse en Getaltheorie	ZW 2
Topologie en Analyse	ZW 3
Algebra	ZW 4
Logica	ZW 5
Werkzaamheden voor derden	

Afdeling Toegepaste Wiskunde

Algemeen	TW Algemeen
Speciale functies en groepentheorie	TW 1
Toegepaste analyse	TW 2
Niet-lineaire Analyse en Biomathematica	TW 3
Werkzaamheden voor derden	TW

Afdeling Mathematische Statistiek

Algemeen	MS Algemeen
Asymptotische en verdelings- vrije methoden	MS 1
Waarschijnlijkheidsrekening	MS 2
Toegepaste Statistiek	MS 3
Programmatuur	MS 4
Werkzaamheden voor derden	MS 5,6

Afdeling Mathematische Besliskunde

Algemeen	MB Algemeen
Dynamische programmering en stochastische optimalisering	MB 1
Combinatorische optimalisering	MB 2
Systeemtheorie en -analyse	MB 3
Speltheorie	MB 4
Programmatuur	MB 5
Werkzaamheden voor derden	MB 6,7

Afdeling Numerieke Wiskunde

Algemeen	NW Algemeen
Numerieke analyse van functio- naal vergelijkingen	NW 1
Getaltheorie m.b.v. de computer	NW 3
Numerieke programmatuur	NW 4
Werkzaamheden voor derden	NW

Afdeling Informatica

Algemeen	AI Algemeen
Formele talen, automaten en complexiteit	AI 1
Mathematische theorie van programmacorrectheid	AI 2
ALGOL 68	AI 3
Taalontwerp	AI 4
Computer graphics	AI 5
Computerarchitectuur en taalontwerp	AI 6
Werkzaamheden voor derden	AI

Nota voor ZWO in verband met subsidiëring MC gedurende de komende vijf jaren

(Cur 656, gedateerd 28 april 1976)

Bijlage

WETENSCHAPPELIJK PROGRAMMA 1980

en

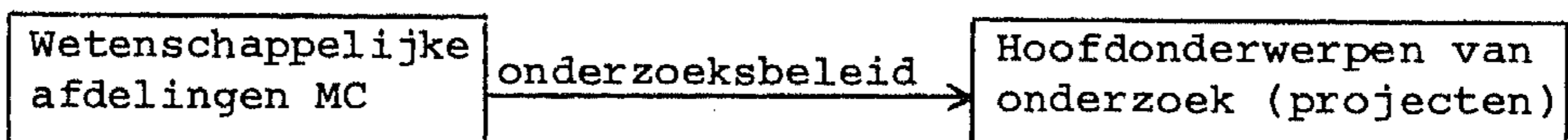
MEERJARENPLAN 1981-1985

met betrekking tot de wetenschappelijke werkzaamheden van het
MATHEMATISCH CENTRUM

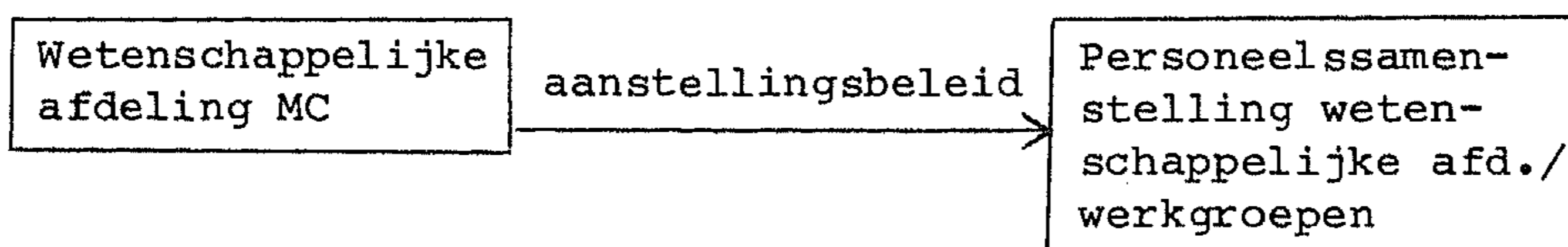
Uitgangspunten bij dit wetenschappelijk programma en het meerjarenplan van het Mathematisch Centrum (MC) zijn:

1. De wetenschappelijke werkzaamheden van het MC worden gepresenteerd in de vorm van z.g. "projectbeschrijvingen". D.w.z. dat die werkzaamheden worden verdeeld in werkzaamheden van bestaande of te realiseren "werkgroepen" (deel-) (projecten), waarbij belangrijke facetten in de verantwoording (wat, waarom, wie, stand van zaken, plannen) van de (deel-)projecten expliciet vermeld worden.
2. Gestreefd wordt naar het verrichten van wetenschappelijk onderzoek, dat elders niet (even goed of beter) verricht kan of zal worden of dat in het kader van landelijke samenwerking en coördinatie zeer goed bij het MC kan plaatsvinden. Het MC hoopt daardoor ertoe bij te dragen dat in Nederland ongewenste duplicatie voorkomen zal worden. In dit verband wordt verwezen naar hoofdstuk IV, "Voorgenomen onderzoeksbeleid" van subsidiëring van het MC gedurende de jaren 1976 tot 1981 (Cur 656, 28 april 1976). Deze nota is aan dit wetenschappelijk programma/meerjarenplan toegevoegd.
3. Naast het in punt 2 genoemde uitgangspunt speelt bij de keuze van de (deel)onderzoeksonderwerpen van het MC ook het volgende een rol.

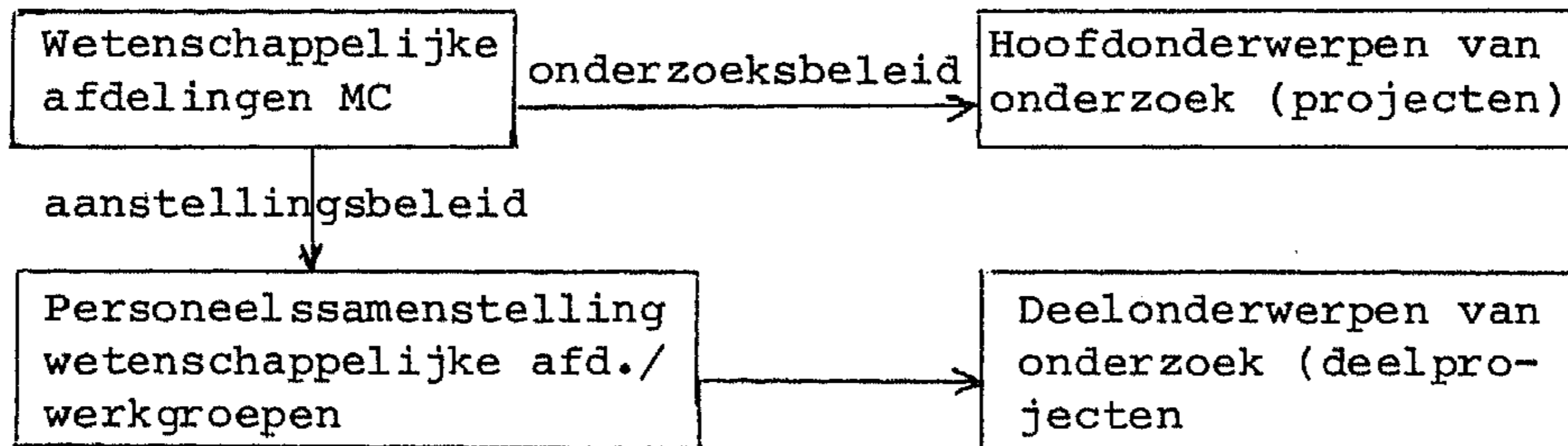
Op grond van het onderzoeksbeleid kiezen de afdelingen de hoofdonderwerpen ("projecten") van het te verrichten onderzoek.



Bij het aanstellen van het wetenschappelijk personeel wordt rekening gehouden met de specialisatie in en de belangstelling voor de hoofdonderwerpen van onderzoek van de aan te trekken wetenschappelijke medewerkers.



Mede afhankelijk van de specifieke personeelssamenstelling van de wetenschappelijke afdelingen worden de hoofdonderwerpen van onderzoek ("Projecten") verdeeld in een aantal deelonderwerpen van onderzoek ("deelprojecten").



Het is daarnaast duidelijk dat, afhankelijk van belangstelling en kundigheid, een wetenschappelijk medewerker onderzoek kan verrichten in meer dan één deelproject.

4. Het Mathematisch Centrum is zich ervan bewust, dat het zeer wel mogelijk is, dat het tengevolge van overleg met de Raad van Advies en de adviescommissies per vakgebied binnen de wiskunde en informatica en tengevolge van het ontstaan van een kader voor landelijke samenwerking en coördinatie in de geplande werkzaamheden in deze en de volgende meerjarenplannen aanzienlijke veranderingen zal dienen aan te brengen.

De hoop bestaat dat in Nederland een dergelijk kader zal ontstaan. Mede om dit ontstaan te bevorderen, zal het MC zijn wetenschappelijk programma en zijn meerjarenplannen o.a. via de Raad van Advies van het MC en de betrokken adviescommissies ter discussie stellen.

Om een mogelijk begin voor een kader voor landelijke samenwerking en coördinatie te hebben, stelt het MC in hoofdstuk I, "De positie van het MC in Nederland" van de eerder genoemde Nota voor ZWO voor om in de komende tijd voor een in overleg met Nederlandse wiskundigen en informatici nader te bepalen vakgebied, een experiment met een landelijke werkgemeenschap, in de zin van ZWO, te doen starten.

Het stelt daarbij, desgewenst, de diensten van het bureau van de Stichting ter beschikking. Het is duidelijk, dat, wat het MC betreft, dit experiment in volledig overleg met en nauwe begeleiding door zijn Raad van Advies en zijn betrokken adviescommissies zou moeten plaatsvinden.

Het is vanzelfsprekend, dat de wetenschappelijke programma's van het MC voor het gekozen vakgebied dan niet alleen voor het verkrijgen van advies aan de Raad van Advies en de betrokken adviescommissies worden voorgelegd, maar tevens in deze "experimentele landelijke werkgemeenschap" ter beoordeling worden ingebracht.

5. De centrale rol in een werkgroep wordt vervuld door een ervaren, gepromoveerd senior-medewerker, souschef, afdelingschef of wetenschappelijk adviseur. Voor het personeelsbeleid met betrekking tot de personeelsleden, behorende tot zo'n werkgroep en voor het onderzoek naar de mogelijkheid van het vormen van werkgroepen met een zwaardere samenstelling, de z.g. "onderzoekskernen", wordt verwezen naar hoofdstuk II, "Personeel en nieuwbouw" van de eerder genoemde Nota voor ZWO.

Voor het MC en per wetenschappelijke afdeling wordt, voorafgaande aan de projectbeschrijvingen, een gedetailleerd overzicht van de beoogde wetenschappelijke werkzaamheden voor 1980 en een globaal overzicht van de geplande wetenschappelijke werkzaamheden voor 1981 - 1985 gegeven. Indien ten opzichte van het wetenschappelijk programma 1979/meerjarenplan 1980 - 1984 essentiële wijzigingen in de beschrijvingen van de projecten of de deelprojecten zijn aangebracht, dan is dit vermeld in een apart punt van het algemene deel over de afdeling of in de betrokken beschrijving. Indien bij het punt Publicaties naar een MC-rapport wordt verwezen, dat in een eerder wetenschappelijk programma al eens genoemd is, wordt dit onder het betreffende punt met twee sterretjes aangegeven.

OVERZICHT WETENSCHAPPELIJKE WERKZAAMHEDEN EN BIJBEHORENDE MANKRACHT

GEPLAND VOOR 1980

Onder "leiding, coördinatie, planning, etc" wordt vermeld het aantal manjaren van de chefs en souchefs van de wetenschappelijke afdelingen, dat besteed zal worden aan werkzaamheden zoals planning en coördinatie van het wetenschappelijk onderzoek, andere organisatorische en administratieve werkzaamheden, stimuleren van het wetenschappelijk onderzoek van de medewerkers en de kritische begeleiding daarvan, etc.

AFDELING ZUIVERE WISKUNDE

ZW

Planning manjaren 1980

	<u>chef</u> <u>souchef</u>	<u>wetens.</u> <u>medew.</u>	<u>wet/techn.</u> <u>assis.</u>
I. Wetenschappelijk onderzoek, w.o. colloquia			
ZW 1: <u>Discrete Wiskunde</u>			
ZW 1.1: Amorfe combinatoriek en grafentheorie		1.1	
ZW 1.2: Kristallijne combinatoriek en coderingstheorie		2.3	
ZW 2: <u>Analyse en Getaltheorie</u>		2.9	
ZW 3: <u>Topologie en Analyse</u>			
ZW 3.1: Topologische dynamica	0.3	0.7	0.3
ZW 3.2: Topologische transformatiegroepen	0.3	0.1	0.1
ZW 4: <u>Algebra</u>		0.5	
ZW 5: <u>Logica</u>			
ZW 5.1: Mathematische linguïstiek	0.1	1.0	
II. Werkzaamheden voor derden	0.1	0.4	0.1
III. Leiding, coördinatie, planning, etc.	0.4		

TOTAAL ZW:	1.2	9.0	0.5
IV. 2 Adviseurs			

AFDELING TOEGEPASTE WISKUNDE

Planning manjaren 1980

chef, souschef wet.med. wet.ass.

I. Wetenschappelijk onderzoek
w.o. colloquia en programmatuurTW 1: Speciale functies en groepentheorie

TW 1.1: Orthogonale stelsels van spec. functies in meer variabelen	1.9	0.5
TW 1.2: Representaties van niet-compacte halfenkel- voudige Lie groepen	0.8	0.5

TW 2: Toegepaste analyse

TW 2.1: Relaxatietrillingen	0.3	0.1
TW 2.2: Singulier gestoorde randwaardeproblemen	0.2	
TW 2.3: Problemen uit de transport- theorie	0.3	
TW 2.4: Asymptotiek en berekening van speciale functies	0.5	0.1
TW 2.5: Toepassingen van hyperfuncties	0.8	
(MB 3): Systeemtheorie	0.4	

TW 3: Niet-lineaire analyse en Biomathematica

TW 3.1: Niet-lineaire diffusieproblemen	1.7	0.4
TW 3.2: Niet-lineaire vergelijkingen uit de populatiedynamica	0.1	1.5
TW 3.3: Biologische oscillatoren	0.1	0.4

Afgesloten projecten:

Mathematische modellen, Speciaal onder-
werp uit de biomathematica, Ritz-Galerkin
methoden

II. Werkzaamheden voor derden	0.1	0.7
III. Leiding, coördinatie, planning etc.	0.5	0.3

TOTAL TW	1.2	9.0	2.0
----------	-----	-----	-----

IV. 1 Adviseur

AFDELING MATHEMATISCHE STATISTIEK

Planning manjaren 1980

I. Wetenschappelijk onderzoek, w.o. colloquia en programmatuur	chef souschef	wet. med.	wet. ass.
MS 1: <u>Asymptotische en verdelingsvrije methoden</u>			
MS 1.1: Order statistics	0.5		
MS 1.2: Kansen op grote afwijkingen		0.5	
MS 1.3: Stochastische censurering		0.4	
MS 1.4: Edgeworth ontwikkelingen			
MS 1.5: Adaptieve schattingsmeth.		0.5	
MS 1.6: Asymptotische ontwikkelingen		0.5	
MS 2: <u>Waarschijnlijkheidsrekening</u>			
MS 2.1: Het stochastische realisatie probleem		0.4	
MS 2.2: Stochastische integralen		0.25	
MS 2.3: Nieuwe onderwerpen		0.6	
MS 3: <u>Toegepaste Statistiek</u>			
MS 3.1: Onderwerpen uit de multivariate analyse		0.2	
MS 3.2: Toetsingstheorie bij discrete verdelingen		0.3	
MS 3.3: Onderzoek n.a.v. consultatie		0.3	
MS 3.4: Analyse van gemengde nominale, ordinale en metrische gegevens		0.4	
MS 4: <u>Programmatuur</u>	0.05		0.3
MS 4.1: Ontwikkeling en onderhoud programmatuur STATAL		0.7	
MS 4.2: Documentatie programma- en procedurebibliotheek STATAL		0.2	
II. Werkzaamheden t.b.v. derden			
MS 5: <u>Educatieve werkzaamheden</u>			
MS 5.1: Werkweek		pm	
MS 6: <u>Opdrachten (consultatie)</u>	0.25		0.7
MS 6.1: Basisonderzoek Kostenstructuur Ziekenhuizen en Verpleeghuizen		0.2	
MS 6.2: Advies t.b.v. accountantscontrole		0.05	
MS 6.3: Evolutiemodel voor Formaminiferen		0.1	
MS 6.4: Stormvloedkering Oosterschelde			
MS 6.5: Nieuwe consultatieproblemen		2.4	
III. Leiden, coördinatie, planning, etc.	0.4		

	TOTAAL MS:	1.2	8.0
			1.0
IV. 2 Adviseurs			

AFDELING MATHEMATISCHE BESLISKUNDE

Planning manjaren 1980

	chef souschef	wet. med.	wet/techn. assis.
I. Wetenschappelijk onderzoek, w.o. colloquia en programmatuur			
MB 1: <u>Dynamische programmering en stochastische optimalisering</u>	0.1		
MB 1.1: Eindige Semi-Markov beslissingsproblemen		0.3	
MB 1.2: Optimaliseringmethoden in voorraad-, vervangings- en wachttijdtheorie		0.9	
MB 1.3: Aftelbare Markov beslis- singsprocessen en stochas- tische wiskundig-economische modellen		0.3	
MB 2: <u>Combinatorische optimalisering</u>			
MB 2.1: Routerings- en toewijzings- problemen	0.1	0.2	
MB 2.2: Machinevolgordeproblemen	0.3	0.8	
MB 2.3: Locatie- en allocatie- problemen	0.1	0.7	
MB 2.4: Lagrange-methoden	0.1	0.6	
MB 2.5: Toepassingen grafentheorie		0.1	
MB 3: <u>Systeemtheorie en- analyse</u>			
MB 3.1: Optimale besturing over een oneindig tijdsinterval		0.5	
MB 3.2: Singuliere optimale bestu- ringstheorie			
MB 3.3: Problemen in de differen- tiaalgeometrische systeem- theorie		0.4	
MB 3.4: Stochastische realisatie- problemen		0.4	
MB 3.5: Stochastische filterproblemen		0.3	
MB 3.6: Problemen in de grootschalige dynamische systeemtheorie		0.1	
MB 4: <u>Speltheorie</u>			
MB 4.1: Stochastische en coopera- tieve spelen		0.5	
MB 5: <u>Programmatuur</u>			
MB 5.1: Lineaire en geheeltallige programmering		0.1	
MB 5.2: In- en uitvoersystemen voor lineaire programmering		0.1	
MB 5.3: Niet-lineaire programmering		0.2	
MB 5.4: OPERAL		0.1	
MB 5.5: ALGOL-procedures grafentheorie		0.2	

II. Werkzaamheden voor derden

MB 6: <u>Educatieve werkzaamheden</u>	0.1	0.2
---------------------------------------	-----	-----

MB 7: <u>Opdrachten</u>		1.2
-------------------------	--	-----

III. Leiding, coördinatie, planning, etc.	0.4	0.3
---	-----	-----

TOTAAL MB:	1.2	8.5
------------	-----	-----

IV. 2 Adviseurs

AFDELING NUMERIEKE WISKUNDE

Planning manjaren 1980

	<u>chef</u> <u>souschef</u>	<u>wet.</u> <u>med.</u>	<u>wet.</u> <u>ass.</u>	<u>progr.</u>
I. Wetenschappelijk onderzoek, w.o. colloquia en programmatuur				
NW 1: <u>Numerieke analyse van functionaal- vergelijkingen</u>				
NW 1.1: Beginwaardeproblemen voor gewone differentiaalver- gelijkingen	0.1	1.0		0.2
NW 1.2: Beginrandwaardeproblemen voor partiële differen- tiaalvergelijkingen	0.2	2.5	0.5	1.1
NW 1.3: Randwaardeproblemen		2.5	0.5	0.5
NW 1.5: Integraalvergelijkingen en integro-differentiaalver- gelijkingen	0.6	1.5	0.5	0.5
NW 1.6: Differentie-differentiaal- vergelijkingen	0.2	0.5		
NW 1.7: Niet-lineaire vergelij- kingen	0.1	0.5		
NW 3: <u>Getaltheorie met behulp van de computer</u>				
NW 3.1: Aliquote rijen en cycles				is in de loop van 1977 af- gesloten
NW 3.2: Opbouw bibliotheek getal- theoretische procedures		0.1		
NW 3.3: Diverse overige projecten		0.1		
NW 4: <u>Numerieke programmatuur</u>				
NW 4.1: NUMAL		0.1		0.1
NW 4.3: NUMAL 68		0.4		1.4
II. Werkzaamheden voor derden		1.0		0.2
III. Leiding, coördinatie, planning etc.		0.6		
TOTAAL NW:	2.0	10.0	1.5	4.0

AFDELING INFORMATICA

Planning manjaren 1980

I. Wetenschappelijk onderzoek, w.o. colloquia en programmatuur	chef souschef	wet. med.	wet. ass.	progr.
AI 1: <u>Formele talen, automaten en complexiteit</u>				
AI 1.1: Lindenmayer systemen		0.2		
AI 1.2: Abstracte machinemodellen		0.4		
AI 1.3: Analyse en complexiteit van algoritmen		1.4		
AI 2: <u>Programmeertheorie</u>				
AI 2.1: Semantiek en bewijssystemen	0.4	2.0		
AI 2: <u>ALGOL 68</u>				
AI 3.1: Parser			0.5	1.5
AI 3.2: Code-generatie		1.5		
AI 3.3: Runtime-systeem; mach.-onafh. gedeelte		1.2		
AI 3.4: Runtime-systeem; mach.-afh. gedeelte		0.3		
AI 3.5: Consolidatie		0.5		
AI 3.6: ALGOL 68H				
AI 3.7: ALEPH				
AI 3.8: Verdere implementatievraag- stukken				
AI 4: <u>Taalontwerp</u>				
AI 4.1: Ontwikkeling van een een- voudige, gestructureerde, conversationele progr.taal		0.2		0.8
AI 4.2: Ontwikkeling van de taal Abstracto		0.2		0.2
AI 4.3: Theorie van taalontwerp		0.1		
AI 5: <u>Computer graphics</u>				
AI 5.1: Niet-interactief grafisch systeem		0.4		
AI 5.2: Grafische interactie		1.4		
AI 5.3: Invoer met een Picture Array Processor		0.6		
AI 5.4: Informatica laboratorium		1.1	0.5	2.0
AI 6: <u>Computerarchitectuur en taalontwerp</u>				
AI 6.1: Primitieven voor stringmanipulatie en patroonherkenning		1.2		0.5
AI 6.2: Een architectuur voor string- manipulatie en patroonherkenning		0.8		0.5
II. Werkzaamheden t.b.v. derden		0.5		
III. Leiding, coördinatie, planning, etc.	0.4			
TOTAAL AI	0.8	14.0	1.0	5.5

SAMENVATTING WERKZAAMHEDEN WETENSCHAPPELIJKE AFDELINGEN 1980

Afdeling	chef souschef	wet. med.	wet./ tech. assis.	project- progr.
<u>ZUIVERE WISKUNDE</u>				
wetenschappelijk onderzoek	0.7	8.5	0.4	
werkzaamheden voor derden	0.1	0.5	0.1	
leiding, etc.	0.4			
	-----	-----	-----	
Totaal ZW:	1.2	9.0	0.5	
<u>TOEGEPASTE WISKUNDE</u>				
wetenschappelijk onderzoek, w.o. program- matuur	0.6	8.0	2.0	
werkzaamheden voor derden	0.1	0.7		
leiding, etc.	0.5	0.3		
	-----	-----	-----	
Totaal TW:	1.2	9.0	2.0	
<u>MATHEMATISCHE STATISTIEK</u>				
wetenschappelijk onderzoek, w.o. program- matuur	0.6	5.2	0.3	
werkzaamheden voor derden	0.2	2.8	0.7	
leiding, etc.	0.4			
	-----	-----	-----	
Totaal MS:	1.2	8.0	1.0	
<u>MATHEMATISCHE BESLISKUNDE</u>				
wetenschappelijk onderzoek, w.o. program- matuur	0.7	6.8		
werkzaamheden voor derden	0.1	1.4		
leiding, etc.	0.4	0.3		
	-----	-----		
Totaal MB:	1.2	8.5		
<u>NUMERIEKE WISKUNDE</u>				
wetenschappelijk onderzoek, w.o. program- matuur	1.4	9.0	1.5	3.8
werkzaamheden voor derden		1.0		0.2
leiding, etc.	0.6			
	-----	-----	-----	-----
Totaal NW:	2.0	10.0	1.5	4.0
<u>INFORMATICA</u>				
wetenschappelijk onderzoek	0.4	13.5	1.0	5.5
werkzaamheden voor derden		0.5		
leiding, etc.	0.4			
	-----	-----	-----	-----
Totaal AI:	0.8	14.0	1.0	5.5
Totaal Wetenschappelijke afdelingen MC:	7.6	58.5	6.0	9.5
	===	====	===	===

OVERZICHT WETENSCHAPPELIJKE WERKZAAMHEDEN VAN WETENSCHAPPELIJKE MEDEWERKERS,

GEPLAND VOOR 1981 - 1985

De werkzaamheden worden aangegeven door middel van het aantal geplande man-jaren (afgerond op 0.5) wetenschappelijke medewerkers (exclusief chef, souschef, adviseurs gastmedewerkers en assistenten.

Tot en met 1979 werd slechts een zeer geringe uitbreiding gepland. De reden is gelegen in de beperkte ruimte in het huidige MC-gebouw.

De verwachting is dat de nieuwbouw van het MC midden 1980 betrokken wordt. Na 1979 wordt dan ook gedurende enkele jaren een sterke groei gepland, totdat in 1982 het toegestane personeelsbestand van 175 personeelsleden bereikt is.

<u>Afdeling Zuivere Wiskunde</u>	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ZW 1: Discrete Wiskunde	3.4	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0
ZW 2: Analyse en Getaltheorie	2.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ZW 3: Topologie en Analyse	0.8	1.0	1.5	2.5	1.5	1.5
ZW 4: Algebra	0.5	1.0	2	2	2	3
ZW 5: Logica	1.0	1.0	-	-	-	-
Dienstverlening, educ. werkz.h.	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
TOTAAL ZW:	9.0	11.5	12.0	12.0	12.0	12.0

<u>Afdeling Toegepaste Wiskunde</u>	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TW 1: Speciale functies en Groepentheorie	2.7	3	3	3	3	3
TW 2: Toegepaste Analyse	1.6	1.6	2	2	2	2
TW 3: Niet-lineaire analyse en biomathematica	3.3	4.0	4.5	5	5	5
MB 3: Systeemtheorie	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Dienstverlening, educ.werkz.h.	1	1	1	1	1	1
TOTAAL TW:	9	10	11.0	11.5	11.5	11.5

<u>Afdeling Mathematische Statistiek</u>	1980	1981	1982	1983	1984	1985
MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden	1.9	2.5	3	3	3	3
MS 2: Waarschijnlijkheidsrekening	1.3	1.5	2	2	2	2
MS 3: Toegepaste Statistiek	1.2	1.5	2	2	2	2
MS 4: Programmatuur	0.9	1	1	1	1	1
Dienstverlening, educ.werkz.h.	2.7	3	3	3	3	3
TOTAAL MS:	8.0	9.5	11	11	11	11

Afdeling Mathematische Besliskunde

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
MB 1: Dynamische programmering en stochastische optima- lisering	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5
MB 2: Combinatorische optima- lisering	2.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
MB 3: Systeemtheorie en -analyse	1.7	2.2	2.7	2.7	2.7	2.7
MB 4: Speltheorie	0.5	-	-	-	-	-
MB 5: Programmatuur	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Dienstverlening, educ.werkz.h.	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
TOTAAL MB:	8.5	9.5	10.5	10.5	10.5	10.5

Afdeling Numerieke Wiskunde

NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkin- gen	8.5	9.5	10	10	10	10
NW 3: Getaltheorie m.b.v. de computer	pm	pm	pm	pm	pm	pm
NW 4: Numerieke programmatuur	0.5	0.5	1	1	1	1
Dienstverlening, educ.werkz.h.	1	1	1	1	1	1
TOTAAL NW:	10	11	12	12	12	12

Afdeling Informatica

AI 1: Formele talen, automaten en complexiteit	2	2	2	2	2	2
AI 2: Mathematische theorie van programmacorrect- heid	2	2	2	2	2	2
AI 3: ALGOL 68	3.5	2.5	2	2	2	2
AI 4: Taalontwerp	0.5	1.5	2	2	2	2
AI 5: Computer Graphics	3.5	3	3	3	3	3
AI 6: Computer Architectuur en taalontwerp	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Dienstverlening, educ.werkz.h.	0.5	0.5	1	1	1	1
TOTAAL AI:	14	14	14.5	14.5	14.5	14.5

Getotaliseerd voor het MC leidt dit tot een aantal manjaren wetenschappe-
lijke medewerkers voor wetenschappelijk onderzoek, dienstverlening en
educatieve werkzaamheden:

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TOTAAL	58.5	65.5	71	71.5	71.5	71.5
	==	====	==	====	====	====

Op grond van het hiervoor aangegeven totaal aantal manjaren wetenschappelijke
medewerkers, van de noodzakelijk geachte versterking van de staf en van de
globale verhouding tussen aantallen manjaren personeelsleden en aantallen
manjaren wetenschappelijk personeel, bedraagt het aantal manjaren MC-personeel,
resp. het aantal personeelsleden van het MC ca.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
manjaren	150	158	165	165	165	165
personeelsleden	166	171	175	175	175	175

Er is daarbij gestreefd om, daar waar mogelijk en relevant, het aantal
part-time werkende personeelsleden te verminderen.

Het beleid van de afdeling ZW is er de laatste paar jaar op gericht geweest het onderzoek te concentreren op een beperkt aantal gebieden uit de wiskunde. Iedere "concentratiekern" zou moeten bestaan uit 3 tot 5 medewerkers met gelijkgerichte onderzoeksinteresse; dit, om medewerkers binnen de afdeling op adequate wijze te kunnen begeleiden, en samenwerking met anderen te stimuleren. Het is overigens niet de bedoeling dat dit werken in groepsverband, dat vooral bedoeld is als ondersteuning en stimulans voor merendeels jonge onderzoekers, beperkend gaat werken voor individuele medewerkers. Door groeibeperkingen heeft de afdeling de afgelopen tijd slechts één goed florerende werkgroep kunnen vormen (Discrete Wiskunde), en het ziet er niet naar uit dat in de nabije toekomst binnen de afdeling meer dan een fractie van wat men "zuivere wiskunde" pleegt te noemen, vertegenwoordigd kan zijn.

Bij de keuze, welke gebieden van de wiskunde op de afdeling ZW aandacht moeten krijgen, is enerzijds uitgegaan van de bestaande situatie, anderzijds is geprobeerd in te spelen op toekomstige ontwikkelingen van het wiskundig onderzoek in Nederland, zowel wat onderwerpen betreft als t.a.v. de organisatorische structuur en de positie van het MC daarin. Op grond hiervan ligt het in de bedoeling om binnen de afdeling ZW het accent te verleggen van de aanstelling van pas afgestudeerde studenten voor het doen van promotie-onderzoek naar het aanstellen van pas gepromoveerde wiskundigen, om deze laatsten nog de gelegenheid te geven twee & drie jaar aan hun verdere ontwikkeling te werken.

Op het ogenblik wordt op de afdeling ZW onderzoek gedaan in het kader van de volgende projecten:

- ZW 1: Discrete Wiskunde,
- ZW 2: Analyse en Getaltheorie,
- ZW 3: Topologie en Analyse,
- ZW 4: Algebra,
- ZW 5: Logica.

Het ligt in de bedoeling de komende drie & vier jaar de hoogste prioriteit te geven aan de Getaltheorie en, daarnaast, aan de Discrete Wiskunde. Daarna volgen in prioriteit de projecten ZW4, ZW3 en ZW5. Na eventuele afbouw van het project ZW1 en voltooiing van het lopend onderzoek binnen project ZW5 (Mathematische Linguïstiek) zouden de Algebra en de Analyse sterker de nadruk moeten krijgen, waarbij wellicht andere onderwerpen dan die, welke nu binnen deze projecten bestudeerd worden, aan de orde kunnen komen. Gedacht wordt onder andere aan onderwerpen uit de theorie der eindige groepen, resp. "harde" analyse; een nadere precisering wil de afdeling ZW laten afhangen van de situatie (aanbod van goede pas gepromoveerden, noodzaak om zeker vakgebied binnen Nederland te stimuleren). Het moet evenwel mogelijk blijven om veelbelovende wiskundigen aan te stellen, die niet in een van deze gebieden werkzaam zijn, mits ze een duidelijk omschreven

onderzoeksprogramma hebben en zelf mogelijkheden tot samenwerking en begeleiding zien.

In dit meerjarenplan worden alleen die (deel)projecten uitgewerkt waarbinnen op het ogenblik onderzoek plaatsvindt. Voor deze projecten ziet de planning van de aantallen manjaren wetenschappelijke medewerkers (zonder chef, souschef) er als volgt uit (niet opgenomen zijn dus projecten betreffende het hierboven genoemde onderzoek in eindige groepen of "harde" analyse; de cijfers na 1981 hebben dus een voorlopig karakter):

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ZW 1: Discrete Wiskunde	3,4	4	4	4	4	3
ZW 2: Analyse en Getaltheorie	2,9	4	4	4	4	4
ZW 3: Topologie en Analyse	0,8	1	1,5	1,5	1,5	1,5
ZW 4: Algebra	0,5	1	2	2	2	3
ZW 5: Logica	1	1	-	-	-	-
Dienstverlening en educatieve werkzaamheden	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Totaal ZW	9	11,5	12	12	12	12

1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel project ZW 1: Discrete Wiskunde
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten ZW 1.1: Amorfe combinatoriek en grafentheorie
 ZW 1.2: Kristallijne combinatoriek en co-
 deringstheorie
3. Probleemstelling Onder Discrete Wiskunde wordt verstaan het com-
en wetenschappe- binatorisch onderzoek aan eindige of oneindige
lijk belang wiskundige structuren. Sommige van de onderzochte
project structuren zijn zo rijk (bijv. codes met zekere
 eigenschappen) dat het niet a priori duidelijk is
 of ze al dan niet bestaan; het onderzoek hiervan
 (hiernaar) is ondergebracht in deelproject ZW 1.2,
 Kristallijne combinatoriek. Het overige com-
 binatorische onderzoek is gerangschikt onder
 deelproject ZW 1.1, Amorfe combinatoriek.

Bij de planning van het onderzoek in dit project zal een keus moeten worden gemaakt uit vele mogelijkheden, rekening houdend met het feit dat het onderhavige vakgebied in snelle ontwikkeling verkeert: flexibiliteit van het onderzoek is een eerste vereiste. De bedoeling is evenwel om zoveel mogelijk aan te sluiten bij wat er tot nu toe op dit gebied gedaan is door de afdeling, n.l. de theorie van grafen en hypergrafen, de coderingstheorie en de theorie van eindige incidentiestructuren en designs.

Naast fundamenteel onderzoek in bovengenoemde gebieden zullen op de afdeling ZW de verworven combinatorische vaardigheden ook toegepast worden in andere delen van de wiskunde. Hierbij kan gedacht worden aan algebra, waar het de zuivere wiskunde betreft (zie bijv. project ZW 4), aan mathematische besliskunde (toepassingen van de grafentheorie) en de toegepaste statistiek (toepassingen van de design-theorie), terwijl de coderingstheorie van direct belang is voor de praktijk van het overseinen van gecodeerde berichten.

Door middel van de werkgroep "Discrete Wiskunde" die eens in de twee weken o.l.v. prof.dr. J.H. van Lint op het MC bijeenkomt wordt contact onderhouden met combinatorici buiten de afdeling ZW (zowel binnen als buiten het MC).

4. Samenstelling
groep

Overzicht deelprojecten en aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ZW 1.1	1,1					
		4	4	4	4	3
ZW 1.2	2,3					

- 1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel deelproject ZW 1.1: Amorfe combinatoriek en grafentheorie
- 2b. Omschrijving
 deelproject Onderzoek naar 0-1 matrices, grafen en hypergrafen
 en aanverwante combinatorische problemen.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project ZW 1: Discrete Wiskunde
- 3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Vele combinatorische problemen kunnen worden ge-
 formuleerd in termen van hypergrafen. Zo kunnen
 bijvoorbeeld problemen over parallellismen gefor-
 muleerd worden in termen van kleuringen van hy-
 pergrafen. Omgekeerd suggereert de grafentheorie
 vragen op velerlei gebied wanneer men resultaten
 van de grafentheorie tracht te generaliseren tot
 hypergrafen.

Literatuur:
C. Berge, Graphs and Hypergraphs, North-Holland
Publishing Company, Amsterdam, 1973

C. Berge & D. Ray-Chaudhuri (eds.), Hypergraph
Seminar, Springer-Verlag, Berlin, 1974

In Nederland wordt verder nog aan hypergrafen ge-
werkt aan de VU (o.a. drs. H.M. Mulder). Hiermee
bestaat een nauw contact. Het meeste onderzoek
vindt plaats in Frankrijk en Hongarije (C. Berge,
M. Las Vergnas, J.C. Bermond, P. Erdős,
L. Lovász). Regelmatig contact bestaat met Franse,
Hongaarse en Engelse onderzoekers. De grafentheo-
rie is van belang voor de afdeling MB van het MC.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1979
	Dr. A.E. Brouwer	wet.med.	0.3
	Dr. M. Voorhoeve	wet.med.	0.1
	Ir. H.A. Wilbrink	wet.med.	0.1
	Dr. A.M. Cohen	wet.med.	0.2
	Ir. P.J. Hoogendoorn	wet.med.	0.4

- 5. Duur deelproject Begin : 1972
 Einde : niet gepland

- 6a. Resultaten 1978 In het kader van dit deelproject werd aan
 verscheidene onderwerpen gewerkt.
 1. Bij onderzoek i.v.m. het vermoeden van
 Van der Waerden gaf M. Voorhoeve een goede (ex-

ponentiële) ondergrens voor de permanent van een $(0,1)$ -matrix met drie enen in elke rij en kolom (ZW 111).

2. Het in 1976 door A.E. Brouwer begonnen onderzoek naar parallellismen en kant-kleuringen van verenigingen van volledige uniforme hypergrafen werd i.s.m. prof.dr. R. Tijdeman (RU Leiden, adviseur ZW) min of meer afgerond (zie ZW 95 en ZW 106); een samenvattende publicatie zal in 1979 verschijnen. Als nevenresultaat werd het kant-kleuringsgetal van een volledige tripartiete graaf verkregen.
3. Naar aanleiding van een resultaat van A.J. de Vries en R.M.A. Wieringa (TH Eindhoven) bewees A.E. Brouwer een sterk verbeterde ondergrens voor de lengte van een partiële transversaal in een Latijns vierkant (ZW 109). Dezelfde methode kan toegepast worden op Steiner triple systemen, maar levert daar nog niet zo'n goed resultaat, hoewel de gevonden grenzen beter zijn dan de uit de literatuur bekende; publicatie volgt in 1979.
4. Door A.E. Brouwer werden, m.b.t. een generalisatie van een stelling van Turán enige Lottogetallen bepaald door een ondergrens af te leiden die soms samenviel met de bekende bovengrens; publikatie volgt in 1979.
5. Door A. Schrijver werd onderzoek gedaan naar het verband tussen associatieschema's en de Shannon-capaciteit van Kneser-grafen. Een verband tussen bovengrenzen voor het stabiliteitsgetal (grens van Delsarte) en de Shannon-capaciteit (grens van Lovász) werd beschreven in ZW 118. Met behulp hiervan en van Eberleinpolynomen werd de stelling van Erdős-Ko-Rado opnieuw afgeleid en tevens uitgebreid; dit resultaat zal nog gepubliceerd worden.
6. In de verslagperiode verscheen een aantal publicaties van reeds eerder gedaan onderzoek. Dit betrof met name de publicatie van MC Tract 88, waarmee het onderzoek naar matroiden en linking systems definitief werd afgesloten; voorts ZW 108 waarin resultaten betreffende het kleuringsgetal van Kneser-grafen vermeld zijn, en ZW 110, waarin resultaten op het gebied van de discrete optimalisering opgenomen zijn.

6b. Publicaties 1978

J.C. Bermond, A.E. Brouwer & A. Germa, Systèmes de triplets et différences associées, in: Problèmes Combinatoires et théorie des Graphes (Proc. Colloq. Intern. du CNRS, Orsay, 1976), Gauthier-Villars, Paris 1978, pp. 35-38.

A.E. Schrijver & A. Brouwer, The blocking number of an affine space, *J. Combinatorial Theory Ser. A*, 24 (1978), 251-253.

A.E. Schrijver & A. Brouwer, A problem on increasing matrices, in: *Coll. Math. Soc. János Bolyai 18, Combinatorics (Proc. V. Hungarian Coll. on Combinatorics, Keszthely, 1976)*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1978, pp. 1190-1191.

A.E. Brouwer & A. Schrijver, Uniform hypergraphs, in: *Syllabus Stapelen en Overdekken*, Math. Centrum, pp. 35-67.

A.E. Brouwer, A.J. de Vries & R.M.A. Wieringa, A lower bound for the length of partial transversals in a Latin square, *Nieuw Arch. Wisk.* 26 (1978), 330-332.

A. Schrijver, A short proof of Minc's conjecture, *J. Combinatory Theory, Ser. A*, 25 (1978), 450-453.

A. Schrijver, Vertex-critical subgraphs of Kneser-graphs, *Nieuw Arch. Wisk.* 26 (1978), 454-461.

A. Schrijver, The linking of matroids by linking systems, in: *Coll. Math. Soc. János Bolyai 18, Combinatorics (Proc. V. Hungarian Coll. on Combinatorics, Keszthely, 1976)*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1978, pp. 973-981.

A. Schrijver, On the structure of deltoids, in: *Problemes combinatoires et théorie des graphes (Proc. Coll. Intern. du CNRS, Orsay, 1976)*, Gauthiers-Villars, Paris 1978, 379-380.

A. Schrijver, Association schemes and the Shannon capacity: Eberlein-polynomials and the Erdős-Ko-Rado theorem (preprint), ingezonden naar *Proc. Intern. Coll. on Alg. Methods in Graph Theory*, Szeged, 1978.

A. Schrijver, A comparison of bounds of Delsarte and Lovász (prepublication), MC Rapport ZW 118.

A. Schrijver, Fractional packing and covering, in: *Syllabus Stapelen en Overdekken*, Math. Centrum, pp. 175-248.

A. Schrijver & P.D. Seymour, Solution of two fractional packing problems of Lovász (prepublication), MC Rapport ZW 110.

R. Tijdeman, On the edge-colouring property for the hereditary closure of a complete uniform hypergraph, MC Rapport ZW 106.

M. Voorhoeve, A lower bound for the permanents of certain $(0,1)$ -matrices, MC Rapport ZW 111.

7a. Werkplan 1979-80

1. Onderzoek naar onder- en bovengrenzen voor de permanent van een matrix.
2. Onderzoek naar de lengte van transversalen in Latijnse vierkanten en Steiner systemen.
3. Onderzoek naar generalisaties van de stelling van Turán en ondergrenzen bij het Lotto-probleem.

7b. Werkplan na 1980

Voortzetting van in 1980 verricht onderzoek.

theory and block designs, London Math. Soc. Lecture Notes Series 19, Cambridge University Press, 1975.

Behalve met de werkgroep aan de Onderafdeling Wiskunde der TH Eindhoven o.l.v. prof.dr. J.H. van Lint bestaan er nauwe contacten met onderzoekers in het buitenland, o.a. met R. Wilson (Ohio State University, USA), N.J.A. Sloane (Bell Laboratories, Murray Hill, USA) met H. Hanani (Tel Aviv, Israël) en met J.C. Bermond (Parijs, Frankrijk).

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Dr. A.E. Brouwer	wet.med.	0.7
	Ir. H.A. Wilbrink	wet.med.	0.9
	Dr. A.M. Cohen	wet.med.	0.2
	Ir.P.J. Hoogendoorn	wet.med.	0.5

5. Duur deelproject
Begin : 1972
Einde : niet gepland

6a. Resultaten 1978
In het kader van dit deelproject werd aan diverse onderwerpen gewerkt.

1. Door A.E. Brouwer werd programmatuur ontwikkeld die, uitgaande van alles wat op het gebied van t-designs, orthogonale latijnse vierkanten en sterk reguliere grafen bekend is, hetzij nieuwe structuren tracht te construeren, hetzij een tabel produceert van al dergelijke structuren waarvan de parameters aan zekere eisen voldoen. Nieuwe resultaten hieruit voortvloeiend, zijn opgenomen in ZN 81.
2. Een nieuwe constructiemethode voor Steiner systemen $S(2,6,v)$ leverde meer dan 100 van de 840 nog onbekende systemen op. Ook vele andere designs werden geconstrueerd (vaak op verzoek of bestelling, zoals van deelnemers aan het Seminaire de Mathematiques Superieures te Montreal) door A.E. Brouwer.
3. Enige resultaten betreffende homogene planaire ruimten (bewijs van hun regulier zijn) zijn beschreven in ZW 114. Ander onderzoek betreffende eindige meetkunden is vermeld in ZN 80 of zal nog gepubliceerd worden (o.a. gezamenlijk onderzoek van A.E. Brouwer en prof. H. Lenz, Berlijn).
4. Door H.A. Wilbrink en A.E. Brouwer werd aangetoond dat $(56,14,1,4)$ -sterk reguliere grafen niet bestaan; zie ZW 121. Anderzijds werd door A. Schrijver, samen met prof.dr. J.H. van Lint (TH Eindhoven, adviseur ZW) door constructie het bestaan van een zekere klasse van sterk reguliere grafen aangetoond.

5. M.R. Best voltooide zijn bewijs dat er, buiten de bekende voorbeelden, geen perfecte codes bestaan. Dit resultaat zal, samen met de ervoor benodigde voorbereidingen, deel uitmaken van het proefschrift van M.R. Best, dat in 1979 zal verschijnen; zie ook ZN 82.
6. Het vorig jaar aangekondigde resultaat van M.R. Best over lineaire codes met minimum afstand 4 is inmiddels verschenen als ZW 112.

6b. Publicaties 1978

M.R. Best, Binary codes with minimum distance four (prepublication), MC rapport ZW 112.

M.R. Best, On the existence of perfect codes, MC Rapport ZN 82.

A.E. Brouwer, On the packing of quadruples without common triples, Ars Combinatoria 5 (1978), 3-6.

A.E. Brouwer, On associative block designs, in: Coll. Math. Soc. János Bolyai 18, Combinatorics, (Proceedings V. Hungarian Coll. on Combinatorics, Keszthely, 1976), North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1978, pp. 173-184.

A.E. Brouwer, Two new Nearly Kirkman Triple Systems, Utilitas Math. 13 (1978), 311-314.

A.E. Brouwer, On the nonexistence of certain planar spaces, MC Rapport ZW 114.

A.E. Brouwer, Mutually orthogonal latin squares, MC Rapport ZN 81.

A.E. Brouwer, Embedding the affine plane of order 4 in a linear space with lines of size 4 and 85 points, MC Rapport ZN 80.

A.E. Brouwer & H. Lenz, Unterräume von Blockplänen, Proceedings Siegen, 1978.

A.E. Brouwer, A. Schrijver & H. Hanani, Group-divisible designs with block-size four, Discrete Math. 20 (1977), 1-10.

A. Schrijver & J.H. van Lint, A construction of strongly regular graphs, partial geometries and two-weight codes by finite fields, preprint, ingezonden aan Combinatoria.

H.A. Wilbrink, A $(57, 14, 1)$ strongly regular graph does not exist, MC Rapport ZW 121.

- 7a. Werkplan 1979-80 Onderzoek aan eindige incidentiestructuren zoals t-designs, sterk reguliere grafen, semi-pertiële meetkonden, gegeneraliseerde veelhoeken, e.d.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van lopend onderzoek.

1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel project ZW 2: Analyse en Getaltheorie
- 2b. Omschrijving project
 In het kader van dit project wordt onderzoek verricht op aan elkaar verwante deelgebieden van de getaltheorie en de analyse. Het getaltheoretisch onderzoek betreft analytische getaltheorie en diophantische approximaties; het analytisch deel vooral de complexe functietheorie en de approximatietheorie. Bovendien worden voorkomende getaltheoretische problemen ook met behulp van computerberekeningen onderzocht.
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten Geen afzonderlijke deelprojecten
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
 Een belangrijk deel van het onderzoek betreft de bestudering van de locatie van de nulpunten en de groeiorde van analytische functies, die optreden bij getaltheoretische problemen, zoals de ζ -functie van Riemann en de exponentiaalpolynomen. Theorie en getaltheoretische toepassingen van de ζ -functie kan men vinden in Titchmarsh[4] en Edwards[1], van Bernoullipolynomen en modulaire functies in Rademacher[3], van exponentiaalsommen en exponentiaalfuncties in Turán[5] en Waldschmidt[6].

De Riemann-hypothese, die zegt dat alle niet-triviale nulpunten van de ζ -functie op de kritieke as liggen, staat centraal in de priemgetaltheorie. Met behulp van numerieke berekeningen wordt gepoogd meer inzicht te krijgen in het gedrag van de nulpunten, o.a. door bestudering van het zgn. Lehmereffect (zie Lehmer[2]). Ook verwante functies, zoals de zogenaamde afgeknotte zeta-functie, worden bij dit onderzoek betrokken. Voor een diepgaande bestudering van het gedrag van dergelijke functies is zowel kennis van analytische technieken (Tauberstellingen, Fourieranalyse, functionaalvergelijkingen) als van numerieke technieken (multiprecisie, simultane approximaties) vereist. In dit verband is de samenwerking met H.J.J. te Riele (NW) van groot belang.

De ligging van nulpunten van exponentiaalsommen is van belang voor de analytische getaltheorie, voor transcendentie, maar ook bijv. in de stabiliteitstheorie. Recentelijk zijn resultaten over ex-

ponentialpolynomen en machtssommen verscherpt en gegeneraliseerd tot oplossingen van lineaire differentiaalvergelijkingen en tot machtsintegralen. Dit onderzoek zal worden voortgezet. Bovendien zal in verband met mogelijke toepassingen in de transcendentietheorie gepoogd worden analoge resultaten te verkrijgen voor sommen van elliptische functies. (Hiervoor is het nodig een medewerker aan te trekken die dit deel van de transcendente getaltheorie kent).

Hierboven zijn slechts hoofdlijnen geschetst. Bij de uitwerking spelen onvoorziene factoren zoals elders verkregen resultaten of problemen van anderen die met de beschikbare kennis opgelost kunnen worden een belangrijke rol. In het recente verleden zijn verschillende resultaten verkregen door dergelijke impulsen van buiten. Zie Resultaten 1978, nrs. 3 en 7. Zo is bijvoorbeeld voor de diophantische vergelijking $1^k + 2^k + \dots + x^k + R(x) = y^z$ de ligging van de nulpunten van Bernoullipolynomen cruciaal. Voorbeelden van hulp van anderen bij het oplossen van problemen uit dit project vindt men onder nrs. 4 en 5.

Referenties:

[1] H.M. Edwards, Riemann's zeta function, Academic Press, New York, 1974.

[2] D.H. Lehmer, On the roots of the Riemann zeta-function, Acta Math. 95 (1956), 291-297.

[3] H. Rademacher, Topics in Analytic Number Theory, Springer-Verlag, Berlin, 1973.

[4] E.C. Titchmarsh, The theory of the Riemann zeta function, Clarendon Press, Oxford, 1951.

[5] P. Turán, Eine neue Methode in der Analysis und deren Anwendungen, Akademiai Kiado, Budapest, 1953.

[6] M. Waldschmidt, Nombres Transcendants, Lecture Notes in Mathematics, 402, Springer-Verlag, Berlin, 1974.

4. Samenstelling groep

1980	1981	1982	1983	1984	1985
2.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
J. v.d. Lune, Ph.D.	wet.med.	1.0
Dr. M. Voorhoeve	wet.med.	0.9
1	wet.med.	1.0

5. Duur project

Begin : 1972

Einde : niet gepland

6a. Resultaten 1978

1. In samenwerking met M. Voorhoeve toonde J. van de Lune aan dat Stirlings meromorfe functie $\beta(s)$ alle complexe getallen oneindig vaak als waarde aanneemt. In verband hiermee werd een zekere generalisatie van de stelling van Rouché bewezen; publikatie volgt in 1979. Ander onderzoek door J. van Lune en M. Voorhoeve betreffende de waardeverdeling van analytische functies betrof de functie $\operatorname{Re} \zeta(1+it)$. Aangetoond werd dat deze functie negatieve waarden aanneemt. Numerieke berekeningen leidden in 1978 niet tot resultaten, maar op 22 januari 1979 werd de eerste waarde van t gevonden waarvoor $\operatorname{Re} \zeta(1+it) < 0$.
2. Het onderzoek betreffende (log-)convexe benaderingen van bepaalde integralen door bovengenoemd tweetal vond een voorlopige afsluiting in ZN 85.
3. Door M. Voorhoeve werd veel aandacht besteed aan waardenverdelingen van exponentiaalpolynomen en limieten daarvan. Een aan dit onderzoek gewijde publicatie zal verschijnen in J. London Math. Soc. Ook verrichtte M. Voorhoeve onderzoek m.b.t. de diophantische vergelijking $1^k + 2^k + \dots + x^k + R(x) = b y^z$. Een publicatie van dit onderzoek zal verchijnen in Acta Mathematica.
4. Veel aandacht werd door J. van de Lune besteed aan diverse numerieke problemen, dit in samenwerking met A.E. Brouwer en H.J.J. te Riele (NW). Dit betrof ondermeer de diverse Riemann-Siegelformules betreffende $\zeta(s)$, het zgn. Lehmer-verschijnsel, problemen betreffende oscillerende sommen, statistische berekeningen van zekere getaltheoretische functies (zoals de logaritmie van het KGV van de eerste n natuurlijke getallen), de functie van Flett en het zoeken naar getallen n zo dat, geschreven in het tientallig stelsel, 2^n met dezelfde rij cijfers begint als n zelf. Deze onderzoekingen worden nog voortgezet.
5. M.R. Best rondde een door J. van de Lune begonnen onderzoek af betreffende Fourier-transformaties zonder reële nulpunten.
6. In samenwerking met H.J.J. te Riele bewees J. van de Lune een stelling betreffende de factorisatie van Fermat-getallen.
7. In samenwerking met M.R. Best werd door J. van de Lune een ongelijkheid betreffende binomiaal-coëfficiënten bewezen. Dit resultaat zal t.z.t.

opgenomen worden in het proefschrift van M.R. Best (zie 1.2, Kristallijne combinatoriek en coderingstheorie).

- 6b. Publicaties 1978
- J. van de Lune, Some convexity properties of Euler's gamma function, MC Rapport ZW 105.
- J. van de Lune, A convexity theorem for sequences, MC Rapport ZN 86.
- J. van de Lune, An opinion on a problem of Erdős, MC Rapport ZN 87.
- J. van de Lune, Average distances in/on certain n-dimensional bodies, MC Rapport ZN 84.
- J. van de Lune & M. Voorhoeve, Some problems on log-convex approximation of certain integrals, MC Rapport ZN 85.
- M. Voorhoeve, A generalization of Descartes rule (prepublication), MC Rapport ZW 115.
- M. Voorhoeve, K. Gyoery, R. Tijdeman, On the Diophantine equation $1^k + 2^k + \dots + x^k + R(x) = y^z$ (prepublication), MC Rapport ZW 113.
- 7a. Werkplan 1979-80
1. Onderzoek naar groei-orde en waardeverdeling van exponentiaalpolynomen en andere analytische functies.
 2. Onderzoek naar nulpunten van sommen van elliptische functies, met toepassingen in de transcendentietheorie.
 3. Programmering van de Riemann-Siegel formules, het bepalen van t-intervallen waarin $\text{Re } \zeta(1+it)$ een "abnormaal gedrag" vertoont, en onderzoek naar het eventueel op deze "hoogten" optredende Lehmer-verschijnsel.
 4. Diverse numerieke problemen in de getaltheorie (zoals b.v. het statistisch onderzoek naar de waardenverdeling van de logaritme van het KGV van de eerste n natuurlijke getallen).
 5. Onderzoek van bepaalde diophantische vergelijkingen.
 6. Tauberstellingen + literatuurstudie.
 7. Omwerking proefschrift J. van de Lune.
 8. Omwerking vroegere publikaties (in rapportvorm) tot tijdschriftartikelen.
- 7b. Werkplan na 1980
- Voortzetting van het onderzoek dat in 1980 is gedaan.

1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel project ZW 3: Topologie en Analyse
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten ZW 3.1: Topologische dynamica
 ZW 3.2: Topologische transformatiegroepen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- Het onderzoek in dit project kan grofweg omschreven worden als de bestudering van groepen en halfgroepen van topologische (continue) afbeeldingen en toepassingen daarvan in de topologie en de analyse. In de deelprojecten ZW 3.1 en ZW 3.2 wordt uit dit algemene terrein een keus gemaakt. Overigens zal getracht worden aansluiting te zoeken bij het project TW 1, in het bijzonder deelproject TW 1.2.

Het onderwerp van deelproject ZW 3.1 is in Nederland vrij onbekend. In de Topologische dynamica worden topologische problemen bestudeerd die voortkomen uit de kwalitatieve theorie van differentiaalvergelijkingen. Een geschikte context voor deze problemen is de theorie van acties van de additieve groep \mathbb{R} als homeomorfismengroep op topologische ruimten of, algemener, acties van topologische groepen. De oriëntatie van dit onderzoek is zuiver topologisch: er wordt afgezien van differentieerbaarheids-eigenschappen zowel als van de wisselwerking tussen topologische en maattheoretische eigenschappen; zie bijv. [1] en de tweede helft van [3]. Niettemin zijn er nauwe contacten tussen dit vakgebied en de ergodentheorie (bijv. werk van Fürstenberg); zie [3] voor een overzicht. Het onderzoek in project ZW 3.2 is van algemeen topologische aard. Het karakter van de probleemstelling wordt goed omschreven in [2]. Bij het onderzoek zelf wordt evenwel gepoogd gebruik te maken van technieken uit andere delen van de wiskunde waar topologische groepen een toepassing vinden (bijv. harmonische analyse).

Literatuur:

[1] N.P. Bhatia, G.P. Szegö, Stability Theory of Dynamical Systems, Springer-Verlag, Berlin etc. 1970.

[2] Yu.M. Smirnov, Some topological aspects of the theory of topological transformationgroups, in:

General Topology and its Relations to Modern Analysis and Algebra IV, Part A, Proc. 4th Prague Topological Symposium, 1976, pp. 196-204.

[3] W.A. Veech, Topological Dynamics, Bull. Amer. Math. Soc. 83 (1977), pp. 775-830.

4. Samenstelling groep

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ZW 3.1	0.7					
		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ZW 3.2	0.1					

1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel deelproject ZW 3.1: Topologische dynamica
- 2b. Omschrijving
 deelproject Bestudering van dynamische systemen met voornamelijk topologische middelen, zowel in het kader van de abstracte theorie (structuur van minimale verzamelingen) als in de meer concrete lokale dynamische systemen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project ZW 3: Topologie en Analyse
3. Probleemstelling
 en wetenschappelijk
 belang
 deelproject De theorie van de lokale (semi-)dynamische systemen is van direct belang voor de bestudering van stabiliteit en het asymptotisch- en recurrentgedrag van processen, gedefinieerd door differentiaalvergelijkingen en vertraagde differentiaalvergelijkingen. De topologische aspecten hiervan komen, ook bij toegepast wiskundigen, steeds meer in de belangstelling. De meeste literatuur op dit gebied is door en in ieder geval voor niet-topologen geschreven. Consequent topologisch onderzoek blijkt op dit terrein veel vereenvoudigingen, generalisaties en nieuwe resultaten op te kunnen leveren; zie [1].

Op het gebied van de abstracte topologische dynamica is nog steeds de classificatie van compacte minimale verzamelingen een onopgelost probleem. Met name staat op het ogenblik de structuurtheorie van minimale verzamelingen in de belangstelling. Dit is niet alleen zuiver theoretische interesse: er zijn toepassingen van structuurstellingen in de ergodentheorie en de getaltheorie (werk van Furstenberg bijv.); zie [2] en [3].

Literatuur:

[1] J.M. Aarts & J. de Vries, Colloquium Topologische Dynamische systemen, MC Syllabus 36, Mathematisch Centrum, Amsterdam, 1977.

[2] S. Glasner, Proximal flows, Lecture Notes in Mathematics 517, Springer-Verlag, 1976.

[3] W.A. Veech, Topological Dynamics, Bull. Amer. Math. Soc. 83 (1977), 775-830.

Bij het onderzoek op het gebied van lokale dynamische systemen wordt samengewerkt met prof.dr. J.M. Aarts (TH Delft). In verband met het onderzoek in de abstracte topologische dynamica wordt getracht contact te onderhouden met enkele ergoden-theoretici in Nederland.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Dr. J. de Vries	souschef	0.3
	Drs. J.C.S.P. v.d. Woude	wet.med.	0.7
	T.M. Jacobs	wet.ass.	0.3

5. Duur deelproject
Begin : 1976
Einde (gepland): 1982

6a. Resultaten 1978
Door Van der Woude werd onderzoek verricht op het gebied van de abstracte topologische dynamica. Naar aanleiding van een uitgebreid literatuuronderzoek onderzocht hij de bruikbaarheid van de zgn. hyperruimte van een topologische transformatiegroep voor de bestudering van dynamische eigenschappen. In het bijzonder werd de relatie tussen disjunctheid van systemen enerzijds en minimale deelverzamelingen van hyperruimten (quasifactoren) anderzijds bestudeerd. Er werden enige karakteriseringen van disjunctieklassen verkregen, waarbij tevens bekende resultaten uit de literatuur gegeneraliseerd en/of verscherpt werden. Een deel van de resultaten is vermeld in rapport ZW 119; de overige zullen nog gepubliceerd worden. Dit onderzoek zal in 1979 voortgezet worden.

Het onderzoek m.b.t. lokale dynamische systemen door J. de Vries, in samenwerking met prof.dr. J.M. Aarts (TH Delft) vond een voorlopige afsluiting in de opschriftstelling van hun resultaten in een tweetal rapporten. Een daarvan is in 1978 gepubliceerd (ZW 107), het andere verschijnt in 1979.

6b. Publicaties 1978
J.M. Aarts & J. de Vries, Morphisms of local dynamical systems, I, MC Rapport ZW 107.

J.C.S.P. van der Woude, Disjointness and quasifactors in Topological Dynamics, MC Rapport ZW 119.

7a. Werkplan 1979-80
Onderzoek in structuurtheorie van minimale verzamelingen, alsmede karakterisering van disjunctieklassen.

7b. Werkplan na 1980
Voortzetting van lopend onderzoek.

- 6a. Resultaten 1978 In samenwerking met dr. H. Ludescher (Univ. van Timisoara, Roemenie) werd een nieuwe voldoende voorwaarde gevonden voor het bestaan van een G-compactificatie van een G-ruimte (= ruimte waarop een topologische groep G continu werkt); zie ZW 120. Voorts werd onderzoek gedaan naar G-coseparatoren en G-extensors voor zekere klassen van G-ruimten. Een overzichtartikel van bovengenoemde resultaten zal in 1979 verschijnen.
- 6b. Publicaties 1978 H. Ludescher & J. de Vries, On a sufficient condition for the existence of G-compactifications (preprint), MC Rapport ZW 120.
- J. de Vries, On the existence of G-compactifications, Bull. Acad. Polon. Sci. Sér. Sci. Math. Astronom. Phys. XXVI (1978), 275-280.
- J. de Vries, The local weight of an effective locally compact transformation group and the dimension of $L(G)$, Colloq. Math. XXXIX (1978), 319-323.
- 7a. Werkplan 1979-80 Voortzetting van het onderzoek naar het bestaan van G-compactificaties. Voorts onderzoek naar de mogelijkheid resultaten en methoden uit de representatietheorie van groepen en uit de ergodentheorie toe te passen op problemen uit de topologische dynamica.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van lopend onderzoek.

- 1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel project ZW 4: Algebra
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten Geen afzonderlijke deelprojecten
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project

Een belangrijke motivatie voor dit project is de consultatie-functie voor algebraïsche problemen waar deze de voortgang van een onderzoeksproject stagneren.

Voor wat betreft de projecten onder ZW 1, Discrete Wiskunde, is behoefte aan deskundigheid op het gebied van eindige algebraïsche structuren, zoals eindige groepen, automorfismengroepen van codes en grafen, van designs, van eindige-meetkunde constructen, en eindige permutatiegroepen in het algemeen; voorts lichamen en polynoomringen daarover; maar daarnaast doen zich problemen voor van algebraïsch meetkundige aard.

Ook bij de projecten ZW 2 en ZW 3 zijn algebraïsche aspecten aanwezig (matrix representaties, Lie-groepen en -algebra's e.d.). Inbreng op deze gebieden is ook van essentieel belang voor onderzoeksprojecten ingebracht onder de afdeling Toegepaste Wiskunde, zoals TW 1.2.

In verband met met het bovenstaande zal het wetenschappelijk onderzoek binnen dit project zich (voorlopig) hoofdzakelijk bewegen op het gebied van de eindige algebraïsche structuren (in het bijzonder eindige groepen van automorfismen).
- 4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	0,5	1	2	2	2	3

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Dr A.M. Cohen	wet.med.	0.5
- 5. Duur project Begin: 1979
Einde: niet gepland
- 6a. Resultaten 1978 Zijn er niet (vóór de start van het project)
- 7a. Werkplan 1979-80 Oriënterend onderzoek naar de automorfismengroepen van eindige incidentiestructuren (zoals genoemd in het werkplan van deelproject ZW 1.2)
Studie van nadere eigenschappen van de (bekende)

spiegelingsgroepen, zoals hun werking op roosters en verder onderzoek aan deze groepen, in samenwerking met deelproject TW 1.2.

Bepaling van eindige groepen van automorfismen van de reële octaven-algebra.

7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van in 1980 verricht onderzoek.

- 1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
- 2a. Titel project ZW 5: Logica
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten ZW 5.1: Mathematische Linguistiek
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
 - Het lijkt nuttig om voor de toekomst ruimte te reserveren voor onderzoek in de logica. Deze ruimte zou o.a. op de volgende wijze zinvol besteed kunnen worden:
 - 1. Stimuleren van onderzoek op gebieden van de logica die in het (Nederlandse) universitaire onderzoek niet of zwak vertegenwoordigd zijn (bijv. recursietheorie, toegepaste modeltheorie); men zou hier kunnen denken aan promotie-onderzoeken.
 - 2. Indien een logicus van zeer goede kwaliteit en brede belangstelling beschikbaar is, kan men ook denken aan de vervulling van een "brugfunctie"; een dergelijk medewerker kan, naast het doen van eigen onderzoek, contacten tussen het MC en de logici aan de universiteiten helpen onderhouden. Ook zou hij adviserend kunnen optreden bij onderzoek van anderen waar logische technieken nuttig en nodig zijn (bijv. semantiek van programmeertalen).

Het thans lopende onderzoek in het deelproject ZW 5.1: Mathematische Linguistiek ligt op het onder punt 2 genoemde terrein. Na voltooiing van dat (promotie)onderzoek zal dit deelproject waarschijnlijk worden afgesloten. Nieuwe deelprojecten kunnen pas nader gepreciseerd worden nadat medewerkers voor dit project in dienst zijn genomen.

4. Samenstelling groep	Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	1.0	1.0	-	-	-	-

1. Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)

- 2a. Titel deelproject ZW 5.1: Mathematische Linguistiek

- 2b. Omschrijving
 deelproject Het leveren van bijdragen vanuit de wiskunde aan de formele beschrijvingsmethoden voor de semantiek en de syntax van (voornamelijk natuurlijke) taal. Dit betreft formele (recursief definieerbare) methoden, waarvan de adequaatheid gecontroleerd kan en zal worden door gebruik te maken van de rekenautomaat.

- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek

- 2d. Onderdeel van
 project ZW 5: Logica

3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Er zijn verscheidene pogingen gedaan om de betekenis van volzinnen in natuurlijke taal te definiëren door ze om te zetten in volzinnen in de één of andere "logische taal". Het verband tussen deze taal en de logische taal werd dan op intuïtieve wijze gelegd. De logicus R. Montague publiceerde in 1973 de eerste beschrijving [2] van een fragment van een natuurlijke taal, waarin zowel syntax als semantiek behandeld werden. Zijn aanpak is kort geschetst als volgt: hij denoteert de semantiek van natuurlijke taal door formules uit de intensionele logica (een uitbreiding van modale logica). De semantiek van IL(= intensionele logica) wordt op zijn beurt modeltheoretisch vastgelegd (een recent boek over de modeltheorie van IL is [1]). Parallel met de regels die syntactische structuren genereren, geven semantische regels aan hoe de bijbehorende logische formules gevormd moeten worden.

Een nadere bestudering van Montague's systeem is gewenst teneinde de mogelijkheden ervan te leren kennen. Wat zijn de formele eigenschappen van IL? Welke verschijnselen in natuurlijke taal die tot nu toe buiten het bestudeerde fragment liggen, kunnen met de ontwikkelde middelen bestudeerd worden? Is het mogelijk om ideeën over te nemen uit andere behandelingen van natuurlijke taal (bijv. van Chomsky) of formele taal (bijv. van Van Wijngaarden)? Anderzijds probeert men beperkingen te stellen aan de mogelijke uitbreidingen van Montague grammatica. Vooral Partee [3] houdt zich hiermee bezig. Om na te kunnen gaan welke nieuwe voorstellen tot uitbreiding van Montague gram-

matica acceptabel zijn, is onderzoek naar de basisprincipes van Montague grammatica nodig: welke voorstellen vallen binnen deze principes en welke niet?

In het kader van bovengenoemd onderzoek werd in 1976 vastgesteld dat Montague's systeem ook met vrucht toegepast kan worden op programmeertalen. Verscheidene semantische verschijnselen daarvan kunnen nu op een elegante wijze beschreven worden. De resultaten van bovengenoemd onderzoek naar basisprincipes van Montague grammatica blijken ook hier toepassingen te hebben.

Relevante literatuur:

[1] D. Gallin, *Intensional and Higher-Order Modal Logic*, North-Holland Amsterdam, 1976.

[2] R. Montague, *The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English*, in [4].

[3] B.H. Partee, *Montague Grammar and the Well-Formedness Constraint*, to appear.

[4] R.H. Thomason (ed.), *Formal Philosophy: Selected papers of Richard Montague*, Yale Univ. Press, New Haven, 1974.

Het onderzoek vindt plaats in nauw overleg met dr. P. van Emde Boas (UvA). In het kader van de werkgroep "Montague grammatica en aanverwante onderwerpen" is er geregelde samenwerking met de afdeling Taalfilosofie, de vakgroep logica en het Instituut voor Algemene Taalwetenschap van de UvA. In het bijzonder is er een uitgebreide samenwerking met drs. J. Groenendijk en drs. M. Stokhof (Taalfilosofie, UvA). Op de afdeling Informatica van het MC bestaat er belangstelling voor een deel der genoemde onderwerpen. Wiskundig onderzoek naar de beschrijving van (met name semantiek van) natuurlijke taal vindt (in Nederland) buiten bovengenoemd samenwerkingsverband nauwelijks plaats.

Internationale contacten zijn o.m. gelegd met prof. J.E. Fenstad (Oslo), prof. J. Friedman (Stanford, California), prof. B. Partee (Amhurst, Mass.) en dr. R. Hausser (München).

4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Prof.dr. P.C. Baayen	chef	0.1
Drs. T.M.V. Janssen	wet.med.	1.0

5. Duur deelproject Begin: 1973
 Einde (gepland): in de loop van 1981
- 6a. Resultaten 1978 Met het oogmerk een ALGOL 68 programma te ontwikkelen dat uitbreidingen implementeert van de door Montague gegeven syntax en semantiek van een fragment van het Engels, werd door T.M.V. Janssen een aantal in de literatuur gegeven voorstellen tot dergelijke uitbreidingen bestudeerd. Naar aanleiding hiervan werd hoofdthema van het onderzoek de volgende vraag: wat zijn de basisprincipes van Montague's werk en tot welke formele restrictie leidt dit?
- Een van de resultaten van dit onderzoek was de conclusie, dat Montague's werk grotendeels gebaseerd is, of althans gebaseerd kan worden, op het bekende principe van Frege, n.l. dat de betekenis van een samengestelde uitdrukking opgebouwd is uit de betekenissen van zijn delen. Aan dit filosofische principe kan een mathematische vorm gegeven worden en het leidt aldus tot beperkingen op mogelijke grammatica's. Vele van de in de literatuur gedane voorstellen tot uitbreidingen van de Montague grammatica voldoen hieraan niet, en in de meeste gevallen kon worden aangetoond dat ze daardoor tot ongewenste (en door de auteurs onvoorzien) consequenties leiden. Bovengenoemd principe wordt ook in de semantiek van programmeertalen vaak als uitgangspunt genoemd. Aan de mathematische formalisering van het principe bleek evenwel ook op dit gebied soms niet voldaan te zijn.
- 6b. Publicaties 1978 T.M.V. Janssen, Logical investigations on PTQ arising from programming requirements (prepublication), MC Rapport ZW 117.
- T.M.V. Janssen, Compositionality and the form of the rules in Montague Grammar, in: J. Groenendijk & M. Stokhof (eds.), Proc. of the Second Amsterdam Colloquium on Montague Grammar and Related Topics, Amsterdam Papers in Formal Grammar II, Centrale Interfaculteit, Univ. of Amsterdam, 1978, 211-234.
- T.M.V. Janssen, Simulation of a Montague Grammar, Ann. Systems Research 6 (1978), pp. 127-140.
- T.M.V. Janssen & P. van Emde Boas, Montague grammar and programming languages, in: J. Groenendijk & M. Stokhof (eds.), Proc. of the Second Amsterdam Colloquium on Montague Grammar

and related topics, Amsterdam Papers in Formal Grammar II, Centrale Interfaculteit, Univ. of Amsterdam, 1978, pp. 101-124.

- 7a. Werkplan 1979-80
1. Onderzoek naar de basisprincipes van Montague Grammatica om tot een formele definitie te komen.
 2. Het maken van een computer-implementatie van varianten en uitbreiding van Montague's voorstellen.
 3. Onderzoek naar de mogelijkheden om Montague's grammatica toe te passen bij de beschrijving van de semantiek van programmeertalen.
 4. Onderzoek naar mogelijkheden om de methoden van Van Wijngaarden grammatica toe te passen in Montague grammatica.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van in 1980 verricht onderzoek.

Werkzaamheden voor derden en educatieve activiteiten

Op het ogenblik heeft de afdeling ZW één educatieve verplichting: het lerarencolloquium (een vorm van post-doctoraal onderwijs). Of het MC en in het bijzonder de afdeling ZW een rol dient te spelen bij het post-doctoraal onderwijs in Nederland, is een beleidskwestie die niet door het MC, laat staan door de afdeling ZW, alleen beantwoord kan worden. Afgezien hiervan wordt uitbreiding van de activiteiten op dit gebied niet wenselijk geacht. Evenmin lijkt het wenselijk andere vormen van dienstbetoon drastisch uit te breiden.

Wel zal aan de Bibliotheek alle gevraagde vormen van hulp geboden worden (o.a. bij aanschaffingsbeleid, classificatie van nieuwe boeken en rapporten, ontwikkeling van systematische catalogus).

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijk medewerkers:

1980	1981	1982	1983	1984	1985
0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Het beleid van de afdeling Toegepaste Wiskunde is er op gericht fundamenteel en geavanceerd onderzoek te doen op het terrein van de toegepaste wiskunde en van die onderdelen van de analyse welke voor de toepassingen van rechtstreeks belang zijn. Met fundamenteel onderzoek wordt aangegeven, dat de afdeling minder geïnteresseerd is in het oplossen en berekenen van concrete problemen, maar meer in de wiskundige methoden welke dienstig zijn bij de analyse van de in de toepassingsgebieden gestelde problemen. Met geavanceerd onderzoek wordt hier bedoeld onderzoek op gebieden welke internationaal sterk in ontwikkeling zijn of lijken te komen. Bij de keuze van onderwerpen zal er naar gestreefd worden duplicering van het werk dat aan de universiteiten geschiedt te vermijden.

De Toegepaste Wiskunde, zoals de afdeling die verstaat, kan het beste omschreven worden als de bestudering van mathematische modellen met behulp van methoden uit de analyse en eventueel andere wiskundige technieken. Hierbij onderscheidt men het opstellen van mathematische modellen, de uitwerking van deze modellen en de ontwikkeling van methoden die bij de uitwerking gebruikt kunnen worden.

Bij het opstellen van modellen gaat het hoofdzakelijk om deterministische modellen, die leiden tot differentiaal- en integraalvergelijkingen. Op langere termijn gezien treedt een geleidelijke verschuiving van toepassingsgebieden op. Naast de traditionele toepassingsgebieden, onderdelen van de mathematische fysica en de toegepaste mechanica, komen nieuwe gebieden, zoals biomathematica naar voren. Hieraan parallel is een geleidelijke verschuiving van de wiskundige structuur van de modellen van lineair naar niet-lineair te constateren.

Bij de uitwerking van de wiskundige modellen worden vooral analytische, maar soms ook numerieke en stochastische methoden gebruikt. Bij de numerieke uitwerking van problemen uit de asymptotiek en opdrachten voor derden wordt nauw samengewerkt met de afdeling Numerieke Wiskunde. Het contact met deze afdeling zal verder geïntensiveerd worden in verband met onderzoek op het gebied van de niet-lineaire analyse en biomathematica.

Een belangrijk deel van de research van de afdeling is gericht op het bestuderen en ontwikkelen van doeltreffende methoden waarmee een beter inzicht in de structuur van een wiskundig model verkregen kan worden. Het betreft hier vooral onderzoek in de niet-lineaire analyse.

Het zwaartepunt van de activiteiten van de afdeling blijkt steeds duidelijker bij de biomathematica en de niet-lineaire

analyse te liggen. Beide gebieden zijn nauw verbonden. De niet-lineaire analyse geeft de fundamentele theoretische ondersteuning voor de oplossing van de problemen van de biomathematica, terwijl anderzijds biologische problemen inspiratie leveren tot nieuw theoretisch onderzoek.

De researchactiviteiten van de afdeling zijn bepaald door de wens de krachten niet te versnipperen maar zoveel mogelijk te bundelen in samenwerkingsverbanden of werkgroepen (die beide niet uitsluitend aan de afdeling gebonden zijn). Genoemd kunnen worden (met vermelding van bestaande of mogelijke interafdelingskontakten) de onderzoekskernen

1. speciale functies en groepentheorie (TW 1; ZW; MS)
2. asymptotiek en berekening van speciale functies (TW 2.4; NW; MS)
3. niet-lineaire analyse en biomathematica (TW 3; MS; NW)
4. systeemtheorie (MB).

Hoewel er regelmatig opdrachten voor derden uitgevoerd worden, is het niet mogelijk om voor de dienstverlening te omschrijven voor welke opdracht(en) mankracht gereserveerd moet worden, daar momenteel geen langlopende opdrachten uitgevoerd worden.

Er hebben zich ten opzichte van de vorige planning belangrijke wijzigingen voorgedaan, die alle liggen op de indeling van de projecten en de deelprojecten. In de nieuwe indeling komen de voorgenomen richtingen van het afdelingsonderzoek beter tot uitdrukking. De vijf projecten uit de vorige planning zijn teruggebracht tot een aantal van drie en sommige deelprojecten zijn van plaats veranderd. Project TW 1 (met als nieuwe titel "Speciale functies en groepentheorie" bevat nu het (ook al vorig jaar genoemde) deelproject TW 1.1 ("Orthogonale stelsels van speciale functies in meer variabelen") en een nieuw deelproject TW 1.2 ("Representaties van niet-compacte halfenkelvoudige Lie-groepen"). Op deze wijze krijgt dit analyseproject, dat wat zuiverder getint is dan het overige analyse-onderzoek op de afdeling, een zelfstandige en duidelijke plaats naast de overige deelprojecten. De andere deelprojecten die voorheen tot TW 1 (destijds "Analyse" genoemd) behoorden, hebben een toegepaste inslag (het betreft de verleden jaar vermelde deelprojecten TW 1.2 (Asymptotiek en speciale functies) en TW 1.4 (Toepassingen van hyperfuncties)) en zijn nu ondergebracht onder project TW 2 (Toegepaste Analyse), in de deelprojecten TW 2.4 en TW 2.5 respectievelijk.

Een tweede verandering betreft het samenbrengen van deelprojecten op het gebied van de niet-lineaire analyse en biomathematica in één project, namelijk TW 3 (Niet-lineaire Analyse en Biomathematica). Ook dit is gedaan om meer duidelijkheid te scheppen ten aanzien van het onder dit project val-

lende onderzoek, dat als hoofdproject van de afdeling beschouwd kan worden en meer en meer gezichtsbepalend voor de afdeling gaat worden. Zo is het verleden jaar genoemde project TW 2.1 (Niet-lineaire diffusieproblemen) verplaatst naar TW 3.1 onder behoud van dezelfde titel. Voorts komen in TW 3 voor de reeds verleden jaar genoemde deelprojecten TW 3.2 en TW 3.3. Van het toneel verdwenen zijn TW 3.1 (Mathematische modellen), omdat het omschreven werk steeds een onderdeel bleek te zijn van het werk in andere deelprojecten, en TW 3.4 (Speciaal onderwerp uit de biomathematica), omdat het niet tot een permanent onderwerp van onderzoek heeft geleid.

Een derde verandering betreft het verdwijnen van project TW 4 (Programmatuur). De afnemende activiteiten op dit gebied rechtvaardigen niet het voortbestaan van een dergelijk project. Deelproject TW 4.3 (Ritz-Galerkinmethoden) is volgens plan beëindigd in 1978 en deelproject TW 4.1 (Berekening van speciale functies) zal worden ondergebracht in deelproject TW 2.4 (Asymptotiek en berekening van speciale functies), dat vroeger onder een iets andere naam als deelproject TW 1.2 voorkwam.

Door deze veranderingen ontstaan nu twee gestructureerde projecten (TW 1 en TW 3) met onderling verwante deelprojecten, terwijl in project TW 2 een aantal deelprojecten is opgenomen die met elkaar gemeenschappelijk hebben dat zij op het grensgebied van de analyse en de toepassingen ervan liggen en die nogal persoonsgebonden zijn.

Een laatste verandering tenslotte is het laten vervallen van TW 5 (colloquium Toegepaste Wiskunde). Voor de komende periode wordt geen nieuw colloquium verwacht, een aparte vermelding lijkt daarom niet zinvol. Een verslag van zaken uit 1978 die op het colloquium betrekking hebben, is te vinden onder deelproject TW 1.2.

Een beschrijving van de TW-werkzaamheden op het gebied van de systeemtheorie (voorheen deelproject TW 2.7) wordt nu gevonden bij het betreffende deelproject van de afdeling Mathematische Besliskunde (MB 3.2).

Aan het eind van het TW-gedeelte is van een drietal in 1978 afgesloten deelprojecten een kort verslag opgenomen onder het hoofd "Afgesloten projecten".

Overzicht van onderzoeksonderwerpen en aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TW 1: Speciale functies en groepentheorie	2.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TW 2: Toegepaste analyse	1.6	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0
TW 3: Niet-lineaire analyse en biomathematica	3.3	4.0	4.5	5.0	5.0	5.0
MB 3: Systeemtheorie	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Dienstverlening, leiding, etc.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	9.0	10.0	11.0	11.5	11.5	11.5

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel project TW 1: Speciale functies en groepentheorie
- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten TW 1.1: Orthogonale stelsels van speciale functies in meer variabelen
TW 1.2: Representaties van niet-compacte half-enkelvoudige Lie-groepen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
De relatie tussen speciale functies en groepentheorie geeft aanleiding tot onderzoek van tweeërlei aard.
 1. Enerzijds kan men, door sferische functies op homogene ruimtes te schrijven als speciale functies, nieuwe eigenschappen voor bekende speciale functies vinden en ook nieuwe klassen van speciale functies tot ontwikkeling brengen.
 2. Anderzijds kan de analyse op concrete groepen (zoals de representatietheorie en de harmonische analyse) geholpen worden door de identificatie van bepaalde functies op de groep (zoals matrixelementen van representaties) met speciale functies.

Eerstgenoemde aanpak wordt gevolgd in het langlopende deelproject TW 1.1. De tweede aanpak is kenmerkend voor het eind 1978 begonnen deelproject TW 1.2. In het eerste geval ligt de nadruk op de speciale functies, waarbij de groepentheorie een hulpmiddel is, terwijl in het tweede geval de accenten juist verwisseld zijn. Het is in het recente verleden gebleken dat speciale functies en groepentheorie bevruchtend op elkaar kunnen werken. Deze twee vakken worden echter slechts weinig in combinatie met elkaar beoefend, o.a. omdat veel hedendaagse wiskundigen er voor terugschrikken om met speciale functies te gaan manipuleren. Daarom is het van belang dat een dergelijk project op het MC bestaat.

Door het TW-colloquium "Representaties van lokaal compacte groepen met toepassingen" (1977/78) is er een samenwerking tot stand gekomen met dr. G. van Dijk (RUL). Deze samenwerking wordt voortgezet wat betreft deelproject TW 1.2. Er zal geprobeerd worden om voor het hele project, meer dan in het verleden, samenwerking te zoeken met de

afdeling ZW. Het deelproject TW 1.1 zal in 1979 tot een dissertatie leiden. Het is de bedoeling dat het project TW 1 in de toekomst tot verdere dissertaties aanleiding zal geven.

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers.

1980	1981	1982	1983	1984	1985
2.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

6. Wijzigingen

Het deelproject TW 1.2 (Representaties van niet-compacte half-enkelvoudige Lie-groepen) is nieuw. Het geeft een originele, niet-infinitesimale aanpak tot het (in zijn algemeenheid onopgeloste) probleem om de irreducibele unitaire representaties van een niet-compacte, half-enkelvoudige Lie-groep te classificeren, waarbij de op het MC aanwezige kennis en ervaring betreffende speciale functies wordt uitgebuit.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 1.1: Orthogonale stelsels van speciale functies in meer variabelen
- 2b. Omschrijving deelproject Het onderzoek met analytische en groepentheoretische hulpmiddelen van klassen van orthogonale stelsels van speciale functies in twee of meer variabelen welke (voor zekere waarden van hun parameters) een interpretatie hebben als bijzondere functies op speciale Lie-groepen.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 1: Speciale functies en groepentheorie
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Zonale sferische functies op homogene ruimtes bezitten vele mooie eigenschappen. Als probleem stellen wij ons om analoge eigenschappen af te leiden voor klassen van speciale functies welke voor bepaalde waarden van hun parameters als zonale sferische functies kunnen worden geïnterpreteerd.

Onderwerp van onderzoek zijn die klassen van orthogonale stelsels van speciale functies in twee of meer variabelen welke voor bepaalde waarden van de parameters geïnterpreteerd kunnen worden als sferische functies op symmetrische Riemannse ruimtes, achtereenvolgens in de gevallen rang 2 en compact, rang 2 en niet-compact, rang > 2 en compact, rang > 2 en niet-compact.

Allereerst zal gezocht worden naar expliciete formules voor de speciale functies, analoog aan het standaardformularium voor Jacobipolynomen en Jacobifuncties. Ten tweede zal het kwalitatieve gedrag van de functies bestudeerd worden, met name het verloop van de variëteiten waarop de functie nul wordt. Ten derde zal er vooral in het niet-compacte geval enige harmonische analyse verricht worden.

Naast dit systematische programma zullen ook, meer ad hoc, soortgelijke problemen worden bekeken voor bepaalde homogene ruimtes G/K waarbij (G, K) wel een Gelfandpaar maar geen symmetrisch paar is. In alle gevallen ligt de nadruk op de analytische aanpak, terwijl de groepentheoretische aanpak als ondersteuning dient.

Het programma voor dit deelproject komt goed overeen met hetgeen omschreven wordt in:

I.M. Gelfand, Amer. Math. Soc. Transl. (2) 16 (1960), 315-324, VI.

R. Godement, Séminaire Bourbaki, Exposé 144 (1957), eind van § 3.

Wat betreft het wetenschappelijk belang van het deelproject noemen we de volgende punten:

1. Speciale functies in één variabele hebben talloze toepassingen in en buiten de wiskunde. Van speciale functies in meer variabelen kan hetzelfde worden verwacht, mits deze functies niet louter formele generalisaties van hypergeometrische functies zijn, maar een kanonieke, n.l. groepentheoretische oorsprong hebben.
2. Onze resultaten kunnen dienen als "hardware" voor verder werk in harmonische analyse en approximatietheorie. Eventuele resultaten in het niet-compacte geval kunnen een alternatieve aanpak bieden tot Harish-Chandra's theorie van de sferische Fouriertransformatie op half-enkelvoudige Liegroepen.
3. Er zijn mogelijke toepassingen in de discrete wiskunde (cf. het werk van Delsarte, Goethals en Seidel (MBLE Lab. Brussel resp. TH Eindhoven)). Hierover bestaat contact met prof. dr. J. J. Seidel.
4. Bepaalde orthogonale polynomen in twee variabelen blijken op een natuurlijke wijze voor te komen in zekere representaties van de fysisch relevante conforme groep $SO(4,2)$ (werk van K. Ringhofer, Univ. van Osnabrück).
5. Er zijn aanrakingspunten met multivariabele, statistische analyse. Hierover bestaat contact met de afd. MS (P. Groeneboom).

Het hierboven geschetste programma legt het onderzoek voor een groot aantal jaren tamelijk nauwkeurig vast. Het is echter mogelijk dat we, mede onder invloed van recent werk van anderen, dit programma op diverse manieren uit zullen breiden. In het bijzonder noemen we de groepentheoretische interpretatie van discrete orthogonale polynomen en "basic" hypergeometrische functies, op welk gebied thans mondiaal gezien veel belangwekkends gebeurt (o.a. werk van C.F. Dunkl, Univ. of Virginia; R. Askey, Univ. of Wisconsin; D. Stanton, MIT; J. Wilson, Purdue Univ.).

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Dr. T. H. Koornwinder	wet.med.	0.5
	Mw.drs. I.G. Sprinkhuizen-Kuijper	wet.med.	0.9
	1	wet.med.	0.5
	1	wet.ass.	0.5

5. Duur deelproject
Begin : september 1972
Einde : staat niet vast

6a. Resultaten 1978
Het door de afdeling TW georganiseerde colloquium "Representaties van lokaal compacte groepen met toepassingen", het afronden van de syllabus hiervan en de start van deelproject TW 1.2 hebben er toe geleid dat het voor 1978 geplande programma niet geheel kon worden uitgevoerd. Dit betreft het werk van T.H. Koornwinder en H.A. van der Meer.

In het afgelopen jaar werd op de volgende gebieden voortgang geboekt:

1. Orthogonale polynomen in twee variabelen (I.G. Sprinkhuizen-Kuijper)

Er werd een expliciete uitdrukking afgeleid voor een fractionele integraaloperator die correspondeert met negatieve machten van een zekere tweede orde gewone differentiaaloperator met singulariteit. Deze integraaloperator werd gevonden door een Lorentz-invariant probleem voor de golfoperator in \mathbb{R}^n te beschouwen. Bij wijze van toepassing kon er een nieuwe interpretatie gegeven worden aan een aantal bekende resultaten betreffende hypergeometrische functies van o.a. Erdélyi en Wimp. Het een en ander is vastgelegd in rapport TW 182.

Aanleiding tot dit onderzoek was een soortgelijk, maar meer gecompliceerd probleem betreffende een fractionele integraal werkend op een zekere klasse van orthogonale polynomen in twee variabelen (door dr. K. Ringhofer naar de ontdekker "Koornwinder's polynomials" genoemd). Begin 1979 zal er een rapport verschijnen, waarin dit laatste probleem wordt opgelost en toepassingen worden gegeven op de betreffende polynomen.

2. Jacobi-functies (T.H. Koornwinder)

Het onder dit punt beschreven onderzoek werd samen met dr. M. Flensted-Jensen (Universiteit van Kopenhagen) verricht. De twee toepassingen van de additiefomule voor Jacobi-functies, die reeds beschreven werden in de vorige WP

(TW 1.1, 6a, punt 3), verschenen resp. als rapport TW 177 en als preprint van de Universiteit van Kopenhagen. Thans wordt soortgelijk onderzoek verricht voor cirkelschijffuncties (dit zijn functies in twee variabelen, niet-compacte analoga van de cirkelschijfpolynomen, uit te drukken in Jacobi-functies, en als sferische functies levend op de universele overdekkingsgroep van $SU(n,1)$ modulo $SU(n)$).

6b. Publicaties 1978

M. Flensted-Jensen & T.H. Koornwinder, Positive definite spherical functions on a non-compact rank one symmetric space, København Universitet Matematisk Institut Preprint Series 1978 no. 2 (verschijnt in "Analyse harmonique sur les groupes de Lie, II", Lecture Notes in Math., Springer-Verlag).

M. Flensted-Jensen & T.H. Koornwinder, Jacobi functions: the addition formula and the positivity of the dual convolution structure, MC Rapport TW 177 (verschijnt in Ark. Mat.).

I.G. Sprinkhuizen-Kuijper, A fractional integral operator corresponding to negative powers of a certain second order differential operator, MC Rapport TW 182 (verschijnt in J. Math. Anal. Appl.).

R. Askey, M.E.H. Ismail & T.H. Koornwinder, Weighted permutation problems and Laguerre polynomials, J. Combinatorial Theory Ser. A 25 (1978), 226-241 (= Applied Mathematics Technical Report 76-AM-7, McMaster University).

T.H. Koornwinder, Positivity proofs for linearization and connection coefficients of orthogonal polynomials satisfying an addition formula, J. London Math. Soc. (2) 18 (1978), 101-114 (= MC Rapport TW 158).

T.H. Koornwinder & I.G. Sprinkhuizen-Kuijper, Generalized power series expansions for a class of orthogonal polynomials in two variables, SIAM J. Math. Anal. 9 (1978), 457-483 (= MC Rapport TW 155).

T.H. Koornwinder & I.G. Sprinkhuizen-Kuijper, Hypergeometric functions of 2×2 matrix argument are expressible in terms of Appell's function F_4 , Proc. Amer. Math. Soc. 70 (1978), 39-42 (= MC Rapport TW 156).

7a. Werkplan 1979-80

1. Orthogonale polynomen in twee variabelen
Het betreft de polynomen orthogonaal op een gebied begrensd door twee rechten en een parabool. Het onderzoek aan een hiermee verband houdende fractionele integraal in twee variabelen zal worden afgerond tot een rapport. Er zal naar gestreefd worden om de integraalrepresentatie van het Laplace-type en de produktformule voor deze polynomen voor zo algemeen mogelijke parameterwaarden af te leiden, liefst al in 1979, waarbij zowel groepentheoretische hulpmiddelen (diverse typen Grassmann-variëteiten) als analytische hulpmiddelen zullen worden gebruikt. Een deel van dit onderzoek zal, samen met eerdere resultaten, in deze periode uitmonden in een dissertatie.
2. Cirkelschijffuncties
Samen met M. Flensted-Jensen (Univ. van Kopenhagen) zal het onderzoek aan deze functies (expliciete formules, harmonische analyse, toepassingen op groepsrepresentaties) in 1979 worden afgerond.
3. Orthogonale polynomen in twee variabelen als sferische functies op de exceptionele homogene ruimte $Spin(9)/Spin(7)$
Als vervolg op en toepassing van rapport TW 167 zal een nieuwe aanpak gegeven worden tot de analyse van de sferische functies op $Spin(9)/Spin(7)$. Dit onderzoek geschiedt in samenwerking met de RU Leiden (drs. H.A. van der Meer).
4. Analoga van Jacobi-functies in twee variabelen
Het betreft de speciale functies corresponderend met niet-compacte symmetrische ruimtes van rang 2. Het onderzoek zal vooral in 1980 plaats hebben.
5. Orthogonale polynomen in meer variabelen en spiegelingsgroepen
In 3.5 van het overzichtsartikel "Two-variable analogues of the classical orthogonal polynomials" (door T.H. Koornwinder, in "Theory and application of special functions", Academic Press, 1975), worden op een heuristische manier klassen van orthogonale polynomen geassocieerd met spiegelingsgroepen in . Het is de bedoeling om dit uit te bouwen tot een algemene theorie voor het n-dimensionale geval. Hiertoe is algebraïsche ondersteuning nodig. Afhankelijk van de beschikbaarheid hiervan zal er in 1979 of 1980 met het onderzoek begonnen worden.
6. Afronden van publikaties waarvoor het onderzoek reeds in 1976 gedaan is.

Het betreft:

1. De produktformule voor orthogonale polynomen in twee variabelen op een driehoekig gebied.
2. Een nieuwe aanpak tot de karakterisering van de harmonische- en de sferische functies op de sfeer S als homogene ruimte van de groep $Sp(d) \times U(1)$.
3. Gegeneraliseerde machtreeksontwikkelingen als oplossingen van de partiële differentiaalvergelijkingen voor Appell's F4-functie (voortzetting van rapport TW 156).
4. Het schrijven van een syllabus bij de in 1975/76 gegeven cursus "Speciale functies en groepentheorie".
7. Symmetrie en separatie van variabelen
Begin 1979 zal voor het Bulletin of the AMS een bespreking geschreven worden van het boek "Symmetry and separation of variables" door W. Miller, Jr.

7b. Werkplan na 1980

Het accent van het onderzoek komt steeds meer te liggen op het geval van een willekeurig aantal variabelen en op het niet-compacte geval.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 1.2: Representaties van niet-compacte half-enkelvoudige Lie-groepen
- 2b. Omschrijving deelproject Het classificeren van de irreducibele unitaire representaties van speciale niet-compacte half-enkelvoudige Lie-groepen d.m.v. niet-infinitesimale methoden, waarbij gebruik gemaakt wordt van expliciete uitdrukkingen voor de matrixelementen van de principal series representaties t.o.v. een K-basis.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 1: Speciale functies en groepentheorie
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject De classificatie van de irreducibele unitaire representaties van een niet-compacte half-enkelvoudige Lie-groep G werd voor het eerst uitgevoerd door Bargmann in het geval $G = SL(2, \mathbb{R})$. Harish-Chandra verkreeg partiële resultaten voor algemene G , i.h.b. de Plancherelformule en de subquotientstelling, later door Casselman verfijnd tot een subrepresentatiestelling: iedere irreducibele unitaire representatie van G is Naimark-equivalent met een subrepresentatie van een (niet-unitaire) principal series representatie. Thieleker voerde de classificatie uit voor $SO(n, 1)$. Allen gebruikten echter infinitesimale methoden.

Wij willen proberen om voor speciale G (om te beginnen $SO(n, 1)$) de classificatie uit te voeren met voornamelijk globale (i.e. niet-infinitesimale) methoden, waarbij gebruik gemaakt wordt van expliciete uitdrukkingen voor de matrixelementen t.o.v. een K-basis (K is maximale compacte ondergroep van G). Het speciale geval $G = SL(2, \mathbb{R})$ werd reeds in 1978 bekeken (zie rapport TW 186).

Onze interesse voor de representatietheorie van half-enkelvoudige Lie-groepen werd aangewakkerd door het MC-colloquium 1977/78 over "Representaties van lokaal compacte groepen met toepassingen", waaruit ook de samenwerking met de Univ. van Leiden resulteerde betreffende dit deelproject.

4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | |
|----------------------|----------|-----|
| Dr. T.H. Koornwinder | wet.med. | 0.4 |
| 1 | wet.med. | 0.4 |
| 1 | wet.ass. | 0.5 |
5. Duur deelproject
- Begin : oktober 1978
Einde : (gepland) december 1980)
- 6a. Resultaten 1978
- Eerst beschrijven we het in het najaar van 1977 begonnen colloquium "Representaties van lokaal compacte groepen met toepassingen" (zie WP 79, project TW 5), dat in het eerste halfjaar van 1978 werd voortgezet en afgesloten. De leiding berustte bij dr. G. van Dijk (RU Leiden), dr. E.A. de Kerf (UvA) en T. H. Koornwinder, terwijl laatstgenoemde ook de organisatie verzorgde. In 1978 waren er in totaal negen bijeenkomsten. De theorie van de oneindig-dimensionale unitaire representaties vormde het hoofdthema, waarbij veel aandacht werd besteed aan geïnduceerde representaties. Per keer waren er 20 à 30 deelnemers, onder wie een flink aantal fysici.
- Bij de voordrachten werden Engelstalige syllabi uitgereikt, die in 1979 zullen worden gebundeld in MC-syllabus no. 38. Van de afdeling TW traden T.H. Koornwinder en H.A. van der Meer als sprekers op. Na afloop van het colloquium schreven zij nieuwe, aanzienlijk uitgebreide versies van hun bijdragen tot de syllabus, welke zullen worden opgenomen in MC-syllabus no. 38. In een iets andere vorm werden H.A. van der Meer's bijdragen ook gepubliceerd in rapport TN 91.
- De bijdragen van G. van Dijk (RUL) aan dit colloquium over de representatietheorie van $SL(2, \mathbb{R})$ inspireerden T.H. Koornwinder tot een alternatieve aanpak, langs niet-infinitesimale weg. Dit leidde tot rapport TW 186.
- 6b. Publicaties 1978
- T.H. Koornwinder, A global approach to the representation theory of $SL(2, \mathbb{R})$, MC Rapport TW 186.
- H.A. van der Meer, Induced representations and semidirect products, MC Rapport TN 91.
- 7a. Werkplan 1979-80
- Het onderzoek zal geschieden samen met dr. G. van Dijk en drs. M. Kosters (RU Leiden). Gepoogd zal worden om de irreducibele unitaire representaties van $SO(n, 1)$ (en mogelijk $SU(n, 1)$) te classificeren langs voornamelijk niet-infinitesimale weg. Eerst zullen met deze techniek

de irreducibele subrepresentaties van de (niet-unitaire) principal series representaties worden aangegeven.

- 1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel project TW 2: Toegepaste Analyse
- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten
 - TW 2.1: Relaxatietrillingen
 - TW 2.2: Singulier gestoorde randwaardeproblemen
 - TW 2.3: Problemen uit de transporttheorie
 - TW 2.4: Asymptotiek en berekening van speciale functies
 - TW 2.5: Toepassingen van hyperfuncties
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project

In dit project zijn onderzoeksactiviteiten opgenomen waarbij voornamelijk individueel onderzoek wordt verricht en die niet in de meer gestructureerde projecten TW 1 en TW 3 onder te brengen zijn. Het betreft activiteiten die alle op het gebied van de toegepaste analyse liggen, maar die niet in onderlinge samenhang beschouwd kunnen worden. Voor probleemstelling, etc. wordt daarom verwezen naar de diverse deelprojecten. In dit project wordt voor de meerjarenplanning ook ruimte gereserveerd voor onderzoek op het gebied van de toegepaste analyse dat op het ogenblik niet voorzien kan worden, bijvoorbeeld voor door buitenstaanders gestelde interessante problemen die een duidelijk researchaspect hebben.
- 4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers

1980	1981	1982	1983	1984	1985
1.6	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0
- 6. Wijzigingen

TW 2.1 was voorheen TW 2.2, TW 2.2 was voorheen TW 2.3, TW 2.3 was voorheen TW 2.6, TW 2.4 was voorheen TW 1.2 en TW 4.1, TW 2.5 was voorheen TW 1.4. Het vroegere deelproject TW 2.1 is verhuisd naar TW 3. Het vroegere deelproject TW 2.7 is verhuisd naar MB 3.2. De vroegere deelprojecten TW 2.4 en TW 2.5 zijn in 1977 reeds afgesloten. Voor een motivering van deze wijzigingen wordt naar het gedeelte TW Algemeen verwezen.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 2.1: Relaxatietrillingen
- 2b. Omschrijving deelproject Asymptotische methoden voor sterk niet-lineaire trillingen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 2: Toegepaste Analyse
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Asymptotische methoden zijn met succes op een grote klasse van bijna-lineaire trillingen toegepast. Op het gebied van de sterk niet-lineaire trillingen is beduidend minder bereikt.
- Doel van dit onderzoek is vrije trillingen van sterk niet-lineaire systemen (relaxatietrillingen) te analyseren met asymptotische technieken. Daarnaast zijn ook gedwongen en gekoppelde relaxatietrillingen onderwerp van onderzoek, waarbij ook het verschijnsel van (subharmonische) synchronisatie aan de orde komt.
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|--------------------|----------|-----------------|
| Drs. E.J.M. Veling | wet.med. | 0.1 |
| Dr.ir. J. Grasman | wet.med. | 0.2 |
| 1 | wet.ass. | 0.1 |
5. Duur deelproject
- | | |
|-------|-------------------|
| Begin | : januari 1972 |
| Einde | : nog niet bekend |
- 6a. Resultaten 1978
- Het onderzoek aan de Van der Pol-vergelijking met kritische harmonische aandrijvingsterm werd voltooid (TW 173). De asymptotische resultaten vertonen een goede overeenstemming met de uitkomst van een numeriek onderzoek dat uitgevoerd is door J.E. Flaherty en F.C. Hoppensteadt (Studies in Appl. Math. 58 (1978), 5-15). Er werd een verkennend onderzoek verricht aan de Van der Pol-vergelijking met een grote subkritische aandrijvingsterm, hetgeen de afsluiting van dit onderzoek zal vormen. Gebleken is daarbij dat voor het verdrijven van seculiere termen in de asymptotische benadering van de periodieke oplossing geen gebruik van de bekende technieken gemaakt kan worden en dat de gereduceerde vergelijking (de vergelijking zonder tweede afgeleide) niet expliciet oplosbaar is.

- 6b. Publicaties 1978 J. Grasman, M.J.W. Jansen en E.J.M. Veling, Asymptotic methods for relaxation oscillations, Proceedings of the Third Scheveningen Conference on Differential Equations, W. Eckhaus & E.M. de Jager (eds.) North-Holland Mathematics Studies, 31 (1978), 93-111 [TW 171].
- J. Grasman, Relaxation oscillations of a Van der Pol equation with large critical forcing term, Math. Centr. Report TW 173.
- 7a. Werkplan 1979-80 Het onderzoek aan de Van der Pol relaxatie-oscillator met een grote subkritische aandrijvingsterm zal worden voortgezet.

dan toe, op fysische gronden, concaaf en monotoon werd verondersteld. In de analyse werd van deze eigenschappen veelvuldig gebruik gemaakt. In 1978 werden, met een andere methode, de resultaten uitgebreid tot het geval dat g niet noodzakelijk concaaf en/of monotoon is. Tevens werd gewerkt aan de constructie van hogere orde benaderingen. De mogelijkheid wordt overwogen om de nieuw verkregen resultaten in een herziene versie van het rapport onder te brengen.

6b. Publicaties 1978

O. Diekmann, D. Hilhorst & L.A. Peletier, A singular boundary value problem arising in a pre-breakdown gas discharge, MC Rapport TW 174.

J. Grasman, On a class of elliptic singular perturbations with applications in population genetics, Math. Centr. Report TW 184, te verschijnen in Math. Methods in Appl. Sci.

7a. Werkplan 1979-80

Er zal een studie verricht worden naar de toepassingen van de variatiemethode in de theorie van dynamische systemen met kleine random storingen, waarbij de nadruk zal vallen op het "exit problem" (waar verlaat het systeem een zeker gebied van de toestandsruimte?).

7b. Werkplan na 1980

Er zal nagegaan worden of de ontwikkelde methode ook toepasbaar is voor problemen met overgangsgrenslagen. Verwacht wordt dat met het variatieprincipe de positie van de overgangsgrenslaag bepaald kan worden.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 2.3: Problemen uit de transportheorie
- 2b. Omschrijving deelproject Kwalitatieve analyse van een voorwaarts-achterwaartse diffusievergelijking
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 2: Toegepaste Analyse
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Bij de 1-dimensionale beschrijving van de verstrooiing van een bundel elektronen met alle dezelfde snelheid op een vlakke plaat ontstaat een voorwaarts-achterwaartse parabolische differentiaalvergelijking, die in het algemene kader van de vergelijkingen uit de transportheorie past. Deze zijn alle afgeleid als benaderingen voor de algemeen geldende Boltzmann-vergelijking en hebben de vorm (in de stationaire toestand en zonder een uitwendig veld): $xu + Au = 0$, met $u = u(x,s)$, $x \in (-1,1)$, $0 \leq s \leq s_0$, $A^s = A(x)$ een operator, die de botsingsinvloed beschrijft. Dit is een parabolisch probleem, voorwaarts voor $x > 0$, achterwaarts voor $x < 0$; de randwaarden zijn hieraan ook aangepast.

Voor sommige (integraal-)operatoren A is het mogelijk een expliciete oplossing te construeren. Voor het probleem van de elektronenverstrooiing waarbij de operator A een differentiaaloperator van de 2e orde in x is, met degeneratie tot de 1e orde voor $x = 1$, $x = -1$, is dit echter niet mogelijk. Wel kan existentie en eenduidigheid worden aangetoond van een bepaald soort zwakke oplossing. Een mogelijkheid om dit aan te tonen is gebruik te maken van semigroeptheorie.

Het ligt in de bedoeling te onderzoeken wat de voorwaarden zijn, die moeten worden opgelegd om ervoor te zorgen dat de oplossing in een minder abstracte ruimte te vinden is dan die, welke nu reeds bekend is. Over de elektronenverstrooiing is reeds een artikel verschenen: Richard Beals, On an equation of mixed type from electron scattering, J. Math. An. and Appl. 58 (1977), 32-45.

Dit deelproject, dat eind 1976 is begonnen, kwam tot stand tijdens het bezoek van dr. H.G. Kaper (Argonne Nat. Lab., USA). De werkzaamheden aan de deelprojecten TW 2.1 en TW 3.3 zijn door de

betrokken medewerker verminderd, resp. stopgezet.

4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1978
Drs. E.J.M. Veling wet.med. 0.3
5. Duur deelproject Begin : november 1976
Einde (gepland): december 1980
- 6a. Resultaten 1978 Het eigenwaardeprobleem dat bij deze vergelijking hoort, werd verder geanalyseerd. Van het spectrum konden de laagste eigenwaarden reeds benaderd worden door oplossingen van een 3-punts recurrenente betrekking gebaseerd op een ontwikkeling naar Legendre-polynomen. Nu werd ook het asymptotische gedrag bepaald van deze eigenwaarden voor $n \rightarrow \infty$.
Het resultaat luidt:
 $\lambda_n \sim \pm(a_1(n + \frac{1}{2})^2 + a_2 + O(n^{-1}))$, waarbij a_1, a_2 zijn uit te drukken met behulp van volledige elliptische integralen.
- 6b. Publicaties 1978 geen
- 7a. Werkplan 1979-80 Onderzoek naar de regulariteit van de oplossing. Vervolgens een generalisatie van het probleem tot de klasse, waarbij A een sectoriële operator is, hetgeen equivalent is met de bewering dat A de generator is van een holomorfe halfgroep.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 2.4: Asymptotiek en berekening van speciale functies
- 2b. Omschrijving deelproject Toepassingen van asymptotische methoden voor de berekening van speciale functies
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek en programmatuur
- 2d. Onderdeel van project TW 2: Toegepaste Analyse
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het onderzoek heeft tot doel representaties van speciale functies op te stellen welke geschikt zijn voor asymptotiek en numerieke berekeningen. De methoden leiden tot integraalrepresentaties waarvan ter evaluatie asymptotische ontwikkelingen of integratiemethoden gebruikt worden.

Er zijn in de literatuur en in de bestaande programmatuur geen all-round algoritmen ontwikkeld voor speciale functies in meer dan één variabele, die voor het totale waardebereik van de variabelen de betreffende functie kunnen berekenen. Vanuit de toepassingen (voornamelijk uit de fysica en wiskundige statistiek) bestaat een grote behoefte aan methoden om speciale functies met grote nauwkeurigheid te kunnen berekenen.

Het huidige onderzoek voorziet in deze behoefte. Er worden methoden geïntroduceerd die op vele functies toegepast kunnen worden en die niet eerder op dit gebied gebruikt zijn. Bovendien kan een garantie gegeven worden omtrent de nauwkeurigheid van de berekeningen. Functies met complexe variabelen behoren tevens tot het terrein van onderzoek. Naast het toepassingsgebied van de speciale functies, zijn de methoden ook van toepassing op andere gebieden zoals bijvoorbeeld voor randwaardeproblemen waarvan de oplossing via een integraalrepresentatie beschikbaar is.

Er is verwantschap met onderzoek in de VS: zie Y.L. Luke, "Mathematical Functions and their approximations", Academic Press (1975) en "Algorithms for the computation of mathematical functions", Academic Press (1977). In deze boeken wordt overigens geen gebruik gemaakt van de in dit onderzoek gebezigde methoden, die vooral van nut blijken te zijn voor grote waarden van de parame-

ters van de functies. Voorts is er verwantschap met het werk van W. Gautschi te noemen, zie diens overzichtsartikel "Computational methods in special functions", R. Askey (ed), Academic Press (1975).

Het onderzoek resulteert voor sommige onderwerpen in rekenprogramma's, die opgenomen worden in de programmatheek NUMAL (zie bij de afdeling Numerieke Wiskunde). Nadat de activiteiten rond NUMAL zijn verminderd, wordt aan dit aspect minder dan voorheen aandacht besteed. De numerieke aspecten van dit onderzoek worden besproken in een werkgroep "Approximatie van Functies", waarin overigens ook andere onderwerpen aan de orde komen. De leiding van deze werkgroep berust bij de afd. TW. Er zijn deelnemers van de rekencentra THE en RUG, de Universiteit van Amsterdam en RU Utrecht, Het FOM-Instituut AMOLF te Amsterdam, T.N.O., E.C.N. en C.P.B.. Voorts is er ten opzichte van de numerieke aspecten contact met de afdeling Numerieke Wiskunde en ten opzicht van onderzoek op het gebied van statistische verdelingsfuncties met de afdeling Mathematische Statistiek.

4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Dr. N.M. Temme	souschef	0.5
1	wet.ass.	0.1

5. Duur deelproject

Begin : september 1975
Einde (gepland): december 1984

6a. Resultaten 1978

1. Een tweede rapport (TW 183) over integratiemethoden voor de berekening van speciale functies is voltooid. In het kader van dit project werd begonnen met de ontwikkeling van integratiemethoden voor een klasse van functies waarbij een singulariteit (een pool in dit geval) dicht bij de integratieweg is gelegen. De functies die hierbij beschouwd werden zijn complexe error functies, incomplete gamma- en betafuncties voor grote waarden van de parameters en andere statistische verdelingsfuncties.
2. Het onderzoek aan de berekening van de positieve nulpunten van Besselfuncties en hun afgeleiden werd afgerond en leidde tot een publicatie (TW 179). De algoritme werd aangeboden aan NUMAL.
3. Binnen het kader van de werkgroep Approximatie van Functies werd gewerkt aan verschillende hoofdstukken van een syllabus die t.z.t. in de serie MC Syllabus zal verschijnen.
4. Eerder verschenen artikelen en rapporten op het

gebied van asymptotiek en speciale functies zijn dit jaar in een academisch proefschrift gebundeld.

6b. Publicaties 1978

N.M. Temme, An algorithm with ALGOL 60 program for the computation of the zeros of ordinary Bessel functions and their derivatives (preprint, te verschijnen in The Journal of Computational Physics), MC Rapport TW 179.

N.M. Temme, The numerical computation of special functions by use of quadrature rules for saddle point integrals II, Gamma functions, modified Bessel functions, and parabolic cylinder functions, MC Rapport TW 183.

N.M. Temme, Uniform asymptotic expansions of confluent hypergeometric functions, Journal of the Institute of Mathematics and its Applications (1978), 22, pp. 215-223. (MC Rapport TW 153, 1975).

N.M. Temme, Some aspects of applied analysis: Asymptotics, Special Functions and their numerical computation, Academisch proefschrift (Universiteit van Amsterdam).

7a. Werkplan 1979-80

De werkzaamheden op het gebied van integratiemethoden voor speciale functies met behulp van zadelpuntsintegralen zal worden voortgezet en in de loop van 1980 afgesloten worden.

De werkzaamheden zullen bestaan uit:

1. De verdere ontwikkeling van integratiemethoden noodzakelijk voor dit onderzoek.
2. De studie van uniforme asymptotische methoden voor integralen met
 1. twee zadelpunten die kunnen samenvallen
 2. een zadelpunt in de omgeving van een algebraïsche singulariteit
 3. twee zadelpunten die ver van elkaar verwijderd liggen
3. De berekening van speciale functies waarvan de integraalrepresentatie één van de drie bovengenoemde kenmerken heeft, zoals Besselfuncties, Coulombfuncties met kenmerk 1, confluyente hypergeometrische functies met kenmerk 2 en Legendrefuncties met kenmerk 3.

Over elk van deze gevallen zal een rapport beschreven worden, waarbij tevens aandacht besteed wordt aan de algoritmen.

Het bovenvermelde onderzoek is sterk numeriek ge-

tint. Daarnaast zal onderzoek verricht worden met een meer analytisch karakter, waarbij de toepassingen voornamelijk worden gezocht op het gebied van de speciale functies uit de fysica en statistiek, en waarbij de numerieke aspecten niet uit het oog zullen raken. Voorts zal worden nagegaan of de aanpak via differentiaalvergelijkingen vruchtbaar blijkt te zijn. De asymptotische behandeling van speciale functies zoals F.W.J. Olver die in zijn boek *Asymptotics and special Functions* (Academic Press, 1974) beschrijft, heeft voornamelijk als uitgangspunt de differentiaalvergelijking voor de betreffende functie. De resultaten zijn vanuit analytisch oogpunt zeer aantrekkelijk, maar missen de eigenschappen die ze voor numeriek gebruik geschikt maken. Het lijkt van belang om na te gaan of een andere aanpak via de differentiaalvergelijkingen wel de gewenste resultaten oplevert; dit zal in de komende periode nader onderzocht worden.

7b. Werkplan na 1980

Voortzetting van in 1980 gedaan onderzoek.

8. Wijzigingen

Dit deelproject is een samenvoeging van de in de vorige planning opgenomen deelprojecten TW 1.2 (Asymptotiek en speciale functies) en TW 4.1 (Berekening van speciale functies). Deze wijziging heeft plaatsgevonden in verband met een reorganisatie van de projectbeschrijvingen, waarvan in TW Algemeen de motivering is te vinden. Inhoudelijk is dit deelproject niet gewijzigd. Ten aanzien van de afloop van de werkzaamheden wordt de eerder gedane voorspelling (1980) gewijzigd, aangezien de werkzaamheden op korte termijn niet zijn af te ronden.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 2.5: Toepassingen van hyperfuncties
- 2b. Omschrijving deelproject Localiseerbaarheid in de relativistische quantumtheorie
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 2: Toegepaste analyse
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
- Uit de Lorentz-covariantie en de eis van positiviteit van de energie volgt, dat in de relativistische quantumtheorie (RQT) het spectrum van de energie-impulsoperator zijn drager heeft in een kegel in \mathbb{R}^4 . Dit gegeven en het feit, dat de energie-impulsoperator de generator is van de unitaire representaties van de tijd-plaatstranslatiegroep, heeft ten gevolge dat tijden plaats-afhankelijkheid van grootheden uit de RQT onderzocht kunnen worden m.b.v. technieken uit de theorie van de hyperfuncties. Met name de "edge of the wedge"-stelling en generalisaties van de stellingen van Paley-Wiener en van Martineau-Ehrenpreis zijn daarbij van veel nut.
- Een van de problemen, waarop dit van toepassing is, is dat van de localiseerbaarheid van een deeltje in de RQT. Dit probleem heeft vooral bekendheid gekregen door een artikel van T.D. Newton en E.P. Wigner in *Rev. Mod. Phys.* 21 (1949), 400-406. Een duidelijke uiteenzetting van de problematiek en een bespreking van de verschillende benaderingen met de belangrijkste literatuur staan vermeld in een overzichtsartikel van A.J. Kálnay in: *Studies in the Foundations, Methodology and Philosophy of Science*, ed. M. Bunge, Springer, New York (1971), vol. 4, pp. 93-110.
- Soortgelijke problemen doen zich voor bij het vinden van geschikte dichtheidsoperatoren in de RQT. Verwacht wordt dat door gebruikmaking van moderne wiskundige technieken een duidelijker inzicht in de aard van deze problemen kan worden verkregen en een bijdrage tot de oplossing ervan kan worden geleverd.
4. Samenstelling groep
- | | | |
|------------------|----------|-----------------|
| Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
| Drs. B. Dijkhuis | wet.med. | 0.8 |

5. Duur deelproject Begin : maart 1975
 Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Fysische toestanden, die worden voorgesteld door vectoren (in een Hilbertruimte) die analytisch zijn voor de energie-operator H , blijken in het kader van de localiseerbaarheid een bijzondere rol te spelen. Er werd aangetoond dat aan deze toestanden een oneindige uitgebreidheid moet worden toegekend, zowel in ruimtelijke zin als in tijdsduur.
- Verder werd bewezen dat een fysische grootheid, waarvan de bijbehorende zelfgeadjungeerde operator begrensd is of de eigenschap heeft een dichte deelverzameling van voor H analytische vectoren weer op voor H analytische vectoren af te beelden, in ruimtelijke zin of in tijdsduur onbegrensd moet zijn.
- 6b. Publicaties 1978 Geen.
- 7a. Werkplan 1979-80 Het onderzoek zal zich voornamelijk richten op de operatoren behorend bij fysische grootheden van eindige afmeting en begrensde werkingsduur. Gezocht zal worden naar een goed hanteerbare formule voor afmeting en werkingsduur.
- Het onderzoek naar niet-causale effecten bij nullijnen van verwachtingswaarden met meromorfe parametervoorstellingen (zie verslag over 1977) zal worden voortgezet.
8. Wijzigingen Het onderzoek blijkt meer mogelijkheden te bieden dan aanvankelijk verwacht werd. Om die reden is de geplande einddatum van december 1979 veranderd. Het is nog niet bekend wanneer het onderzoek kan worden afgesloten.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel project TW 3: Niet-lineaire Analyse en Biomathematica
- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten TW 3.1: Niet-lineaire diffusieproblemen
TW 3.2: Niet-lineaire vergelijkingen uit de populatiedynamica
TW 3.3: Biologische oscillatoren
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project Het onderzoek in dit project is enerzijds gericht op de bestudering en de bouw van modellen van biologische verschijnselen en anderzijds op het gebruik en de ontwikkeling van technieken van de niet-lineaire analyse. De grondgedachte hierbij is dat juist de wisselwerking tussen deze beide aspecten tot vruchtbaar onderzoek kan leiden.

Bij de modelvorming, bij het kiezen van de vraagstelling en bij de interpretatie van resultaten speelt de biologische betekenis een grote rol. Het is dan ook nodig om in deze fasen van het werk nauw contact te onderhouden met biologen. Met name in het kader van de werkgroep Biomathematica wordt er naar gestreefd om de communicatie tussen wiskundigen en biologen zo goed mogelijk te maken. Vaak zal de eerste aanzet tot een bepaald onderzoek gegeven worden door biologen die aan deze werkgroep deelnemen.

In de mathematische biologie ontmoet men vergelijkingen van velerlei soort: differentievergelijkingen, gewone-, partiële-, of functionaal-differentiaalvergelijkingen, integraalvergelijkingen en vele mengvormen hiervan. Een belangrijk gemeenschappelijk kenmerk is echter dat de vergelijkingen bijna altijd niet-lineair zijn. Het is voor dit onderzoek dan ook nodig om een brede kennis op te bouwen van de kwalitatieve theorie van differentiaalvergelijkingen (in ruime zin) en van de technieken van de niet-lineaire analyse. Met name in het kader van de werkgroep Niet-lineaire Analyse wordt hieraan gewerkt in nauwe samenwerking met wiskundigen van buiten het MC.

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijk medewerkers					
1980	1981	1982	1983	1984	1985
3.3	4.0	4.5	5.0	5.0	5.0

6. Wijzigingen

Gezien de sterke samenhang van het onderzoek aan niet-lineaire diffusieproblemen met onderwerpen uit de mathematische biologie, is besloten dit deelproject niet meer bij het project TW 2 (Toegepaste Analyse) onder te brengen, maar het samen te bundelen met deelprojecten op het gebied van de biomathematica.

Daar het niet uitgesloten is dat in de toekomst ook onderzoek verricht zal worden aan vergelijkbare methoden uit de niet-lineaire analyse, waarbij geen directe relatie met biologische problemen bestaat (zie bijvoorbeeld onder TW 3.1), is de naam van het project TW 3 gewijzigd. De deelprojecten "Mathematische modellen" en "Speciaal onderwerp uit de biomathematica" zijn komen te vervallen. Het onder de titel "Mathematische modellen" omschreven werk bleek in feite steeds een onderdeel te zijn van het werk in de huidige deelprojecten. Het onder de titel "Speciaal onderwerp uit de biomathematica" omschreven werk heeft niet tot een meer permanent onderwerp van onderzoek geleid. Dit neemt niet weg dat de mogelijkheid tot het verrichten van research in een nieuwe richting moet blijven bestaan binnen het project TW 3.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 3.1: Niet-lineaire diffusieproblemen
- 2b. Omschrijving deelproject Kwalitatieve analyse van niet-lineaire diffusieproblemen die een biologische en/of fysische achtergrond hebben
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 3: Niet-lineaire analyse en biomathematica
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject

Biologisch getinte problemen:
Onderwerp van onderzoek zijn een aantal niet-lineaire diffusieproblemen. Van deze problemen zijn sommige mathematische modellen van biologische verschijnselen en andere zijn gereduceerde vormen van zulke modellen. Om deze reden, alsook om het niet-lineaire karakter, staan deze problemen in de belangstelling. Het doel is ten eerste na te gaan in hoeverre het model zodanig vereenvoudigd kan worden, dat de bijbehorende vergelijkingen nog juist de gewenste kwalitatieve eigenschappen vertonen (en dus biologisch relevant zijn) en ten tweede het verder analyseren van deze vergelijkingen.

Hierbij dienen zich verschillende onderwerpen aan. Ten eerste de studie van z.g. "lopende golf"-oplossingen. Deze beschrijven in sommige modellen (Hodgkin-Huxley, FitzHugh-Nagumo) de voortplanting van signalen langs uniforme zenuwbanen, terwijl zij ook een rol spelen bij modellen op het gebied van de populatiedynamica (Fisher-vergelijking in de genetica, voortplanting van epidemieën). In eerste instantie richt men zich op de existentie van dergelijke oplossingen, terwijl daarna gekeken wordt naar het kwalitatieve gedrag van de oplossing van het beginwaardeprobleem (convergentie naar een lopende golf, stabiliteit, de karakterisering van aantrekkingsgebieden). Behalve beginwaardeproblemen worden ook gemengde (beginrandwaardeproblemen) bestudeerd.

Een tweede onderwerp is de studie van varianten van bovengenoemde modellen ter beschrijving van signaalgeleiding langs zenuwbanen van variabele diameter. Kenmerkend voor deze modellen is dat sommige coëfficiënten in de vergelijkingen plaatsafhankelijk zijn, waarbij de mate van differentieerbaarheid afhangt van die van de diameter (als functie van de positie langs de zenuwbaan).

Naast onderzoek naar existentie en uniciteit van oplossingen van deze problemen ligt het accent van de studie op de invloed van de diktevariatie op het gedrag van de oplossing (Threshold-verschijnsel, reflectie).

Het derde onderwerp is de studie van stationaire oplossingen. Het gaat hierbij eveneens om existentie, stabiliteit en karakterisering van aantrekkingsgebieden. Ook zal aandacht besteed worden aan parameterafhankelijkheid en met name aan bifurcatie, welke optreedt bij het instabiel worden van een plaatsonafhankelijke stationaire oplossing. Hierbij kunnen nieuwe stabiele niet-uniforme stationaire oplossingen ontstaan. Dit verschijnsel is wel in verband gebracht met het ontstaan van vorm en structuur in biologische systemen (morphogenese).

Eventueel zal ook aandacht aan periodieke oplossingen worden besteed.

In de afgelopen jaren is er een aanzienlijk aantal publicaties op het gebied van de biologisch getinte diffusieproblemen verschenen. De volgende vier publicaties geven een goed overzicht:

G.P. Hastings, Some mathematical problems for neurobiology, Am. Math. Monthly 82 (1975) 881-895,

D.G. Aronson and H.F. Weinberger, Nonlinear diffusion in population genetics, combustion and nerve pulse propagation, in Partial Differential Equations and Related Topics (ed. J.A. Goldstein), Lecture Notes in Math. no. 446, Springer Verlag (1975),

G. Nicolis, Patterns of spatio-temporal organisation in chemical and biochemical kinetics, SIAM-AMS Proceedings 8 (1974), 33-58.

O. Diekmann & N.M. Temme (eds), Nonlinear diffusion problems, MC Syllabus 28, 1976.

Fysisch getinte problemen:

Onderwerp van onderzoek is een niet-lineair diffusieprobleem, dat zijn oorsprong vindt in een model van een elektrische ontlading in een geïoniseerd gas tussen twee elektroden. Een belangrijk kenmerk is dat de vergelijking degenereert in een randpunt. Het onderzoek richt zich op de existentie, eenduidigheid en stabilisering van een oplossing van het beginwaardeprobleem en op de stabiliteit van de evenwichtsooplossing.

De kwalitatieve theorie van parabolische differentiaalvergelijkingen is vergeleken met die van gewone differentiaalvergelijkingen ten aanzien van

niet-lineaire problemen, nog niet ver ontwikkeld. Men mag verwachten dat voortgang vooral geboekt zal worden door bestudering van modelproblemen die een natuurwetenschappelijke achtergrond hebben. De adviseur van de afdeling TW, prof.dr.ir. L.A. Peletier (RUL) is actief werkzaam op dit gebied.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Ir. J.P. Pauwelussen	wet.med.	0.9
	Drs. E.J.M. Veling	wet.med.	0.5
	D. Hilhorst-Goldman	wet.med.	0.5 (NW)
	1	wet.med.	0.3
	1	wet.ass.	0.4

5. Duur deelproject
 Begin: augustus 1975
 Einde: nog niet bekend

6a. Resultaten 1978 Biologisch getinte problemen

Er werd onderzoek gedaan naar het attractiegebied van de stationaire oplossingen $u \equiv 0$ van de vergelijking $u_t = u_{xx} + u(1-u)(u-a)$, $0 < a < \frac{1}{2}$. Deze vergelijking treedt op bij de beschrijving van de verdeling van genen in een populatie in de situatie dat van de drie genotypen aa , aA , AA de heterozygote aA de minste levenskansen heeft. Samenhangend hiermee werd onderzocht welke beginfuncties behoren tot het attractiegebied van de instabiele stationaire oplossing $W(x)$, die gekenmerkt wordt door de volgende eigenschappen:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} W(x) = 0$$

W is monotoon stijgend voor $x < 0$, en monotoon dalend voor $x > 0$ en voor $x = 0$ neemt W de maximale waarde κ aan ($a < \kappa < 1$). Het spectrum van de ge-lineariseerde vergelijking rond $u = W(x)$ werd geanalyseerd; het bevat een positieve eigenwaarde, een eigenwaarde gelijk aan nul, overeenkomend met de translatievariantie en verder een discreet spectrum op $[-a, 0)$ en een continu spectrum op $(-\infty, a]$. De eigenfunctie W behorend bij de grootste (positieve) eigenwaarde heeft de volgende eigenschap

$$w(x) \sim e^{-\sqrt{a-\lambda} \cdot |x|} \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-n\sqrt{a} \cdot |x|}, |x| \rightarrow \infty, (a_0 \equiv 1, 0 < \lambda_0 < a)$$

waarbij de coëfficiënten a recursief bepaald kunnen worden en ook kan worden benaderd. Van de oplossingen die niet behoren tot de attractiegebieden van de stabiele stationaire oplossingen $u \equiv 0$, $u \equiv 1$, bestaat het vermoeden dat deze zich asymptotisch gedragen als $W(x-s(t))$ met $s(t) = C_0 + C_1/t + O(1/t^2)$, $t \rightarrow \infty$. Onder aanname van deze hypothese kan de coëfficiënt C_1 wor-

vergelijking $u_t = u_{xx} + u(1-u)(u-a)$ met begin-, en randwaarden zodanig dat $\lim_{x \rightarrow \infty} \lim_{t \rightarrow \infty} \inf u(x,t) = 1$ en $\lim_{t \rightarrow \infty} u(0,t) = 0$, dat wil zeggen bij interpretatie als een model voor signaalgeleiding langs een zenuw dat de gehele zenuw wordt geactiveerd, terwijl de activatie aan het uiteinde weer afneemt. Het is de bedoeling te bewijzen dat er ook in deze situatie convergentie optreedt naar een lopende golf. Verder zal onderzoek verricht worden aan wiskundige modellen die een beschrijving geven van signaalgeleiding langs een zenuwbaan. Er zal aandacht worden besteed aan het FitzHugh-Nagumo model:

$$\begin{cases} u_t = u_{xx} + f(u) - w \\ w_t = \delta u - \gamma w \end{cases}$$

met name aan onderzoek naar existentie, stabiliteit en aantrekkingsgebieden van lopende-golfoplossingen en studie van heteroclinische oplossingen (d.w.z. het signaal dempt niet uit met toenemende tijd). Voorts beschouwen we varianten van het FN-model ter beschrijving van zenuwbanen met variërende diameter. In het laatste geval richt het onderzoek zich in de eerste plaats op kwalitatief gedrag van de oplossing. In een later stadium zal met name de stabiliteit worden onderzocht.

Fysisch getinte problemen:

Het lopende onderzoek zal verder uitgediept worden en de resultaten zullen verwerkt worden tot een rapport. Ook is het de bedoeling om de resultaten uit te breiden tot het (fysisch relevante) geval dat de plaatscoördinaat over een half-rechte varieert. Dit levert met name bij de analyse van de stabiliteit en de convergentiesnelheid essentieel nieuwe en interessante problemen.

7b. Werkplan na 1980

Biologische problemen:

Voortzetting van het onder 7a genoemde onderzoek aan niet-uniforme zenuwbanen.

Fysische problemen:

Voortzetting van het onderzoek. Met name wordt overwogen om het probleem te gaan analyseren voor het geval dat de plaatscoördinaat varieert in een ruimte van hogere dimensie. Daarnaast zal er naar gestreefd worden om verwante problemen in het onderzoek te betrekken.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 3.2: Niet-lineaire vergelijkingen uit de populatie-dynamica
- 2b. Omschrijving deelproject Kwalitatieve analyse van niet-lineaire vergelijkingen die populatie-dynamische verschijnselen beschrijven.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 3: Niet-lineaire Analyse en Biomathematica
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject De bedoeling is een samenhangend onderzoek van kwalitatieve aspecten van verschillende typen vergelijkingen te verrichten. Het gaat hierbij om vragen als existentie, stabiliteit, asymptotisch gedrag en afhankelijkheid van parameters van oplossingen. Het verbindende element wordt gevormd door het feit dat het uitgangspunt voor de vergelijkingen steeds een deterministisch model van een populatie-dynamisch verschijnsel is.

Van verschijnselen zoals populatiegroei, de verspreiding van besmettelijke ziekten en de verdeling van een populatie in genotypen zijn wiskundige modellen opgesteld. Door deze modellen te analyseren tracht men een beter beeld van de relevantie van bepaalde aspecten te ontwikkelen. De modellen zijn, voorzover zij aanleiding geven tot niet-lineaire vergelijkingen, vooral onderzocht met numerieke methoden.

Voor een goede interpretatie van numerieke resultaten is kwalitatieve analyse onontbeerlijk. Het wetenschappelijk belang is tweevoudig: enerzijds bestaat er van de kant van de biologen een toenemende belangstelling voor wiskundige modellen, anderzijds geven de biologische problemen aanleiding tot vanuit wiskundig oogpunt interessante vergelijkingen. Voor de analyse van deze vergelijkingen moet men het gebaande pad van de lineaire theorie verlaten.

Een goede indruk van het werk dat in de Verenigde Staten op dit gebied gedaan wordt geeft F. Hoppensteadt, *Mathematical Theories of Populations: Demographics, Genetics and Epidemics*, SIAM Regional Conference Series in Applied Mathematics, Volume 20, 1975.

Via de werkgroep Biomathematica bestaat contact met het Instituut voor Theoretische Biologie van de RU Leiden, waar men zich o.a. bezig houdt met de modelvorming van deze verschijnselen.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Dr. O. Diekmann	wet.med.	0.9
	Prof.dr. H.A. Lauwerier	chef	0.1
	1	wet.med.	0.6
	1	wet.ass.	0.4

5. Duur deelproject
 Begin : januari 1975
 Einde : december 1985

6a. Resultaten 1978
 Ook in 1978 is binnen dit deelproject de meeste aandacht gericht geweest op een model voor de ontwikkeling van een epidemie als een functie van zowel de plaats als de tijd. Het model leidt tot een niet-lineaire integraalvergelijking die met betrekking tot de tijdsvariabele van het Volterra type en met betrekking tot de plaatsvariabele van het Fredholm type is.

Er werd bewezen dat de minimale golfsnelheid C_0 , waarvan het bestaan reeds in 1977 was aangetoond, tevens de asymptotische voortplantingssnelheid is. In biologische termen betekent dit dat de ziekte zich met snelheid C_0 verspreidt. Dit resultaat werd vastgelegd in een rapport (TW 176).

Het in het kader van dit deelproject verrichte onderzoek leidde in 1978 tot een proefschrift bestaande uit vier artikelen en een speciaal voor de gelegenheid geschreven inleiding. Tevens werd een overzichtsartikel geschreven dat in 1979 zal verschijnen als rapport van het Istituto per le Applicazioni del Calcolo "Mauro Picone" (Rome).

In 1978 werd een begin gemaakt met de bestudering van een model van de verspreiding van een ziekte die slechts tot tijdelijke immuniteit leidt. Onderwerp van studie waren een karakteristieke (transcendente) vergelijking, de bifurcatie van periodieke oplossingen van integraalvergelijkingen (Hopf-bifurcatie) en de manier waarop men met een Volterra integraalvergelijking een dynamisch systeem kan associëren.

Een ander nieuw onderwerp is de analyse van integro-differentievergelijkingen die een beschrijving geven van de verspreiding van genotypen in een populatie onder invloed van selectie en

migratie. De discrete variabele is dan de generatie en de continue variabele de plaats. Migratie wordt beschreven via een integraaltransformatie met bekend veronderstelde kern. De biologische achtergronden van het model werden bestudeerd en er werden reeds enige resultaten verkregen betreffende het bestaan en de eenduidigheid van niet-triviale evenwichtoplossingen ("clines").

In samenwerking met de theoretisch ecooloog T. Aldenberg (Rijkswaterstaat, Afd. Milieu Onderzoek) werd een model bestudeerd voor de groei van een populatie (van bijvoorbeeld algen) die een interne gewichtsstructuur bezit. Met name gaat het hierbij om een goede beschrijving van dichtheidsafhankelijkheid ten gevolge van beperkte voedselvoorraden. Het model leidt in eerste instantie tot een eerste orde partiële differentiaalvergelijking waarvan de coëfficiënten functionalen van de oplossing zijn. Door middel van een handig gekozen transformatie bleek het mogelijk om het probleem te splitsen in een expliciet oplosbaar probleem voor een lineaire eerste orde partiële differentiaalvergelijking met constante coëfficiënten en een niet-lineaire gewone differentiaalvergelijking (of, in een ander geval, een functionaal-differentiaalvergelijking). Zodoende konden resultaten verkregen worden over stabiliteit van evenwichten en over globaal asymptotisch gedrag. Het is de bedoeling om in 1979 over dit onderzoek een rapport te schrijven.

6b. Publicaties 1978

O. Diekmann, Thresholds and travelling waves for the geographical spread of infection, *J. Math. Biol.* 6 (1978), 109-130 (MC Rapport TW 166, 1977).

O. Diekmann & H.G. Kaper, On the bounded solutions of a nonlinear convolution equation, *Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications* 2 (1978), 721-737 (MC Rapport TW 172, 1977).

O. Diekmann, On a nonlinear integral equation arising in mathematical epidemiology. In: *Differential Equations and Applications*, W. Eckhaus & E.M. de Jager (eds.), North-Holland, Amsterdam (1978), 133-140 (MC Rapport TW 170, 1977).

O. Diekmann, Run for your life. A note on the asymptotic speed of propagation of an epidemic, MC Rapport TW 176, 1978. Te verschijnen in: *Journal of Differential Equations*.

O. Diekmann, Over niet-lineaire
integraalvergelijkingen en mathematische
epidemiologie. Academisch proefschrift,
Universiteit van Amsterdam (1978).

7a. Werkplan 1979-80

In modellen voor de groei van een populatie wordt dikwijls de interne structuur van de populatie (in termen van leeftijd, gewicht, sexe en andere karakteristieken) verwaarloosd teneinde op een gemakkelijk analyseerbare vergelijking uit te komen. Dergelijke modellen zijn heden ten dage redelijk goed onderzocht en begrepen. De tijd is dus rijp om te gaan onderzoeken wat de invloed van de interne structuur op het dynamisch gedrag kan zijn. Op die manier wil men komen tot een betere beschrijving van de realiteit (zie bijvoorbeeld: W. Streifer, Realistic models in population ecology. In: A. MacFadyen (ed.), Advances in ecological research 8 (1974), 199-266, Academic Press, London.)

Wiskundig gezien komt dit neer op het analyseren van eerste orde partiële differentiaalvergelijkingen met randvoorwaarden en coëfficiënten die functionalen van de oplossing kunnen zijn. In speciale gevallen is het mogelijk om dergelijke problemen te vertalen in één of meer integraalvergelijkingen.

Het onderzoek zal zich onder andere richten op een inventarisatie van modellen en op het doorgronden van de biologische betekenis van de diverse aannamen. Hierbij zal nauw worden samengewerkt met de biologen T. Aldenberg en J.A.J. Metz (Instituut voor Theoretische Biologie, RUL). Verder zal een studie gemaakt worden van het verband tussen randwaardeproblemen en integraalvergelijkingen. Daarnaast zal getracht worden om uit de veelheid van problemen prototype problemen te destilleren, die de essentiële kenmerken bezitten en die een wiskundig aantrekkelijke uitdaging vormen. De aandacht zal vooral gericht zijn op existentie en stabiliteit van evenwichten en op het asymptotisch gedrag (voor grote tijd) van oplossingen van beginwaardeproblemen. Bovendien zijn er plannen voor samenwerking met de afdeling Numerieke Wiskunde, waar men overweegt om met numeriek onderzoek van dit soort problemen van start te gaan.

Een tweede belangrijk thema zal zijn de analyse van modellen waarbij zowel de tijd als de plaats als onafhankelijke variabelen voorkomen. Het in 1978 begonnen onderzoek van een epidemie-model met tijdelijke immuniteit zal worden voortgezet. Dit

onderzoek richt zich vooral op de existentie (en mogelijk ook op de stabiliteit) van periodieke oplossingen. De te volgen aanpak valt onder de noemer "Hopf bifurcatie". Dit laatste betekent dat een essentieel onderdeel gevormd wordt door een analyse van de baan die wortels van een karakteristieke (transcendente) vergelijking volgen in het complexe vlak, indien een parameter in de vergelijking varieert. Het onderzoek van de karakteristieke vergelijking zal worden uitgevoerd met zowel functietheoretische als ook numerieke middelen.

Ook het in 1978 gestarte onderzoek van integro-differentievergelijkingen uit de populatiegenetica zal worden voortgezet. Er zal worden gewerkt aan het vinden van hanteerbare criteria voor de existentie, eenduidigheid en stabiliteit van evenwichten en voor stabilisering van oplossingen van het begin-waardeprobleem.

7b. Werkplan na 1980

Er zullen modellen bestudeerd en ontwikkeld worden van populatie-dynamische verschijnselen die beïnvloed worden door de structuur van de populatie (bijvoorbeeld in termen van leeftijd, gewicht en plaats).

Met behulp van de technieken van de niet-lineaire analyse zullen de vergelijkingen, die met deze modellen corresponderen, kwalitatief onderzocht worden.

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 3.3: Biologische oscillatoren
- 2b. Omschrijving deelproject Mathematische beschrijving van periodieke biologische processen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 3: Niet-lineaire Analyse en Biomathematica
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Door toepassing van singuliere storingsmethoden werd kwantitatieve informatie verkregen over de beïnvloeding van de periode van een oscillator door een andere daaraan gekoppelde oscillator. Hierbij werd uitgegaan van oscillatoren die door concrete differentiaalvergelijkingen beschreven werden.

Het doel van dit onderzoek is het synchronisatieproces in grote stelsels oscillatoren met behulp van de computer te simuleren, waarbij gebruik gemaakt wordt van de beïnvloedingsfunctie van één oscillator op een andere oscillator. Men kan zich voorstellen dat de oscillatoren elkaar allemaal direct beïnvloeden of alleen hun naaste buren. In het laatste geval kunnen allerlei geometriën uitgetest worden, zoals een verzameling oscillatoren op een ring. De overeenkomst met waargenomen verschijnselen in biologische systemen, zoals het maag-darm kanaal (voortlopende contracties) en het hart (fibrillatie), is veelbelovend en kan bijdragen tot nieuwe inzichten in het functioneren van deze biologische systemen. Het onderzoek wordt in samenwerking met de Vrije Universiteit (M.J.W. Jansen, Wiskundig Seminarium) verricht.

4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-------------------|----------|-----------------|
| Dr.ir. J. Grasman | wet.med. | 0.1 |
5. Duur deelproject
- Begin : januari 1973
- Einde (gepland): december 1981
- 6a. Resultaten 1978
- Het onderzoek aan grote stelsels relaxatie-oscillatoren, als prototypen van biologische systemen, dat in samenwerking met M.J.W. Jansen (VU) verricht wordt, werd afgerond. In de afsluitingsfase werd in het bijzonder aandacht besteed aan de biologische aspecten van het onderwerp en

werd de analogie tussen verschijnselen in biologische systemen en het gedrag van de oplossing van het mathematisch model verder uitgediept.

6b. Publicaties 1978

J. Grasman & M.J.W. Jansen, Mutually synchronized relaxation oscillations as prototypes of oscillating systems in biology, Math. Centrum Report TW 178, te verschijnen in J. Math. Biology.

M.J.W. Jansen, Synchronization of weakly coupled relaxation oscillators, Math. Centrum Report TW 180.

7a. Werkplan 1979-80

Nagegaan zal worden of de relaxatie oscillator tevens als model voor een neurale oscillator kan dienen, waarbij het mechanisme van short- en longterm memory in het mathematisch model wordt opgenomen. In concreto wordt gedacht aan een koppelingsmechanisme tussen oscillatoren, waarbij synchronisatie de koppeling versterkt. Verder wordt nagegaan of de gebruikte asymptotische technieken ook van toepassing zijn op de Volterra-Grause-Witt vergelijking uit de populatiedynamica. In samenwerking met de afdeling Numerieke Wiskunde (D. Hilhorst en J.G. Verwer, zie NW) zal eerst een numerieke oplossing van dit probleem geconstrueerd worden voor diverse waarden van de coëfficiënten.

7b. Werkplan na 1980

Onderzocht zal worden het verband met niet-lineaire diffusieproblemen, die aanleiding geven tot periodieke structuren in ruimte en tijd.

Werkzaamheden voor derden.

Consultaties, opdrachten en cursussen (0.5 manjaar in 1979).

Ook voor de toekomst verwacht men consulten en kortlopende opdrachten van laboratoria en instituten, i.h.b. van FOM. Incidenteel zullen medewerkers worden ingezet bij opdrachten die door de afdeling Opdrachten en Onderwijs worden uitgevoerd.

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers.

1980	1981	1982	1983	1984	1985
1	1	1	1	1	1

AFGESLOTEN PROJECT

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 3.1: Mathematische modellen (WP 79/MP 80-84)
- 2b. Omschrijving deelproject Zoeken van relevante toepassingen van het lopend wiskundig onderzoek en het bijsturen hiervan met het oog op deze biologische toepassingen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 3: Biomathematica (WP 79/MP 80-84)
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject

Op zekere gebieden van de toegepaste wiskunde zoals de asymptotiek en de niet-lineaire analyse bestaat een parate kennis die direct aangewend kan worden bij diverse problemen met een biologische achtergrond. Hierbij wordt vooral gedacht aan niet-lineaire diffusieproblemen en niet-lineaire integraalvergelijkingen.

In het algemeen hebben biologen slechts beperkte kennis van moderne wiskundige technieken voor het analyseren van de mathematische modellen van hun problemen. Gevolg is dat dan onnodige vereenvoudiging in dergelijke modellen aangebracht worden, zoals bijvoorbeeld linearisatie, waarbij het gevaar bestaat dat hiermee de essentie van het model aangetast wordt.

Op het gebied van de niet-lineaire diffusieproblemen is, gezien de huidige belangstelling van wiskundigen en biologen, bovengenoemd gevaar niet meer aanwezig. In het kader van dit project zal men zich op de hoogte houden van het lopende onderzoek in de biologie en de biochemie. De aandacht richt zich nu op de toepassingen van integraalvergelijkingen in de epidemiologie en aanverwante gebieden van onderzoek.
4. Samenstelling groep Opgeheven in 1978
5. Duur deelproject Begin : september 1975.
Einde : december 1978
- 6a. Resultaten 1978 Belangrijkste taak in het kader van dit project was het bij elkaar brengen van biologen en wiskundigen in de werkgroep "Biomathematica". Aandacht werd besteed aan problemen uit de populatie-

dynamica (genetica, epidemiologie en ecologie) en
aan biomedische problemen (modellen voor de wer-
king van organen).

AFGESLOTEN PROJECT

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 3.4: Speciaal onderwerp uit de biomathematica
- 2b. Omschrijving
deelproject Onderzoek van een biologisch probleem in al zijn facetten
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek en consultatie
- 2d. Onderdeel van
project TW 3: Biomathematica (WP 79/MP 80-84)
3. Probleemstelling
en wetenschappe-
lijk belang
deelproject Een dergelijk onderzoek dient om op de hoogte te raken van de biologische aanpak van problemen waarin de wiskunde een rol speelt. Deze wiskunde hoeft niet noodzakelijkerwijs aan te sluiten bij het werk dat reeds op de afdeling TW gedaan wordt.

Het is van belang dat de toegepast wiskundige een open oog heeft voor de wiskundige wensen van de bioloog. Door samenwerking bij een concreet biologisch probleem wordt een situatie geschapen, waarin een duidelijk beeld van deze wiskundige behoeften ontstaat.

Er bestaan contacten met het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne over het probleem van de verspreiding van botulisme.

4. Samenstelling
groep Opgeheven in 1978.
5. Duur deelproject Begin : januari 1976
Einde : december 1978
- 6a. Resultaten 1978 Op dit gebied zijn geen werkzaamheden verricht. Het deelproject wordt opgeheven omdat het niet tot een permanent onderwerp van onderzoek heeft geleid. Incidentele problemen zullen voortaan binnen het kader van TW 3 worden uitgevoerd.
- 6b. Publicaties 1978 Geen

AFGESLOTEN PROJECT

1. Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
- 2a. Titel deelproject TW 4.3: Ritz-Galerkinmethoden (WP 79/MP 80-84)
- 2b. Omschrijving deelproject Variatiemethoden voor het numeriek oplossen van partiële differentiaalvergelijkingen
- 2c. Aard deelproject Programmatuur en wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project TW 4: Programmatuur (WP 79/MP 80-84)
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Verdeling in blokken van de matrixvergelijking, die uit de differentiaalvergelijking wordt afgeleid. Door toepassing van de blokverdeling zal naast de besparing van rekentijd en geheugenruimte een schatting van de fout in de iteratieve oplossingsmethode gegeven kunnen worden.
4. Samenstelling groep Opgeheven in 1978
5. Duur deelproject Begin : juli 1973
Einde : juli 1978
- 6a. Resultaten 1978 Een ALGOL-procedure is aangeboden voor opname in de programmatheek NUMAL.
- 6b. Publicaties 1978 Geen

De afdeling Mathematische Statistiek stelt zich tot doel wetenschappelijk onderzoek te verrichten op het terrein van de mathematische statistiek en waarschijnlijkheidsrekening en een verantwoorde toepassing van deze onderdelen van de wiskunde te bevorderen door statistische consulten te verlenen, programmatuur te ontwikkelen en educatieve werkzaamheden (zoals colloquia en werkweken) te organiseren.

Het onderzoek van de afdeling vindt plaats in het kader van een drietal projecten of werkgroepen. De werkgroep "Asymptotische en verdelingsvrije methoden", welke wordt bijgestaan door twee afdelingsadviseurs, houdt zich bezig met de asymptotische analyse van verdelingsvrije en/of robuuste statistische procedures. In 1977 is een begin gemaakt met de vorming van een werkgroep "Waarschijnlijkheidsrekening". Voor de periode tot 1985 is voorzien in de verdere uitbouw tot een beperkte groep kansrekenaars. In 1978 werd voor het project "Waarschijnlijkheidsrekening" een adviseur aan de afdeling verbonden. De werkgroep "Toegepaste Statistiek" is sinds enige jaren vooral actief op het terrein van de multivariate technieken. Het onderzoek in deze werkgroep wordt in belangrijke mate geïnspireerd door problemen die bij de statistische consultatie optreden.

De overige werkzaamheden van de afdeling MS, ontwikkeling van programmatuur, de educatieve werkzaamheden en de statistische consultatie vormen, sinds jaren, een vast gegeven bij het werk op de afdeling.

Overzicht onderzoeksonderwerpen en aantal wetenschappelijke medewerkers:

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
MS1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden	1.9	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0
MS2: Waarschijnlijkheidsrekening	1.25	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0
MS3: Toegepaste statistiek	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0
MS4: Programmatuur	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Dienstverlening, educatieve werkzaamheden	2.75	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

*) 0.5 manjaar minder dan gepland voor 1980 in WP 79/MP 80-84, maar in overeenstemming met het verwachte aantal w.m. per 1 april 1978.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel project MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MS 1.1: Order statistics
MS 1.2: Kansen op grote afwijkingen
MS 1.3: Stochastische censurering
MS 1.4: Edgeworth-ontwikkelingen voor functies van uniforme spacings
MS 1.5: Adaptieve schattingsmethoden
MS 1.6: Asymptotische ontwikkelingen voor het onderscheidingsvermogen van rangtoetsen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- In de mathematische statistiek is men dikwijls genoodzaakt een beroep te doen op asymptotische methoden, aangezien een exacte behandeling van de gestelde problemen onuitvoerbaar is. In de verdelingsvrije en/of robuuste statistiek vindt men bij uitstek voorbeelden van deze situatie. "Practical problems are finite; tractable problems are infinite" (R. Pyke in "Asymptotic Results for rank statistics", in Nonparametric Techniques in Statistical Inference, editor M.L. Puri (1970)). Bij veel problemen is de aandacht geconcentreerd op (eerste orde) limietstellingen (asymptotische normaliteit) voor de talrijke toetsingsgrootheden en schatters die in de statistiek van belang zijn. Een voorbeeld van dit type onderzoek is het deelproject MS 1.3. Het gaat hier o.a. om het bewijzen van asymptotische normaliteit, en de bepaling van hiermee verwante eerste orde (Pitman) locale efficiency resultaten van toetsingsgrootheden voor het verdelingsvrije twee-steekproeven probleem welke bruikbaar zijn in situaties waarin men beschikt over "gecensureerde" gegevens. Verder spelen bij het deelproject MS 1.3 wiskundige hulpmiddelen als martingaaltheorie en de theorie der stochastische integralen (zie ook MS 2.2) een belangrijke rol. De in dit deelproject onderzochte problemen zijn ook voor de statistische toepassingen van betekenis. Daarnaast hebben, met name de laatste jaren, twee typen van asymptotisch onderzoek in de statistiek een belangrijke rol gespeeld:
1. Het bepalen van Edgeworth-ontwikkelingen voor (bijvoorbeeld) het onderscheidingsvermogen van toetsen onder nulhypothese en naburige (contiguous) alternatieven. Hiermee kan het hogere

orde locale efficiency gedrag van procedures die in eerste orde even goed zijn vergeleken worden. De deelprojecten MS 1.1, MS 1.4 en MS 1.6 zijn voorbeelden van dit type onderzoek. Ook het onderzoek van deelproject MS 1.5 valt in deze categorie: Hogere orde efficiency eigenschappen van, in eerste orde efficiente, adaptieve schattingsmethoden worden onderzocht.

2. Het berekenen van kansen op grote afwijkingen - en daarmee samenhangend - het berekenen van Bahadur efficiencies en deficiencies van statistische procedures. Het gaat hierbij (bijvoorbeeld) om de eerste en tweede orde van de snelheid waarmee de kans op de fout van de eerste soort naar nul gaat (als de steekproefomvang onbeperkt toeneemt), indien men bij een vast (niet-locaal) alternatief het onderscheidingsvermogen constant houdt. Op deze wijze kan het niet-locale efficiency gedrag van statistische procedures onderzocht worden.

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
wetensch.medew.	1.9	2.0	2.5	3.0	3.0	3.0
sous-chef	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
2 adviseurs p.m.						

5. Duur project

In vergelijking met het WP 78/MP 79-84 is een nieuw deelproject MS 1.6 toegevoegd. Het deelproject MS 1.4 zal (met een iets gewijzigde titel) in de loop van 1979 worden afgerond, maar is terwille van de verslaggeving opgenomen.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 1.1: Order statistics
- 2b. Omschrijving
 deelproject Edgeworth-ontwikkelingen voor lineaire combinaties
 van order statistics
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Edgeworth-ontwikkelingen voor lineaire combinaties
 van order statistics worden bepaald. Deze ontwik-
 kelingen worden vervolgens gebruikt om hogere orde
 efficiency vergelijkingen te maken tussen schat-
 ters gebaseerd op lineaire combinaties van order
 statistics enerzijds en Hodges-Lehmann schatters
 gebaseerd op rangtoetsen en Huber's-M-schatters
4. Samenstelling
 groep. Naam of aantal functie manjaar in 1980
 dr. R. Helmers sous-chef 0.5
5. Duur deelproject Begin: 1974
 Einde: niet te voorzien
- 6a. Resultaten 1978 De in vorige jaren verkregen resultaten van het
 onderzoek werden nog enigszins uitgebreid en ver-
 volgens vastgelegd in een dissertatie. Onder meer
 werd in 1978 een Berry-Esseen stelling voor gestu-
 dentiseerde lineaire combinaties van order sta-
 tistics bewezen. Tevens werd een klein numeriek
 onderzoek verricht naar de nauwkeurigheid van de
 verkregen ontwikkelingen voor kleine en mid-
 delgrote steekproeven. Tenslotte werd onderzoek
 gedaan naar verwante problemen bij U-statistics en
 rangtoetsen voor onafhankelijkheid.
- 6b. Publicaties 1978 R. Helmers, "Edgeworth expansions for linear
 combinations of order statistics with smooth
 weightfunctions", MC Rapport SW 44 (revised
 edition).
 R. Helmers, "Edgeworth expansions for linear
 combinations of order statistics", Academisch
 proefschrift, RU Leiden.
- 7a. Werkplan 1979-80 Het onderzoek naar asymptotische ontwikkelingen en
 tweede-orde locale efficiency vergelijkingen zal
 worden voortgezet. Hierbij wordt o.m. gedacht aan
 generalisatie van de in de hoofdstukken 5 en 6 van

de onder 6b genoemde dissertatie verkregen resultaten. Ook zal getracht worden asymptotische ontwikkelingen voor gestudentiseerde lineaire combinaties van order statistics (zie WP 79/MP 80-84) af te leiden.

7b. Werkplan na 1980 Bovengenoemde projecten zullen voor zover nodig worden afgerond. Het is niet onwaarschijnlijk dat in of na 1980 de accenten zullen verschuiven.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 1.2: Kansen op grote afwijkingen
- 2b. Omschrijving
 deelproject Studie van kansen op grote afwijkingen met toepassingen op efficiency problemen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
3. Probleemstelling
 en wetenschappelijk belang
 deelproject Het onderzoek is er op gericht om het asymptotische gedrag van kansen op grote afwijkingen te bepalen. Kennis over dit asymptotische gedrag maakt het mogelijk om bepaalde asymptotische efficiencies (zoals Bahadur-efficiencies) van statistische toetsen te berekenen.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 drs. P. Groeneboom w.m. 0.5
 Samengewerkt wordt met:
 prof.dr. J. Oosterhoff (adviseur).
5. Duur deelproject Begin: 1975
 Einde: niet te voorzien
- 6a. Resultaten 1978 De Bahadur efficiencies en deficiencies van een aantal bekende toetsen voor de multivariate lineaire hypothese onder normaliteit werden bepaald. Tevens werden de asymptotische deficiencies van deze toetsen bepaald voor rijen alternatieven die naar de nulhypothese convergeren. Deze resultaten zullen in een dissertatie worden opgenomen.
- 6b. Publicaties 1978 P. Groeneboom, J. Oosterhoff, F.H. Ruymgaart,
 "Large deviations theorems for empirical probability measures", second edition, MC Rapport SW 49/78.
- 7a. Werkplan 1979-80 Het onderzoek naar de relatie tussen locale- en niet-locale efficiency begrippen zal worden voortgezet. Hierbij wordt vooral gedacht aan efficiencies van toetsen voor multivariate hypothesen. Voor dit soort hypothesen bestaan meestal geen uniform beste toetsen, maar wel kan men door middel van asymptotische efficiencies een indruk krijgen van het type alternatieven voor welke deze toetsen een goed onderscheidingsvermogen hebben.
- 7b. Werkplan na 1980 Het onder 7a beschreven onderzoek zal worden voortgezet.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 1.3: Stochastische censurering
- 2b. Omschrijving Asymptotische analyse van problemen bij niet parametrische methoden voor stochastische censurering
 deelproject
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
 project
3. Probleemstelling Uit het wetenschappelijk programma 1979:
 en wetenschappelijk De term "censurering" kan het beste met een voorbeeld uitgelegd worden:
 belang Als men de levensduren van proefdieren wil meten, kan het voorkomen dat een waarneming niet verricht kan worden wegens verlies van het dier door een buiten het onderzoek liggende oorzaak, of omdat een analyse plaats moet vinden voordat ieder dier gestorven is. Dit verschijnsel heet "censurering" en kan in vele andere situaties optreden. Er zijn technieken bedacht om in deze situatie statistische analyses te doen, die nog niet op bevredigende wijze vergeleken zijn. Censurering heeft op het ogenblik vrij veel belangstelling en is een vaak terugkerend probleem in de toegepaste statistiek. Belangrijke recente publicaties op dit gebied zijn:
 deelproject N. Breslow & J. Crowley, "A large sample study of the life table and product limit estimates under random censorship", *Annals of Statistics* Volume 2 (1974), p. 437-453.
 D.R. Cox, "Regression models and life tables", *J. Roy. Stat. Stoc. B*, 34 (1972), p.187-220.
 R.A. Johnson & K.G. Mehrotha, "Locally most powerful rank tests for the two-sample problem with censored data", *Ann. Math. Stat.* 43 (1972), p.823-831.
 B. Efron, "The two sample problem with censored data", *Proc. 5th Berk. Symp.* 4 (1967), p.89-99.
 Het werk van O.O. Aalen (Nonparametric inference for a family of counting processes, *Annals of Statistics* (1978)) biedt een raamwerk waarin verschillende toetsingsgrootheden en verschillende typen censurering behandeld kunnen worden. Dit is in de literatuur tot nu toe nog niet gedaan. Er wordt contact onderhouden met O.O. Aalen (Universiteit van Tromsø, Noorwegen).

- | 4. Samenstelling groep | Naam of aantal | Functie | Manjaar 1979 |
|------------------------|----------------|---------|--------------|
| | R.D. Gill M.A. | w.m. | 0.4 |
5. Duur deelproject
Begin: najaar 1976
Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978
Twee rapporten zijn tot stand gekomen (zie 6b): één over schatting van verdelingsfuncties bij "testing with replacement", een proefopzet die vaak in de industrie toegepast wordt, zonder dat nagegaan werd of standaardtechnieken ook hier geldig blijven. In het tweede rapport wordt het schatten van verdelingsfuncties bekeken in het geval van het gecensureerd waarnemen van een semi-Markov proces. Dit model is o.m. bruikbaar bij het bestuderen van het verloop van een ziekte door verschillende stadia (zie S.W. Lagakos, C.J. Sommer en M. Zelen "Semi-Markov models for partially censored data", Biometrika (1978) 65, p.311-317). De theorie van de telprocessen en stochastische integralen bleek een bruikbaar hulpmodel bij het analyseren van bovengenoemde problemen. Verder zijn een aantal nieuwe twee-steekproeven toetsen voor gecensureerde steekproeven ontwikkeld m.b.v. dezelfde theorie. Er is een begin gemaakt met het schrijven van een dissertatie, waarin genoemde resultaten, alsook die verkregen in 1977, aan de orde zullen komen.
- 6b. Publicaties 1978
R.D. Gill, "Testing with replacement and the product limit estimator", SW 57/78,
R.D. Gill, "Nonparametric estimation based on censored observations of a Markov renewal process", SW 64/78.
- 7a. Werkplan 1979-80
Schrijven van een dissertatie en hopelijk publicatie als artikelen van delen daarvan. Eventueel bestudering van nieuwe problemen op dit gebied.
- 7b. Werkplan na 1980
Voortzetting van onderzoek

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 1.4: Edgeworth-ontwikkelingen voor functies van uniforme spacings
- 2b. Omschrijving deelproject Edgeworth-ontwikkelingen voor functies van uniforme spacings
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Er wordt studie gemaakt van het probleem asymptotische ontwikkelingen te bepalen voor de verdelingsfuncties van functies van uniforme spacings. Onderzoek in deze richting wordt verricht n.a.v. een vraag van R. Pyke naar de convergentiesnelheid naar de normale limietverdeling van dit type stochastische grootheden.
Literatuur:
R. Pyke, "Spacings revisited", Proc. 6th Berkeley Symposium, Math. Stat. & Prob. (1972).
- | | | | |
|------------------------|--------------------|-----------|-----------------|
| 4. Samenstelling groep | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
| | Drs. R.J.M.M. Does | w.m. | - |
| | Dr. R. Helmers | sous-chef | - |
- Samengewerkt wordt met prof.dr. W.R. van Zwet (adviseur).
5. Duur deelproject Begin: najaar 1977
Einde: 1979
- 6a. Resultaten 1978 Asymptotische ontwikkelingen werden verkregen voor verdelingsfunctie en de dichtheid van genoemde sommen van functies van uniforme spacings. Uit een klein Monte-Carlo onderzoek (voor het speciale geval van de toetsingsgrootheid van Greenwood: som van kwadraten van uniforme spacings) bleek dat met behulp van de verkregen asymptotische ontwikkeling een zeer goede benadering voor de exacte verdeling verkregen wordt voor steekproefomvangen groter dan 100. De klassieke normale benadering blijkt pas bruikbaar voor steekproefomvangen groter dan 1000 (!).
- 6b. Publicaties 1978 geen
- 7a. Werkplan 1979-80 Het onderzoek naar de voorwaarden waaronder een asymptotische ontwikkeling voor functies van uniforme spacings kan worden afgeleid zal worden

voortgezet. Het is de bedoeling het onderzoek in de loop van 1979 af te sluiten met een publicatie.

7b. Werkplan na 1980 Niet van toepassing.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 1.5: Adaptieve schattingsmethoden
- 2b. Omschrijving
 deelproject Studie van het gedrag van adaptieve schatters
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject De laatste jaren zijn er asymptotisch efficiënte
schatters van de plaatsparameter van een onbekende
symmetrische verdeling geconstrueerd, die zich aan
de onderliggende verdeling aanpassen. Deze schat-
ters worden adaptieve schatters genoemd. Zie R.
Beran, "An efficient and robust adaptive estimator
of location", The Annals of Statistics volume 6
(1978) 292-313. Het onderzoek is er op gericht
grenzen te geven voor de convergentiesnelheid uni-
form over zekere verzamelingen van symmetrische
verdelingen van (adaptieve) schatters van de
plaatsparameter naar hun limietverdeling. Ook voor
het twee steekproeven en het lineaire regressie
probleem zijn adaptieve schatters geconstrueerd.
Voor deze schatters wordt eveneens onderzocht wat
het best bereikbare asymptotische gedrag is.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 C.A.J. Klaassen w.m. 0.5
5. Duur deelproject Begin: 1978 (eerder aangevangen RU Leiden)
 Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Voor de verzameling van symmetrische verdelingen
met eindige Fisher informatie werd bewezen dat de
convergentie van adaptieve schatters naar hun li-
mietverdeling niet uniform kan zijn. Dit resultaat
werd nog verscherpt en eveneens werden enkele on-
gelijkheden voor de verdelingsfuncties en af-
geknotte varianties van locatieschatters verkre-
gen.
- 6b. Publicaties 1978 C.A.J. Klaassen, "Nonuniformity of the convergence
of location estimators", MC-rapport SW 60/78.
- 7a. Werkplan 1979-80 De onder 6a genoemde ongelijkheden zullen, zo mo-
gelijk worden verscherpt en in een rapport worden
vastgelegd. De bestudering van de samenhang tussen
zekere verzamelingen van symmetrische verdelingen

en het best mogelijke uniforme limietgedrag van schatters over deze verzamelingen zal worden voortgezet. Tenslotte zal een aanvang worden gemaakt met het onder punt 7b van paragraaf MS 1.5 van het meerjarenplan 1980-1984 vermelde onderzoek.

7b. Werkplan na 1980

Het onder 7a beschreven onderzoek zal worden voortgezet en mogelijk worden uitgebreid.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 1.6: Asymptotische ontwikkelingen voor het onderscheidingsvermogen van rangtoetsen.
- 2b. Omschrijving deelproject Asymptotische ontwikkelingen voor het onderscheidingsvermogen van verdelingsvrije toetsen in het regressieprobleem.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MS 1: Asymptotische en verdelingsvrije methoden
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Asymptotische ontwikkelingen voor het onderscheidingsvermogen van verdelingsvrije toetsen in het één- en twee-steekproeven probleem worden gegeven in de volgende publicaties:
W. Albers, P.J. Bickel & W.R. van Zwet, "Asymptotic expansions for the power of distribution free tests in the one-sample problem", Ann. Statist. 4 (1976) p.108-156.
P.J. Bickel & W.R. van Zwet, "Asymptotic expansions for the power of distribution free tests in the two-sample problem", Ann. Statist. 6 (1978) p.937-1004.
Aansluitend op bovengenoemd onderzoek wordt het probleem bestudeerd asymptotische ontwikkelingen te bepalen voor de algemene lineaire rangtoetsingsgrootheden voor het regressieprobleem.
4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
Drs. J.M.M. Does w.m. 0.5
Samengewerkt wordt met prof.dr. W.R. van Zwet (adviseur).
5. Duur deelproject Begin: 1979
Einde: Nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 Geen
- 7a. Werkplan 1979-80 In 1979 zal begonnen worden met het bestuderen van de literatuur zoals genoemd in punt 3. Tevens zal een aanvang gemaakt worden met het bepalen van de asymptotische ontwikkelingen voor de algemene lineaire rangtoetsingsgrootheden.
- 7b. Werkplan na 1980 Het onder 7a beschreven onderzoek zal worden voortgezet en mogelijk worden uitgebreid.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)

- 2a. Titel project MS 2: Waarschijnlijkheidsrekening

- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek

- 2d. Deelprojecten MS 2.1: Het stochastische realisatieprobleem
 MS 2.2: Stochastische integralen
 MS 2.3: Nieuwe onderwerpen uit de waarschijnlijkheidsrekening

3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project Naast het belang voor de waarschijnlijkheidsrekening zelf, heeft de beoefening van de waarschijnlijkheidsrekening ook een ondersteunende functie voor het onderzoek in de mathematische statistiek en de systeemtheorie. Tevens heeft de waarschijnlijkheidsrekening toepassingen in de consultatie.

4. Samenstelling groep Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:
 1980 1981 1982 1983 1984 1985
 1.25 1.5 2.0 2.0 2.0 2.0

6. Wijzigingen In vergelijking met het WP 79/MP 80-84 is het deelproject MS 2.1 Stochastische problemen uit de systeemtheorie, verder gekoncretiseerd tot het stochastische realisatieprobleem en is de titel hierbij aangepast. Het is thans een gemeenschappelijk deelproject van de afdelingen Mathematische Statistiek en Mathematische Besliskunde. Bovendien is een nieuw, inhoudelijk nog niet bepaald, deelproject MS 2.3 toegevoegd t.b.v. een in 1979 aan te stellen medewerker.

- 6a. Resultaten 1978 Het oriënterende onderzoek heeft bestaan uit de bestudering van de literatuur, alsmede de formulering van een aantal deelproblemen. Deze deelproblemen betreffen de voorwaardelijke onafhankelijkheidsrelatie voor σ -algebra's, en het stochastische realisatie probleem. Een voorlopige definitie van een stochastisch dynamisch systeem is reeds opgesteld.
- 6b. Publicaties 1978 J.H. van Schuppen, "Stochastic Filtering Theory, A Discussion of Concepts, Methods, and Results", MC Rapport BW 96.
- 7a. Werkplan 1979-80 Aandacht zal worden besteed aan de volgende problemen:
1. Het construeren van minimaal splitsende σ -algebra's voor voorwaardelijk onafhankelijke σ -algebra's.
 2. Het construeren van toestandruimte-representaties voor stochastische dynamische systemen.
 3. De representatie van Markov-processen als oplossingen van stochastische differentiaal-vergelijkingen.
 4. De omkeerbaarheid in de tijd van stochastisch dynamische systeemrepresentaties.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek

- 1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 2.2: Stochastische integralen
- 2b. Omschrijving
 deelproject Onderzoek van de theorie der stochastische in-
 tegralen en haar toepassingen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MS 2: Waarschijnlijkheidsrekening
- 3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Onderzoek van de moderne theorie der stochastische
 integralen, zoals die vooral door de Franse scho-
 len van o.a. Meijer enerzijds en Métivier ander-
 zijds wordt gegeven, en haar toepassingen. In Ne-
 derland werd tot kort geleden nauwelijks of geen
 onderzoek verricht op dit gebied. Aangezien echter
 wel voldoende belangstelling hiervoor aanwezig
 was, werd besloten dit onderzoek te gaan ver-
 richten in het kader van een landelijke werkgroep.
 Deze werd in 1977 opgericht. Als toepas-
 singsgebieden kunnen o.a. worden genoemd de
 systeemtheorie, de verkeerswiskunde en de mathema-
 tische statistiek (b.v. onderzoek naar het asymp-
 totische gedrag van bepaalde toetsingsgrootheden)
- 4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 R.D. Gill M.A. w.m. 0.05
 Drs C. van Putten w.m. 0.2
- 5. Duur deelproject Begin: 1977
 Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Bestudeerd werden
 A.U. Kussmaul,
 "Stochastic integration and generalized
 martingales",
 Pitman Publishing, London, 1977,
 M. Métivier,
 "Reelle und Vektorwertige Quasimartingale und die
 Theorie der Stochastischen Integration", Lecture
 Notes in Mathematics 607, Springer-Verlag, Berlin,
 1977,
 P.A. Meijer,
 "Un cours sur les intégrales stochastiques",
 Séminaire de Probabilités X, 245-400, Lecture
 Notes in Mathematics 511, Springer-Verlag, Berlin,
 1976.

Een overzicht van het onderzoeksgebied werd door

Ir. J.H. van Schuppen Ph.D. gegeven in een voordracht als titel "Een overzicht van de theorie van stochastische integralen". Voorts werden voordrachten gehouden over twee toepassingen, één door Ir. M.F.A.M. van Maarseveen (TH Twente), "Het modelleren en schatten van verkeersstromen - een toepassing van de theorie der martingalen", en één door R.D. Gill M.A., "Een statistische toepassing van stochastische integralen bij het schatten van levensduurverdelingen".

- 6b. Publicaties 1978 Geen
- 7a. Werkplan 1979-80 Voortzetting van onderzoek.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van onderzoek, eventueel met meer nadruk op toepassingen.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel project MS 3: Toegepaste Statistiek
- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MS 3.1: Onderwerpen uit de multivariate analyse
MS 3.2: Toetsingstheorie bij discrete verdelingen
MS 3.3: Onderzoek n.a.v. consultatie
MS 3.4: Analyse van gemengd nominale, ordinale en metrische gegevens
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- Het project "Toegepaste Statistiek" richt zich vooral op het bestuderen en ontwikkelen van "toepasbare" statistische technieken. Voorts is dit onderzoek geïnspireerd vanuit de statistische consultatie. Het deelproject MS 3.1 betreft onderzoek naar factoranalyse en regressieanalyse (bv.: "missing values" technieken). Deelproject MS 3.2 heeft tot doel exacte toetsen te ontwikkelen voor een aantal hypothesen betreffende de parameters van bepaalde discrete verdelingen. Het deelproject MS 3.3 houdt zich bezig met onderzoek naar methoden voor het schatten van variantiecomponenten in lineaire modellen en met het Potthoff-Roy model voor analyse van groeicurven. Een nieuw deelproject MS 3.4 heeft betrekking op de analyse van gemengd nominale, ordinale en metrische gegevens. MS 3.3 en 3.4 zijn vooral gericht op praktische toepassingen, MS 3.1 is meer theoretisch gericht.
4. Samenstelling groep
- Overzicht van aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:
- | | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| MS 3.1: | 0.2 | | | | | |
| MS 3.2: | 0.3 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| MS 3.3: | 0.3 | | | | | |
| MS 3.4: | 0.4 | | | | | |
6. Wijzigingen
- Het deelproject MS 3.4: "Analyse van gemengd nominale ordinale en metrische gegevens" is in vergelijking met WP 79/MP 80-84 toegevoegd.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 3.1: Onderwerpen uit de multivariate analyse
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek naar problemen bij factoranalyse, regressieanalyse en multivariate verdelingstheorie
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MS 3: Toegepaste Statistiek
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Onderzoek naar multivariate technieken i.h.b. factoranalyse en regressieanalyse. De bedoeling is te komen tot een meer verantwoorde toepassing van deze technieken.
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-----------------|---------|-----------------|
| R.D. Gill, M.A. | w.m. | 0.1 |
| P. Groeneboom | w.m. | 0.1 |
5. Duur deelproject Begin: 1978
Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Wegens grote belangstelling is in het verslagjaar een herdruk van rapport SN 7/77 over factoranalysetechnieken verschenen. In deze herdruk zijn een aantal verbeteringen aangebracht. Een artikel over onbepaaldheidsproblemen bij factoranalyse kwam gereed.
Er is onderzoek verricht naar technieken om het probleem van ontbrekende waarnemingen op te lossen. In Rapport SW 61/78 wordt een speciaal regressiemodel ontworpen, dat t.b.v. deelproject MS 6.1 werd behandeld. Hierbij werd een nieuwe iteratieve techniek ontwikkeld om parameters van een multivariate verdeling te schatten voor het geval van ten dele ontbrekende waarnemingen. De voorgestelde schattingsmethode blijkt gunstige eigenschappen te bezitten. In Rapport SW 65 (te verschijnen in 1979) worden een aantal in de literatuur voorgestelde technieken voor regressieanalyse met ontbrekende waarnemingen aan een onderzoek onderworpen. Het blijkt dat alleen onder vrij sterke voorwaarden (vrijwel multivariate normaliteit) deze technieken asymptotisch correct zijn.
- 6b. Publicaties 1978 R.D. Gill, "Regression analysis for mixed cross-section and time-series data with reference to some "incomplete observation" techniques", SW

61/78.

H. Elffers, J.G. Bethlehem, R.D. Gill,
"Indeterminacy problems and the interpretation of
factor analysis results", Statistica Neerlandica,
Vol. 32 (1978) No 4, p.181-199.

- 7a. Werkplan 1979-80 Bovengenoemde rapporten zullen aan tijdschriften ter publicatie aangeboden worden. Verder wordt gedacht (P. Groeneboom) aan een werkgroep over multivariate verdelingstheorie, die zich zal bezighouden met verdelingen van multivariate toetsingsgrootheden onder vaste en locale alternatieven. Hierover wordt contact onderhouden met leden van de afdeling Toegepaste Wiskunde.
- 7b. Werkplan na 1980 Niet te voorzien.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 3.2: Toetsingstheorie bij discrete verdelingen
- 2b. Omschrijving
 deelproject Onderzoek naar toetsen voor hypothesen tussen pa-
 rameters bij discrete verdelingen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MS 3: Toegepaste statistiek
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Relaties tussen parameters uit Bernoulli ex-
 perimenten worden onderzocht. Hierbij zullen de
 ontwikkelde exacte methoden worden vergeleken met
 de reeds langer bekende asymptotische methoden.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Drs. J.M. Buhrman w.m. 0.3
5. Duur deelproject Begin:1975
 Einde:1980
- 6a. Resultaten 1978 Enkele efficiencies zijn bepaald. Verder zijn eni-
 ge randproblemen bestudeerd en opgelost. Zie hier-
 voor punt 6b.
- 6b. Publicaties 1978 J.M. Buhrman, "Inequalities in discrete
 distribution", MC rapport SW 56 (zal verschijnen
 in Indag. Mathematica 1979).
 J.M. Buhrman & R. Kaas, "A note on the median of
 the binomial distribution", MC rapport SW 59
 (aangeboden aan JASA).
 J.M. Burhman, "The efficiency of three tests for
 linear hypotheses concerning two probabilities",
 MC rapport SW 62.
- 7a. Werkplan 1979-80 In verband met de bestudering van enkele aan de
 onder 3 genoemde probleemstelling verwante pro-
 blemen, is het geplande afrondingstijdstip
 verschoven naar december 1980 (was: december
 1979).
- 7b. Werkplan na 1980 Geen, zie punt 5.

- | 1. | Afdeling | Mathematische Statistiek (MS) | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--|-----------------|------------|-----------------|------------------------|------|-----|-------------------|------|-----|
| 2a. | Titel deelproject | MS 3.3: Onderzoek n.a.v. consultatie | | | | | | | | | |
| 2b. | Omschrijving
deelproject | <ol style="list-style-type: none"> 1. Schatten van varianties in lineaire modellen met stochastische termen 2. Pothoff-Roy model voor analyse van groeicurven | | | | | | | | | |
| 2c. | Aard deelproject | Wetenschappelijk onderzoek | | | | | | | | | |
| 2d. | Onderdeel van
project | MS 3: Toegepaste Statistiek | | | | | | | | | |
| 3. | Probleemstelling
en wetenschappe-
lijk belang
deelproject | <ol style="list-style-type: none"> 1. In opdracht van Rijkswaterstaat is een onderzoek verricht naar de nauwkeurigheid van lodingen in de Westelijke Waddenzee. Voor de analyse van gegevens van een door Rijkswaterstaat in dit kader uitgevoerd experiment is een lineair model met stochastische termen opgesteld. Het probleem hierbij was om goede schatters van de varianties van de stochastische termen in het model te vinden. 2. Het Pothoff-Roy model voor analyse van groeicurven is een generalisatie van het algemene lineaire model. Bij het schatten van parameters in dit model doen zich problemen voor die analoog zijn aan de problemen die optreden bij het schatten van varianties in een univariaat gemengd lineair model. Bij het analyseren van groeicurven ligt de nadruk echter op het schatten van de vaste parameters in het lineaire model en worden de varianties en covarianties meestal als hinderparameters opgevat. <p>Literatuur:
 C.R. Rao, "The theory of least squares when the parameters are stochastic and its applications to the analysis of growth curves" (1965), <i>Biometrika</i> 52, 447-458.
 T. Kariya, "The general MANOVA problem" (1978), <i>Ann. of Statistics</i>, 6, 200-214.</p> | | | | | | | | | |
| 4. | Samenstelling
groep | <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Naam of aantal</th> <th style="text-align: left;">Functie</th> <th style="text-align: left;">Manjaar in 1980</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Drs. P. Groeneboom</td> <td>w.m.</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>Drs. E. Opperdoes</td> <td>w.m.</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 | Drs. P. Groeneboom | w.m. | 0.1 | Drs. E. Opperdoes | w.m. | 0.2 |
| Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 | | | | | | | | | |
| Drs. P. Groeneboom | w.m. | 0.1 | | | | | | | | | |
| Drs. E. Opperdoes | w.m. | 0.2 | | | | | | | | | |
| 5. | Duur deelproject | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>(1) Begin: 1977</td> <td>Eind: 1979</td> </tr> <tr> <td>(2) Begin: 1976</td> <td>Eind: niet te voorzien</td> </tr> </table> | (1) Begin: 1977 | Eind: 1979 | (2) Begin: 1976 | Eind: niet te voorzien | | | | | |
| (1) Begin: 1977 | Eind: 1979 | | | | | | | | | | |
| (2) Begin: 1976 | Eind: niet te voorzien | | | | | | | | | | |
| 6a. | Resultaten 1978 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Het voor de consultatie opdracht van Rijkswaterstaat geschreven computerprogramma voor het schatten van varianties in het gemengde li- | | | | | | | | | |

neaire model werd in samenwerking met R. van der Horst (O&O) verder ontwikkeld. Tevens werden toetsen voor het nul zijn van varianties van bepaalde parameters uit het model ontwikkeld.

2. Er werd een computerprogramma voor het analyseren van groeicurves volgens het conditionele model van Rao geschreven (eveneens in samenwerking met R. van der Horst (O&O)).

- 6b. Publicaties 1978 P. Groeneboom, J. Hemelrijk en F.J.A. Overweel, "Analyse van de nauwkeurigheid van lodingen in de Westelijke Waddenzee", MC rapport SD 111/78.
J. Hemelrijk, F.J.A. Overweel en C.J. Warmer, "Aanzanding of ontgronding in de Westelijke Waddenzee", MC rapport SD 112/78.
- 7a. Werkplan 1979-80 Het onder (2) genoemde onderzoek zal worden voortgezet en worden vastgelegd in een rapport.
- 7b. Werkplan na 1980 Nog niet te voorzien.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 3.4: Analyse van gemengde nominale, ordinale en metrische gegevens
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek naar de statistische aspecten van data-analyse van gemengde gegevens.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MS 3: Toegepaste statistiek
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Onderzoek naar problemen bij data analyse van gemengde gegevens. In eerste instantie zal de aandacht gericht zijn op datareductie problemen bij grote aantallen nominale variabelen. De statistische aspecten van een door dr. J. de Leeuw (RU Leiden, afdeling Datatheorie, Fac. Sociale Wetenschappen) ontwikkelde canonische analyse, door middel van alternerende kwadratenmethode (CANALS), zullen worden onderzocht. Het onderzoek vindt plaats op verzoek van ZWO: het verlenen van wetenschappelijke adviezen t.b.v. het door ZWO gesubsidieerde onderzoek van dr. J. de Leeuw.
4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaren in 1980
 Drs. E. Opperdoes w.m. 0.4
5. Duur deelproject Begin: najaar 1978
 Einde: niet te voorzien
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 Niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80 Zie punt 3
- 7b. Werkplan na 1980 Nog niet te voorzien

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel project MS 4: Programmatuur
- 2b. Omschrijving project Wetenschappelijk onderzoek en programmatuur
- 2d. Deelprojecten MS 4.1: Ontwikkeling en onderhoud programmatuur STATAL
MS 4.2: Documentatie programma- en procedure-bibliotheek STATAL
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- Uit het wetenschappelijk programma 1979:
"Nu het gebruik van de computer in de statistiek toeneemt, is er behoefte aan een grondige begeleiding. Zonder die begeleiding wordt verkeerd gebruik van de computer bij de statistische analyse t.b.v. bijvoorbeeld gedragswetenschappelijk en medisch onderzoek vaak geconstateerd. Om deze reden en wegens de voortgaande ontwikkeling van nieuwe methoden dient regelmatig gewerkt te worden aan de verdere ontwikkeling van de statistische program-mabibliotheek STATAL. Aan dit, vooral voor de statistische consultatie, belangrijke project wordt sinds 1974 gewerkt. Het deelproject MS 4.1 houdt zich bezig met ontwikkeling en onderhoud van de programmatuur voor STATAL. Het parallelle deelproject MS 4.2 verzorgt de documentatie van de bibliotheek STATAL."
4. Samenstelling groep
- | Overzicht | aantal | manjaren | wetenschappelijke | | |
|-----------|--------------|----------|-------------------|------|------|
| | medewerkers. | | | | |
| 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
| 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)

- 2a. Titel deelproject MS 4.1: Ontwikkeling en onderhoud programmatuur
 STATAL

- 2b. Omschrijving
 deelproject De constructie van een bibliotheek van statistische programma's en ALGOL-60 procedures voor gebruik op het (SARA) CYBER computersysteem.

- 2c. Aard deelproject Programmatuur en wetenschappelijk onderzoek

- 2d. Onderdeel van
 project MS 4: Programmatuur

3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Uit het wetenschappelijk programma van 1979:
 "Beoogd wordt de computergebruiker van dienst te zijn bij de statistische verwerking van zijn materiaal. Daarbij wordt gedacht aan twee soorten gebruikers:
 1. Zij die geen programmeerervaring hebben, kunnen gebruik maken van kant-en-klare programma's, die een complete statistische analyse uitvoeren. Gebruik van de programma's vereist alleen kennis omtrent de organisatie van de invoergegevens. Aangezien bij de programma's de gebruikte programmeertaal van minder belang is voor de gebruiker, werd de keuze van de taal bepaald door de aard van de te programmeren technieken, zodat een optimaal werkend programma kon worden verkregen. De gebruikte programmeertalen zijn ALGOL-60, PASCAL, SIMULA en FORTRAN.
 2. Zij die wél programmeerervaring in ALGOL-60 hebben, kunnen in hun programma's gebruik maken van ALGOL-60 procedures. Deze voeren een afgeronde hoeveelheid rekenwerk uit zoals bijvoorbeeld de berekening van een kans of een toetsingsgrootte. Hoewel er al enkele programmabibliotheken zijn, die statistische programma's (SPSS, BMD) en ALGOL-60 procedures (NAG) bevatten, is dit één van de eerste programmatuurbibliotheken die is opgezet door statistici en die daarom een zeer groot deel van de statistiek zal behandelen. Bij de constructie van de bibliotheek zijn uitgangspunten gehanteerd waarin begrippen als eenvoudige invoer, gemakkelijk interpreteerbare uitvoer (gebruikersgemak), gestructureerd programmeren, precisie en duidelijk aangeven wanneer de gebruiker iets verkeerd doet, vooropgesteld worden. Dit alles leidt ertoe dat de

statisticus niet een al te grote kloof moet overbruggen wanneer hij programmatuur wil gebruiken.

Op veel plaatsen in de wereld houdt men zich bezig met het maken van statistische programmatuur. De hanteerbaarheid blijkt echter veel te wensen over te laten. Het is dus niet ondenkbaar dat wat betreft standaardprogrammatuur met enige moeite ook andere wegen bewandeld kunnen worden. Het project richt zich echter ook op de constructie van niet-standaard programmatuur. Wat betreft het maken van programmatuur wil het project ook het accent op dienstverlening leggen in die zin dat ook rekening gehouden wordt met wensen van anderen in Nederland. Zo is in 1975 een intensief overleg op gang gekomen met andere instellingen in Nederland, die statistische programmatuur gebruiken. Doel van dit overleg is dus zoveel mogelijk rekening houden met de wensen van anderen en voorkomen dat er dubbel werk wordt gedaan. Wat betreft programmatuur zijn er contacten met de VU, RUG, en UVA. Ook binnen SARA is er intensief overleg met VU en UVA in de ADSARA-subcommissie statistische programmatuur. Binnen de VVS zijn er ook contacten met niet-universitaire instellingen".

- | | | | |
|------------------------|-----------------------|---------|-----------------|
| 4. Samenstelling groep | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
| | Prof.dr. J. Hemelrijk | chef | 0.05 |
| | Drs. J.M. Buhrman | w.m. | 0.3 |
| | Drs. E. Opperdoes | w.m. | 0.4 |
5. Duur deelproject
Begin: april 1974
Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978
In 1978 hebben een aantal bestaande programma's hun definitieve vorm gekregen. Zij zijn voor de gebruiker beschikbaar gekomen d.m.v. publicatie in de STATAL-handleiding. Bij een aantal andere bestaande programma's zijn tekortkomingen geconstateerd. Een nieuw programma voor de analyse van 2x2-tabellen (methode Boschloo) is ontwikkeld. Enkele procedures zijn van een snellere algoritme voorzien volgens het principe van dynamische programmering i.p.v. recursieve aanroepen.
- 6b. Publicaties 1978
Zie MS 4.2
- 7a. Werkplan 1979-80
1. Vervaardiging documentatie van programma's
2. Onderzoek naar nieuwe technieken
3. Onderhoud bibliotheek
- 7b. Werkplan na 1980
1. Afronding constructie geplande programmatuur
2. Afronding documentatie

3. Onderhoud bibliotheek
4. Onderzoek en programmering nieuwe technieken

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 4.2: Documentatie programma- en procedure bibliotheek STATAL
- 2b. Omschrijving
 deelproject Het samenstellen van een leidraad voor het gebruik van de bibliotheek STATAL, alsmede een overzicht van de daarin aanwezige procedures en programma's en hun theoretische ondergrond.
- 2c. Aard deelproject Documentatie programma- en procedurebibliotheek STATAL.
- 2d. Onderdeel van
 project MS 4: Programmatuur
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Om de inhoud van de bibliotheek STATAL toegankelijk te maken voor toekomstige gebruikers, is het noodzakelijk dat de inhoud uitvoerig en systematisch gedocumenteerd wordt. Het ontwerpen van een statistische programmabibliotheek STATAL bevordert het gebruik van (geavanceerde) statistische technieken.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Drs. J.M. Buhrman w.m. 0.2
 C.J. Warmer w.a. 0.3
 Mw. M.R. Roquas (O&O) t.a. 0.2
5. Duur deelproject Begin: november 1974
 Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Een deel van hoofdstuk 2 van de handleiding werd gepubliceerd, alsmede verbeteringen en aanvullingen op hoofdstuk 1.
- 6b. Publicaties 1978 Gedeelten van
 J.M. Buhrman (ed), "STATAL reference manual", chapter 2, "Statistical programs". Tevens verbeteringen en aanvullingen op chapter 1, "Statistical procedures".
- 7a. Werkplan 1979-80 Aanmaken van documentatie van programma's en een aanvang maken met de theoretische beschrijvingen.
- 7b. Werkplan na 1980 Afronden van de theoretische beschrijvingen.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel project MS 5: Werkzaamheden t.b.v. derden (educatieve werkzaamheden)
- 2b. Omschrijving project Educatieve werkzaamheden en wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MS 5.1: Werkweek afdeling MS
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
Naast het in samenwerking met anderen organiseren van colloquia en werkgroepen organiseert de afdeling MS ongeveer om het jaar werkweken. Deze werkweken zijn bestemd voor die wiskundigen, die zelf op het terrein van de mathematische statistiek en/of waarschijnlijkheidsrekening werkzaam zijn en kennis willen maken met een stuk specialistische theorie dat voordien in Nederland niet of weinig bekend was. Zo werden door de afdeling MS werkweken gehouden over
1972: Optimaal stoppen van Markov ketens,
1973: Asymptotische methoden in de statistiek,
1975: Efficiency-begrippen in de statistiek,
1977: Verdelingsvrije methoden bij censurering.
Naast het educatieve aspect vormen de werkweken een belangrijke stimulans voor het eigen onderzoek. De bedoeling is steeds dat één of meer van de wetenschappelijke medewerkers die bij het opzetten van een werkweek betrokken zijn naar aanleiding hiervan tot eigen onderzoek op dit gebied komen. De deelprojecten MS 1.2 en MS 1.3 zijn mede n.a.v. onderzoek voor een werkweek tot stand gekomen.
4. Samenstelling groep Naam of aantal Manjaar in 1980
Alle leden van de afdeling p.m.
5. Duur project In vergelijking met WP 79/MP 80-84 is het deelproject MS 5.2: Curcus Mathematische Statistiek weggevallen. Deze cursus, t.b.v. een bedrijf, is in de loop van 1979, althans voorlopig, afgerond.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 5.1: Werkweek afdeling MS
- 2b. Omschrijving
 deelproject Het voorbereiden en houden van een werkweek op het gebied van de mathematische statistiek en waarschijnlijkheidsrekening.
- 2c. Aard deelproject Educatieve werkzaamheden en wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MS 5: Werkzaamheden t.b.v. derden (educatieve werkzaamheden)
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Een wat breder publiek van wiskundigen wordt op de hoogte gehouden van meer geavanceerde ontwikkelingen op het terrein van de mathematische statistiek en/of waarschijnlijkheidsrekening. Daarnaast is het van betekenis dat de voorbereiding van een werkweek voor de betrokken medewerkers vaak tot belangwekkende research aanleiding is.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Aantal manjaren in 1980
 Alle leden van de afdeling p.m.
5. Duur deelproject Het is de bedoeling regelmatig een werkweek te organiseren. Voor 1980 moet nog overwogen worden of de afdeling een werkweek zal organiseren.
- 6a. Resultaten 1978 Geen
- 6b. Publicaties 1978 Geen
- 7a. Werkplan 1979-80 Niet te voorzien
- 7b. Werkplan na 1980 Zie 7a

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel project MS 6: Werkzaamheden t.b.v. derden (opdrachten)
- 2b. Omschrijving project Statistische consultatie
- 2d. Deelprojecten MS 6.1: Basisonderzoek Kostenstructuur Ziekenhuizen (BKZ) en Basisonderzoek Kostenstructuur Verpleeghuizen (BKZ)
MS 6.2: Advies t.b.v. accountantscontrole
MS 6.3: Evolutiemodel bij foraminiferen
MS 6.4: Stormvloedkering Oosterschelde
MS 6.5: Nieuwe consultatieproblemen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project Uit het wetenschappelijk programma 1979:
"De statistische consultatie vormt sinds de oprichting van de afdeling MS een vast bestanddeel van het werk. De betekenis van de statistische consultatie is van tweeërlei aard. In de eerste plaats verleent het Mathematisch Centrum hiermee diensten aan de maatschappij, nl. adviseren bij het verantwoord opzetten en uitwerken van statistische analyses t.b.v. wetenschappelijk onderzoek van derden. Daarnaast vormt de consultatie in een aantal gevallen een stimulans voor eigen wiskundig onderzoek. Verschillende researchprojecten van de afdeling (zie b.v. deelproject MS 1.3 en project MS 3) werden naar aanleiding van praktijkproblemen opgezet".
4. Samenstelling groep Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:
- | | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| w.m. | 2.75 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| sous-chef | 0.25 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
5. Duur project Het deelproject MS 6.4: "Stormvloedkering Oosterschelde" is t.b.v. de verslaggeving van verkregen resultaten opgevoerd. Dit deelproject is inmiddels (voorlopig) afgesloten.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 6.1: Basisonderzoek Kostenstructuur Ziekenhuizen (BKZ) en Basisonderzoek Kostenstructuur Verpleeghuizen (BKV)
- 2b. Omschrijving
 deelproject Statistische analyse en advies bij de projecten van het Nationaal Ziekenhuis Instituut "Basisonderzoek Kostenstructuur Ziekenhuizen" en "Basisonderzoek Kostenstructuur Verpleeghuizen".
- 2c. Aard deelproject Dienstverlening
- 2d. Onderdeel van
 project MS 6: Werkzaamheden t.b.v. derden (opdrachten)
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Uit het wetenschappelijk programma 1979: (betrof alleen BKZ)
 "Doel: Opsporen van belangrijke factoren m.b.t. en vervolgens kwantificering van de kosten en personeelsstructuur van de algemene ziekenhuizen in Nederland.
 Probleemstelling: Uit een grote hoeveelheid van gegevens moeten kenmerken van ziekenhuizen als capaciteit, funktiekosten, "input-output", op de geschikte manier gekwantificeerd worden om vervolgens statistische analyse van de samenhang tussen deze kenmerken mogelijk te maken.
 Motivering: Als de beoogde statistische analyses zijn afgerond, kunnen resultaten van het volgende type verkregen worden:
1. Kostenconsequenties van bepaalde kenmerken (capaciteit = grootte van ziekenhuizen, hebben van bepaalde opleidingen, etc.),
 2. Optimale verhouding tussen capaciteit en specialisatie,
 3. Aanbevelingen voor de tariefstelling van algemene ziekenhuizen,
 4. Efficiency-indices geven aanleiding om bepaalde ziekenhuizen nader te beschouwen.
- Economische motivering is evident; wetenschappelijk belang van het deelproject ligt in de econometrische aspecten van het probleem, alsook in de stimulansen die het uitvoeren van dit deelproject geeft tot het overnemen (uit de literatuur) en zelf ontwikkelen van nieuwe statistische procedures. Een project van deze omvang is in Nederland nimmer verricht. Soortgelijk onderzoek heeft wel plaatsgevonden in de V.S. en Engeland".

- | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 4. Samenstelling groep | Naam of aantal
R.D. Gill M.A.
1 | Functie
w.m.
progr. O&O | Manjaar in 1980
0.2
0.2 |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
5. Duur deelproject
Begin: 1974
Einde: nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978
Het onderzoek naar productiefuncties, in het kader van het BKZ-onderzoek, is vrijwel afgerond. Ook het schatten van regressiemodellen met behulp van waarnemingen uit de jaargangen 1968 t/m 1973. Dit laatste heeft geresulteerd in een tweetal MC-rapporten (zie deelproject MS 3.1). Voor wat betreft het BKV-onderzoek zijn een aantal exploratieve analyses uitgevoerd: cluster-, factor- en schaalanalyses. Het waarnemingsmateriaal bestaat uit 100 variabelen gemeten aan circa 40.000 proefpersonen.
- 6b. Publicaties 1978
Geen
- 7a. Werkplan 1979-80
In 1979 zal een rapport van het Nationaal Ziekenhuis Instituut verschijnen over de resultaten van de productiefunctie schattingen. Ook valt te verwachten dat in deze periode het proefschrift van drs. A.P.W.P. van Monfort (medewerker NZI) gereed zal komen. Er zullen t.b.v. het BKZ nog een aantal vervolganalyses worden uitgevoerd, zodra nieuwe jaargangen van data beschikbaar komen. De werkzaamheden t.b.v. BKZ zullen worden voortgezet.
- 7b. Werkplan na 1980
Het onderzoek wordt voortgezet.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 6.2: Advies t.b.v. accountantscontrôle
- 2b. Omschrijving
 deelproject Statistisch advies t.b.v. accountantscontrôle
- 2c. Aard deelproject Dienstverlening (consultatie)
- 2d. Onderdeel van
 project MS 6: Werkzaamheden t.b.v. derden (opdrachten)
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Uit het wetenschappelijk programma 1979:
 "Doel: Het uitvoeren van statistische technieken
 (vooral op het gebied van steekproef nemen) ter-
 wille van efficiënte controle en meer objectieve
 uitspraken.
 Probleemstelling: Men heeft een groot bestand van
 items van verschillende waarde; in een onbekend
 aantal items zit voor een onbekend gedeelte fouten.
 Er moet aan de hand van een zo klein mogelijke
 steekproef met een zo groot mogelijke betrouw-
 baarheid een uitspraak worden gedaan over het be-
 drag aan "foutieve guldens". Voor dit probleem kan
 de statistische steekproeftheorie oplossing bie-
 den. De motivering is meestal zuiver economisch,
 hoewel de statistische theorieën erachter interes-
 sant zijn en het te ontwikkelen gebruik van deze
 theorieën niet alleen tot accountantscontrole be-
 perkt is".
4. Samenstelling Naam of aantal Functie Manjaar in 1979
 groep R.D. Gill M.A. w.m. 0.05
5. Duur deelproject Begin: sinds jaren deelproject van de afdeling MS
 Einde: niet te voorzien
- 6a. Resultaten 1978 Onder meer heeft verder onderzoek plaatsgevonden
 naar de statistische eigenschappen van een door de
 opdrachtgever ontwikkelde steekproeftechniek, de
 z.g.n. zeefmethode, en varianten daarvan.
- 6b. Publicaties 1978 Geen
- 7a. Werkplan 1979-80 In 1979 is de opdrachtgever van plan zijn methoden
 in de accountantsliteratuur te publiceren. Gehoopt
 wordt in aansluiting hierop een MC rapport over de
 mathematische aspecten ervan te laten verschijnen,
 alsmede een artikel over dit onderwerp voor te be-
 reiden. Ook zal onderzoek gedaan worden naar de
 eigenschappen van een aantal aselechte getallen ge-

neratoren die voor opdrachtgever voor gebruik op een zak- of tafelrekenmachine door het MC zijn ontworpen. Misschien kan hierover gepubliceerd worden.

7b. Werkplan na 1980 Voortzetting werk

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 6.3: Evolutiemodel voor foraminiferen
- 2b. Omschrijving
 deelproject Een biometrisch onderzoek van foraminiferen ter bestudering van hun evolutie en de daarop inwerkende factoren.
- 2c. Aard deelproject Dienstverlening
- 2d. Onderdeel van
 project MS 6: Werkzaamheden t.b.v. derden (opdrachten)
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Uit het wetenschappelijk programma 1979:
 "Het betreft hier een onderzoek in opdracht van een geoloog van de UVA. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de relatieve variabiliteit van leeftijd-onafhankelijke en leeftijd-afhankelijke factoren. Verder worden populaties van verschillende ouderdom vergeleken, alsmede verschillende modaliteiten van evolutie. Voor variabelen gemeten aan k ($k > 1$) "monsters" behorende tot een zekere klasse zijn twee statistische modellen geformuleerd onder de veronderstellingen, dat deze variabelen na (onbekende) translatie een monster-onafhankelijke (echter niet klasse-onafhankelijke) variatiecoëfficiënt hebben en bovendien een normale dan wel lognormale verdeling bezitten. Met behulp van de theorie der meest aannemelijke schatters worden de relevante grootheden geschat, terwijl m.b.v. aannemelijkheidsratio het model wordt getoetst en betrouwbaarheidsintervallen worden afgeleid. Een belangrijk probleem is het onderzoeken van de eigenschappen van deze methoden waarbij onder meer robuustheid, toepasbaarheid van asymptotische resultaten op eindige monsters en theoretische rechtvaardiging een rol spelen. Aandacht wordt gegeven aan het verbeteren en uitbreiden van de beschikbare, ten dele speciaal voor dit deelproject ontwikkelde programmatuur. Voor deze programmatuur bestaat belangstelling bij het Geologisch Instituut van de UVA. Voor dit onderzoek zijn, in deze context, nieuwe methoden ontwikkeld voor het schatten van de relatieve variabiliteit. Verder ligt het belang vooral ook op het gebied van de paleontologie".
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Dr. R. Helmers sous-chef 0.05
 Drs. C. van Putten w.m. 0.1
 A.J. van Es w.a. 0.1

5. Duur deelproject Begin: 1962
 Einde: niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Door het formuleren van een drietal achtergrondmodellen (= modellen met minder restricties op de parameters) bij het model met lognormaal verdeelde stochastische variabelen werd ook in deze situatie toetsing van het model m.b.v. de aannemelijkheidsratio mogelijk. Tevens werden algoritmen ontworpen en geprogrammeerd voor het bepalen van schattingen van de parameters van deze modellen. Voor de verkregen schatters werden uitdrukkingen voor de asymptotische momenten berekend. Naar aanleiding van vermoedelijk niet met de werkelijkheid in overeenstemming zijnde resultaten van de statistische modellen voor een aantal geologische monsters werd een nieuw simulatieonderzoek uitgevoerd, met overeenkomstige waarden voor de parameters, n.l. met een zeer hoge z.g. extrapolatieindex. Dit onderzoek werd vooral toegespitst op de toepasbaarheid van theoretisch afgeleide asymptotische betrouwbaarheidsgebieden. De voorlopige resultaten hiervan maken verder onderzoek wenselijk.
- Bij deze simulatie bleek de tot nu toe gehanteerde iteratiemethoden voor het bepalen van schattingen numeriek gezien niet in alle gevallen te voldoen. Onderzoek werd verricht naar een eventueel meer rekentijd vergende, maar betrouwbaardere methode. De eerste resultaten hiervan wijzen misschien in de richting van een herparametrisering van de modellen in combinatie met een gewijzigde numerieke techniek. Verder werd in het verslagjaar veel rekenwerk voor opdrachtgevers verricht.
- 6b. Publicaties 1978 Geen
- 7a. Werkplan 1979-80 De werkzaamheden zullen bestaan uit:
1. Afronding MC-publikatie over het onderzoek,
 2. Verwerking standaard- en niet-standaard rekenopdrachten opdrachtgever,
 3. Beoordeling statistische aspecten van het onderzoek van opdrachtgever. Begeleiding t.a.v. statistische verslaglegging in publicaties van opdrachtgever,
 4. Onderhoud, verbetering en uitbreiding programmatuur.
- 7b. Werkplan na 1980 Niet te voorzien

- 6a. Resultaten 1978 De in 1977 verkregen resultaten van het onderzoek naar de verdeling van golfhoogten en waterstanden bij de Oosterschelde werden in het verslagjaar vastgelegd in een MC-rapport. Het onderzoek is hiermee (voorlopig) afgesloten.
- 6b. Publicaties 1978 J.G. Bethlehem, R.J.M.M. Does & R. Helmers, Statistische analyse van verdelingen van golfhoogten en waterstanden bij de Oosterschelde, MC rapport SD 113/78.
- 7a. Werkplan 1979-80 Niet van toepassing.
- 7b. Werkplan na 1980 Niet van toepassing.

1. Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
- 2a. Titel deelproject MS 6.5: Nieuwe consultatieproblemen
- 2b. Omschrijving
 deelproject Statistische consultatie
- 2c. Aard deelproject Dienstverlening
- 2d. Onderdeel van
 project MS 6: Werkzaamheden t.b.v. derden (opdrachten)
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Nieuw onderzoek voor opdrachtgevers (statistische
consultatie). Hierbij gaat het vooral om de mathe-
matisch-statistische modelvorming en het ontwerpen
van statistische procedures. Daarnaast zullen
veelal ook programma's voor het benodigde reken-
werk moeten worden geschreven. Voor het we-
tenschappelijk belang van deze adviestaak van de
afdeling MS zij verwezen naar MS 6, punt 3.
Tenslotte merken we nog op dat tot dit deelproject
"Nieuwe consultatieproblemen" zeker ook een aantal
reeds in 1979 (of eerder) aangevangen opdrachten
gerekend zullen moeten worden. Deze opdrachten
zijn niet als apart deelproject verantwoord, omdat
het of om kleine opdrachten gaat, dan wel om ad-
vieswerk waarvan nog niet geheel zeker is dat het
ook in 1980 nog voortgezet dient te worden.
4. Samenstelling
 groep In principe alle leden van de afdeling MS.

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1979
Dr. R. Helmers	sous-chef	0.2
Drs. C.A.J. Klaassen	w.m.	0.5
Drs. J.M. Buhrman	w.m.	0.2
R.D. Gill, M.A.	w.m.	0.2
Drs. R.J.M.M. Does	w.m.	0.5
Drs. P. Groeneboom	w.m.	0.3
Drs. E. Opperdoes	w.m.	-
Drs. C. van Putten	w.m.	0.3
A.J. van Es	w.a.	0.4
C.J. Warmer	w.a.	0.2
nieuwe wet.med.	w.m.	0.4
5. Duur deelproject Begin: 1979
Einde: Niet van toepassing
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 Niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80 Afhankelijk van verkregen opdrachten

7b. Werkplan na 1980 Eventuele voortzetting van in 1979 aangevangen werkzaamheden.

Op tal van plaatsen in de maatschappij worden beslissingen genomen. Beslissingen, die mogelijk situaties ingrijpend veranderen of ontwikkelingen blijvend beïnvloeden. Zowel de overheid als het bedrijfsleven maken bij hun beslissingsvoorbereiding steeds meer gebruik van wiskundige methoden. De verwachting is gerechtvaardigd dat de behoefte aan wiskundige ondersteuning zal toenemen. Belangstelling van wiskundigen voor praktische keuzeproblemen kan leiden tot het nemen van betere beslissingen maar ook tot meer plaatsingsmogelijkheden voor pas afgestudeerden, tot een hogere maatschappelijke waardering voor de wiskunde en niet in de laatste plaats tot een groot aantal nieuwe wiskundig interessante problemen. De afdeling MB wil een actieve rol spelen zowel bij de ontwikkeling van wiskundige methoden voor het beschrijven en oplossen van beslissingsproblemen als bij het openleggen van nieuwe toepassingsgebieden.

Met betrekking tot het wetenschappelijk onderzoek zal de afdeling MB gezien haar beperkte omvang een keuze moeten maken uit de veelheid van onderwerpen die voor een uitvoerige studie in aanmerking komen. Evenals bij vele andere beslissingsproblemen wordt de keuze niet door slechts één criterium bepaald. Een belangrijk aspect is de plaats van het onderzoek in het geheel van het Nederlands wetenschappelijk onderzoek in de beslistkunde en verwante gebieden. Voor nieuwe projecten speelt ook de aansluiting bij aanwezige kennis, ervaring en belangstelling een rol. Voorts zal gelet moeten worden op de praktische relevantie van het theoretische onderzoek.

In de stysteemtheorie en -analyse is in 1978 het onderzoek voortgezet en uitgebreid. Het doel van dit onderzoek is de opbouw van wiskundige kennis in de besturingstheorie en de filtertheorie, alsmede in het nieuwe gebied van de grootschalige dynamische systemen. Deze probleemgebieden sluiten aan bij op het MC bestaande kennis op het gebied van de dynamische programmering, de dynamica en de waarschijnlijkheidsrekening. De activiteiten van de werkgroep systeemtheorie, bestaande uit medewerkers van de afdelingen TW, MS en MB, kunnen als volgt worden samengevat. De studie van basis-kennis concentreerde zich op de geometrische benadering van de lineaire systeem- en regeltheorie. Het plan is deze studie in de komende jaren te richten op de differentiaalgeometrische benadering van niet-lineaire dynamische systemen. Wat betreft de specifieke onderzoeksprojecten wordt er gewerkt aan optimale besturing over een oneindig tijdsinterval, singuliere optimale besturingstheorie, het stochastische realisatieprobleem en stochastische filterproblemen. Het is de bedoeling dat binnenkort nieuwe deelprojecten worden gestart in de differentiaalgeometrische systeemtheorie en in grootschalige dynamische systemen. In verband met de nadere concretisering van dit project is de

beschrijving ervan onder punt 3 aanzienlijk uitgebreid.

Intussen wordt het eigenlijke besliskundig onderzoek onverkort voortgezet. De onderbezetting van de groep dynamische programmering en stochastische optimalisering heeft evenwel geleid tot enige vertraging. Binnen dit project zal wellicht een heroriëntering plaatsvinden ten gevolge van de intensivering van het onderzoek in de systeemtheorie. In de wereld van de besturingstheorie bestaat sterke belangstelling voor een onderzoek ter vergelijking van de eigen benaderingswijze met die van de algemene Markovprogrammering. Gezien de verworven kennis kan het MC aan een dergelijke studie bijdragen leveren.

Het is mogelijk gebleken de groep combinatorische optimalisering te versterken. Het succesvolle onderzoek naar de complexiteit van combinatorische problemen werd voortgezet en er werd een begin gemaakt met de bestudering van locatie- en allocatieproblemen en stochastische machinevolgordeproblemen. Voorts is binnen deze groep een grote ervaring opgebouwd in de consultatie op het gebied van distributie- en roosterproblemen en in de toepassing van de grafentheorie in de sociale en politieke wetenschappen. In verband met de uitbreiding van het onderzoek en het gebleken praktisch nut van dit project is de beschrijving ervan onder punt 2 gewijzigd.

Bovengenoemde toepasbaarheid van de grafentheorie illustreert het verschijnsel dat bestaande wiskundige theorieën en methoden van dienst kunnen zijn bij het beschrijven en analyseren van begrippen en relaties in andere wetenschappen. Zo bezit ook speltheorie bruikbare concepten voor beoefenaren van de wiskundige economie. Gericht onderzoek dat leidt tot toepassing in andere wetenschappen heeft een dubbel nuttig effect.

Het project mathematische programmering is vervallen. Overeenkomstig de aard van het onderzoek dat tot nu toe op dit terrein werd verricht zijn de deelprojecten ondergebracht bij het project programmatuur.

De consultatie en het betrokken zijn bij grote projecten van praktische aard is niet alleen belangrijk om inzicht te verkrijgen in de complexiteit van reële beslissingsproblemen, maar biedt ook de gelegenheid ervaringen op te doen die weer overdraagbaar zijn. Bovendien kan door toegepast onderzoek een bijdrage worden geleverd aan het op grotere schaal introduceren van besliskundige technieken en derhalve ook aan de rechtvaardiging van verder wetenschappelijk onderzoek.

Overzicht onderzoeksprojecten en aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers (exclusief chef, souschef en adviseurs):

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
MB 1	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5
MB 2	2.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
MB 3	1.7	2.2	2.7	2.7	2.7	2.7
MB 4	0.5	-	-	-	-	-
MB 5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
MB 6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
MB 7	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Adm.werkzaamh.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
TOTAAL MB	8.5	9.5	10.5	10.5	10.5	10.5

1. Afdeling Mathematische Besliskunde
- 2a. Titel project MB 1: Dynamische programmering en stochastische optimalisering
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MB 1.1: Eindige semi-Markov beslissingsproblemen
MB 1.2: Optimaliseringsmethoden in voorraad-, vervangings- en wachttijdtheorie
MB 1.3: Aftelbare Markov beslissingsprocessen en stochastische wiskundig-economische modellen

3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- Dynamische programmering en stochastische optimalisering houden zich bezig met het optimaal sturen van (d.w.z. het bepalen van een reeks van samenhangende beslissingen in) systemen, waarvan de toestand in de tijd varieert. Toepassingen treden op in een nog steeds groeiend aantal uiteenlopende gebieden zoals productiebesturing, voorraadbeheersing, vervangings- en onderhoudsproblemen, allocatievraagstukken, investeringsproblemen, irrigatie- en waterreservoirsystemen, enz., alsmede in een aantal wiskundig-economische modellen.

In de verschillende projecten worden efficiënte algoritmen voor de oplossing van dergelijke problemen ontwikkeld. Aandacht wordt besteed aan (asymptotische) eigenschappen als convergentievoorwaarden en -snelheid. Dit leidt vaak tot structuuranalyses van de beschouwde klasse problemen. Daarnaast worden voor een aantal specifieke modellen eigenschappen van optimale politieken afgeleid en algoritmen ontwikkeld die van de geconstateerde structuur gebruik maken en derhalve efficiënter zijn dan meer algemene oplossings technieken.

Op het gebied van de dynamische programmering vindt intensieve samenwerking plaats met Paul J. Schweitzer (University of Rochester). Daarnaast zijn nauwe contacten ontwikkeld met Yale University (Denardo en Rothblum), met de University of California (Lippman en Ross), Stanford University (Porteus en Veinott), met de Universität Karlsruhe (Hinderer), met de Universität Bonn (Schäl) en met het Georgia Institute of Technology (Sobel).

Binnen Nederland vindt op het gebied van de stochastische optimalisering regelmatig contact plaats met de Rijksuniversiteit Utrecht (Cohen) en op het gebied van de dynamische programmering met de Rijksuniversiteit Leiden (Hordijk) en de TH Eindhoven (Wessels).

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:

1980	1981	1982	1983	1984	1985
1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5

- 1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 1.1: Eindige semi-Markov beslissingsproblemen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 1: Dynamische programmering en stochastische optimalisering
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
 Binnen dit deelproject wordt veel aandacht besteed aan successieve approximatiemethoden voor het oplossen van semi-Markov beslissingsproblemen met eindig veel toestanden. Met deze recursieve oplossingstechniek kunnen problemen met een zeer groot aantal toestanden nog opgelost worden, daar waar andere algoritmen zoals policy-iteratiemethoden en lineaire programmering niet meer bruikbaar zijn. Hierbij worden zowel het gemiddelde kosten-criterium als gevoeliger verdisconterings- dan wel middelingscriteria beschouwd.

- 1. Asymptotische eigenschappen als convergentievoorwaarden- en snelheid worden geanalyseerd en in relatie gebracht met de structuur en omvang van het probleem.
- 2. Daarnaast worden technieken (zoals transformaties van de gegevens) gezocht die deze algoritmen kunnen versnellen.
- 3. Verder, en ook in samenhang met het voorgaande, wordt de structuur van Markov beslissingsproblemen nader onderzocht, b.v. de eigenschappen van de oplossingsverzameling van optimaliteitsvergelijkingen, de verzameling van optimale politieken, alsmede karakterisaties m.b.v. variatierekening van verschillende relevante grootheden.
- 4. Tevens zal getracht worden efficiënte algoritmen te ontwikkelen voor parametrische Markov beslissingsproblemen. Problemen van deze categorie treden op in praktijkproblemen waarin simultaan een aantal eenmalige beslissingen genomen wordt m.b.t. het ontwerp van het systeem alsmede een goede stuurregel ontworpen moet worden voor de dagelijkse besturing wanneer het systeem eenmaal operatief is. Anderzijds zijn er Markov beslissingsproblemen waarin bepaalde data niet a priori bekend zijn, maar zelf als optimale waarden van onderliggende, als eenvoudige mathematische programmeringsproblemen vertaalbare problemen naar voren treden.
- 5. Tenslotte zullen decompositiemethoden en ag-

gregatietechnieken voor het oplossen van Markov beslissingsproblemen met een zeer groot aantal toestanden onderzocht worden.

Gezamenlijk onderzoek wordt gedaan met Paul J. Schweitzer (University of Rochester). Tevens vindt onderzoek op dit gebied plaats met diverse andere Amerikaanse universiteiten, als Yale University (Denardo, Rothblum), Stanford University (Porteus, Veinott), Princeton University (Verkhovsky).

Binnen Europa vindt overleg c.q. gezamenlijk onderzoek plaats met de University of Manchester (White) en de Rijksuniversiteit Leiden (Hordijk).

4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Dr. A. Federgruen	wet.med.	0.3
Dr. H.C. Tijms	adviseur	p.m.

5. Duur deelproject

Begin : 1974
Einde (gepland): 1980

6a. Resultaten 1978

Een belangrijk gedeelte van het onderzoeksprogramma kon in 1978 worden afgerond hetgeen resulteerde in onderstaande publicaties en de voltooiing van een academisch proefschrift. Voor Lyapunovmethoden en turnike-eigenschappen werden resultaten gevonden die in de loop van 1979 in een aantal rapporten zullen worden neergelegd. Voor Markov beslissingsproblemen met convergerende parameters werden waarde-iteratie algoritmen ontwikkeld in Rapport BW 91/78.

6b. Publicaties 1978

A. Federgruen, On N-person stochastic games with denumerable state space, Adv. Appl. Prob. 10 (1978), 452-471.

A. Federgruen, P.J. Schweitzer, H.C. Tijms, Contraction mappings underlying undiscounted Markov decision problems, J. Math. Anal. Appl. 65 (1978), 711-730.

P.J. Schweitzer, A. Federgruen, The asymptotic behavior of undiscounted value iteration in Markov decision problems, Math. Oper. Res. 2 (1977), 360-381.

P.J. Schweitzer, A. Federgruen, The functional equations of undiscounted Markov renewal programming, Math. Oper. Res. 3 (1978), 308-321.

A. Federgruen, P.J. Schweitzer, Nonstationary Markov decision problems with converging parameters, MC Rapport BW 90/78.

A. Federgruen, P.J. Schweitzer, A survey of asymptotic value-iteration for undiscounted Markovian decision processes, Working Paper Series No. 7833, Graduate School of Management, University of Rochester, 1978.

A. Federgruen, Markovian Control Problems, Functional Equations and Algorithms, Academisch proefschrift, Universiteit van Amsterdam, 1978.

7a. Werkplan 1979-80

1. Afronding onderzoek karakterisaties met behulp van variatierekening in Markov beslissingsproblemen;
2. Afronding onderzoek turnpikestellingen en Lyapunov-methoden in Markov beslissingsproblemen;
3. Data-transformaties in Markov vernieuwingsproblemen;
4. Decompositiemethoden en aggregatietechnieken voor zeer grote Markov beslissingsystemen;
5. Onderzoek parametrische Markov beslissingsproblemen.

algoritme ontwikkeld voor de oplossing van balansvergelijkingen optredend in gesloten netwerken van wachtrijen en de gevonden resultaten werden neergelegd in MC Rapport BW 89/78.

- 6b. Publicaties 1978
- H.C. Tijms, F.A. van der Duyn Schouten, Inventory control with two switch-over levels for a class of M/G/1 queueing systems with variable arrival and service rates, Stoch. Proc. Appl. 6 (1978), 213-222.
- P.J. Schweitzer, A non-linear vector finite difference scheme, MC Rapport BW 89/78.
- H.C. Tijms, An algorithm for average cost denumerable state semi-Markov decision problems with applications to controlled production and queueing systems, MC Rapport BW 94/78.
- 7a. Werkplan 1979-80
1. Afronding van ontwikkeling van algoritmen voor een aantal specifieke optimaliseringsproblemen.
 2. Ontwikkeling van methoden voor de numerieke berekening van de stationaire kansverdeling van de rijlengte in een aantal wachttijdsystemen.
 3. Initiëring van analyse van stochastische optimaliseringsproblemen met onbekende kansparameters.
- 7b. Werkplan na 1980
- Voortzetting van het onderzoek

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 1.3: Aftelbare Markov beslissingsprocessen en stochastische wiskundig-economische modellen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 1: Dynamische programmering en stochastische optimalisering
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
1. Ontwikkeling van een theoretisch fundament voor semi-Markov beslissingsprocessen met aftelbare toestandsruimte, compacte actieruimten, een onbegrensde kostenstructuur en de gemiddelde kosten als optimaliteitscriterium. Een essentieel bestanddeel van dit onderzoek is de analyse van recurrentie-eigenschappen van collecties van aftelbare Markov-ketens. Dit onderzoek vindt plaats in samenwerking met A. Hordijk (Rijksuniversiteit Leiden).
 2. Toepassing stochastische optimalisering in wiskundig-economische modellen. Vele tot dusver deterministisch beschreven modellen in de wiskundige economie vereisen de introductie van stochastische optimalisering om de "onzekerheidselementen" beter tot hun recht te doen komen. Deze moderne richting is in Amerika o.a. geïnitieerd door Dynkin (Cornell University), Radner, Grinold (University of California, Berkeley), Ziemba (University of British Columbia).
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-------------------|----------|-----------------|
| Dr. A. Federgruen | wet.med. | 0.3 |
| Dr. H.C. Tijms | adviseur | p.m. |
5. Duur deelproject
- Begin : 1976
- Einde (gepland): 1981
- 6a. Resultaten 1978
- Met het onder 1 genoemde onderzoek werd een afgeronde theorie verkregen voor aftelbare semi-Markov beslissingsprocessen met een onbegrensde kostenstructuur en de gemiddelde kosten als criterium voor het geval dat de onderliggende Markov-ketens één kernfuik bezitten. De resultaten zijn vastgelegd in Rapport BW 92/78. Het onder 2 genoemde onderzoek is nog niet gestart.
- 6b. Publicaties 1978
- A. Federgruen, H.C. Tijms, The optimality equation in average cost denumerable state semi-Markov

decision problems, recurrency conditions and algorithms, J. Appl. Prob. 15 (1978), 356-373.

A. Federgruen, A. Hordijk, H.C. Tijms, A note on simultaneous recurrence conditions on a set of denumerable stochastic matrices, J. Appl. Prob. 15 (1978), 842-847.

A. Federgruen, A. Hordijk, H.C. Tijms, Denumerable state semi-Markov decision processes with unbounded costs, average cost criterium, MC Rapport BW 92/78.

- 7a. Werkplan 1979-80
1. Verder onderzoek naar recurrentie-eigenschappen van collecties van aftelbare Markov ketens en het verband met de spectra van de bijbehorende stochastische matrices. Onderzoek m.b.t. de optimaliteitsvergelijking voor "communicating" semi-Markov beslissingsprocessen.
 2. Intensieve bestudering van de literatuur op dit gebied.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek

- | | |
|--|--|
| 1. Afdeling | Mathematische Besliskunde (MB) |
| 2a. Titel project | MB 2: Combinatorische optimalisering |
| 2c. Aard project | Wetenschappelijk onderzoek |
| 2d. Deelprojecten | MB 2.1: Routerings- en toewijzingsproblemen
MB 2.2: Machinevolgordeproblemen
MB 2.3: Locatie- en allocatieproblemen
MB 2.4: Lagrange-methoden
MB 2.5: Toepassingen grafentheorie |
| 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project | Combinatorische optimalisering houdt zich bezig met het bepalen van een optimaal element uit een grote maar eindige verzameling toegelaten oplossingen. Een klassiek voorbeeld is het probleem van de handelsreiziger, die zich afvraagt in welke volgorde hij een aantal steden moet bezoeken, opdat hij zo snel mogelijk weer op zijn beginpunt is teruggekeerd. |

Vele zeer concrete en belangrijke problemen kunnen als combinatorisch optimaliseringsprobleem worden geformuleerd. Zo treden generalisaties van het bovengenoemde routeringsprobleem veelvuldig op bij de distributieproblematiek, wanneer een onderneming haar afnemers optimaal wil bedienen, b.v. tegen minimale kosten gegeven een bepaalde servicegraad, of zo vaak mogelijk gegeven een bepaald kostenniveau. Deze problematiek leidt ook tot locatie- en allocatieproblemen: het locatieaspect betreft de vestigingsplaats van depots, het allocatieaspect de toewijzing van afnemers aan depots. In de openbare sector treden dergelijke problemen b.v. op bij het situeren van brandweerkazernes. Voorts bestaat er een grote variëteit van toewijzingsproblemen bij het samenstellen van lesroosters en dienstregelingen. Vraagstukken in de productiesfeer van een onderneming leiden vaak tot machinevolgordeproblemen, waarbij schaarse productiemiddelen aan uit te voeren taken moeten worden toegewezen, gegeven een optimaliteitscriterium.

In het algemeen wordt in de combinatorische optimalisering gezocht naar een rangschikking, keuze of toewijzing van diverse objecten die in één of andere zin optimaal is. Een onderzoek naar de complexiteit van deze problemen leidt tot een formeel onderscheid tussen "gemakkelijke" problemen, waarvoor efficiënte (polynomiaal-begrensde) oplos-

singsmethoden bestaan, en "moeilijke" (NP-volledige) problemen, waarvoor het bestaan van een dergelijke algoritme zeer onwaarschijnlijk is. Het onderzoek richt zich voornamelijk op de volgende punten:

1. Bepaling van een zo scherp mogelijke grens tussen gemakkelijke en moeilijke combinatorische optimaliseringsproblemen.
2. Verbetering van efficiënte algoritmen voor gemakkelijke problemen.
3. Ontwikkeling en vergelijking van optimaliseringsalgoritmen voor moeilijke problemen. Deze methoden zijn gewoonlijk niet efficiënt in de zin dat zij in het ergste geval een exponentiële rekentijd vergen. De toepassing van Lagrange-technieken zal hierbij centraal staan.
4. Analyse van het gedrag van efficiënte benaderingsalgoritmen. Niet alleen is dit uit theoretisch oogpunt zeer interessant, maar bovendien zijn dergelijke methoden, die een bevredigende maar niet per se optimale oplossing afleveren, van groot praktisch nut.
5. Onderzoek naar de gevolgen van introductie van stochastische elementen in de vanouds deterministische modellen.

Het hierboven omschreven onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met A.H.G. Rinnooy Kan (Erasmus Universiteit, Rotterdam) en E.L. Lawler (University of California, Berkeley). Voorts worden intensieve contacten onderhouden met M.A.H. Dempster (Balliol College, University of Oxford), M.L. Fisher (The Wharton School, University of Pennsylvania) en R.M. Karp (University of California, Berkeley).

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:

1980	1981	1982	1983	1984	1985
2.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 2.1: Routerings- en toewijzingsproblemen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 2: Combinatorische optimalisering
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
- De globale probleemstelling en het theoretische en praktische belang van dit deelproject zijn reeds vermeld in de projectomschrijving onder punt 3. Het onderzoek zal zich in de komende jaren met name richten op:
1. complexiteitsanalyse en ontwikkeling van algoritmen voor problemen waarvoor nog geen bevredigende methoden bestaan, zoals het acyclische deelgraafprobleem;
 2. het geven van een uitgebreid overzicht van de vele algoritmen voor het zgn. "vehicle routing problem";
 3. het uitbouwen van de ervaring in het oplossen van grootschalige routerings- en roosterproblemen, en de rapportage over de onderliggende methoden.
- Samenwerking vindt plaats met A.H.G. Rinnooy Kan. Voorts zijn er contacten met praktisch georiënteerde besliskundigen zoals B. Blog (Van Gend & Loos) en N. Christofides (Imperial College of Science and Technology, London).
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-------------------|----------|-----------------|
| Drs. B.J. Lageweg | wet.med. | 0.2 |
| Dr. J.K. Lenstra | souschef | p.m. |
5. Duur deelproject
- Begin : 1974
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978
- Het in 1978 uitgevoerde onderzoek betreft:
1. de toepassing van het lineaire toewijzingsprobleem en het handelsreizigersprobleem bij het clusteren van niet-symmetrische matrices;
 2. de complexiteit van het genereren van alle maximaal onafhankelijke deelverzamelingen van een onafhankelijkheidsstelsel en de ontwikkeling van efficiënte algoritmen voor een aantal speciale gevallen van dit probleem;
 3. de implementatie van een algoritme van R.M. Karp voor het lineaire toewijzingspro-

bleem;

4. de karakterisering van alle lineair toegelaten transformaties voor meervoudige handelsreizigersproblemen;
5. de complexiteit van stapelings- en overdekkingsproblemen en het vastleggen van de resultaten in een overzichtsartikel;
6. de oplossing van een praktisch roosterprobleem (de hierbij gevolgde aanpak zal in een artikel worden vastgelegd).

6b. Publicaties 1978

D.S. Brée, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, G. van Bezouwen, A hierarchical clustering scheme for asymmetric matrices, MC Rapport BW 88.

B.L. Fox, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, L.E. Schrage (1978), Branching from the largest upper bound: folklore and facts, Eur. J. Operational Res. 2 (1978), 191-194.

D.S. Johnson, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, The complexity of the network design problem, Networks 8 (1978), 279-285.

E.L. Lawler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, Generating all maximal independent sets: NP-hardness and polynomial-time algorithms, MC Rapport BW 87.

J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, Computational complexity of discrete optimization problems, in: Interfaces between Computer Science and Operations Research, MC Tract 99, pp. 63-85; zal verschijnen in Ann. Discrete Math.

J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, On the expected performance of branch-and-bound algorithms, Operations Res. 26 (1978), 347-349.

J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, P. Van Emde Boas (eds.), Interfaces between Computer Science and Operations Research: Proceedings of a Symposium held at the Mathematisch Centrum, Amsterdam, September 7-10, 1976, MC Tracts 99.

7. Werkplan

Voortzetting van het onderzoek, zoals beschreven onder punt 3.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 2.2: Machinevolgordeproblemen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 2: Combinatorische optimalisering
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
- Overeenkomstig hetgeen vermeld is in de projectomschrijving, zal het onderzoek zich richten op:
1. het ontwikkelen van betere oplossingsmethoden en NP-volledigheidsbewijzen voor "gemakkelijke" resp. "moeilijke" machinevolgordeproblemen;
 2. het analyseren van het gedrag van benaderingsalgoritmen;
 3. het bestuderen van stochastische machinevolgordeproblemen;
 4. het toepassen van de theorie in practijksituaties.

Het onder 3 genoemde onderzoek is een nieuw onderwerp binnen dit deelproject en verdient enige toelichting. De assumptie dat bepaalde grootheden in een model, b.v. de omvang van een taak, aan een waarschijnlijkheidsverdeling onderhevig zijn, is een natuurlijke uitbreiding van de vanouds deterministische modellen en daarnaast uit praktisch oogpunt relevant. In het geval van exponentiële kansverdelingen hoeft het model er niet moeilijker op te worden; in andere gevallen is dit vaak wel zo. Speciale aandacht zal besteed worden aan stochastische modellen die in redelijke mate met practijksituaties overeenstemmen.

Samenwerking vindt plaats met M.A.H. Dempster, M.L. Fisher, E.L. Lawler en A.H.G. Rinnooy Kan. Voorts zijn er vele contacten met vooraanstaande onderzoekers op dit gebied, zoals M. Florian (Université de Montréal), M.R. Garey, R.L. Graham en D.S. Johnson (Bell Laboratories).

4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-------------------|----------|-----------------|
| Drs. L. Jansen | wet.med. | 0.7 |
| Drs. B.J. Lageweg | wet.med. | 0.1 |
| Dr. J.K. Lenstra | souschef | p.m. |
5. Duur deelproject
- Begin : 1973
Einde : nog niet bekend

6a. Resultaten 1978

Het in 1978 uitgevoerde onderzoek betreft:

1. de afronding van een publicatie over deterministische productieplanningsproblemen;
2. voortzetting van het bestuderen van problemen met parallelle machines waarbij onderbreking van de opdrachten is toegestaan;
3. het voorbereiden van een publicatie over de complexiteit van problemen waarbij ketens van opdrachten op één machine moeten worden uitgevoerd;
4. het bestuderen van zgn. "open shop" problemen;
5. nieuwe resultaten m.b.t. de complexiteitsclassificatie van machinevolgordeproblemen en het voorbereiden van een tweetal artikelen over dit onderwerp;
6. complexiteitsresultaten voor machinevolgordeproblemen waarbij externe productiefactoren een rol spelen.

6b. Publicaties 1978

M. Florian, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, Deterministic production planning: algorithms and complexity, MC Rapport BW 93.

R.L. Graham, E.L. Lawler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling: a survey, in: Interfaces between Computer Science and Operations Research, MC Tract 99, pp. 169-214; zal verschijnen in Ann. Discrete Math.

B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, Job-shop scheduling by implicit enumeration, Management Sci. 24 (1977), 441-450.

B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, A general bounding scheme for the permutation flow-shop problem, Operations Res. 26 (1978), 53-67.

J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, Complexity of scheduling under precedence constraints, Operations Res. 26 (1978), 22-35.

7a. Werkplan 1979-80

1. Het afronden van publicaties over de onder 6a genoemde resultaten.
2. Het opstellen van een gedetailleerd overzicht van het gehele gebied der deterministische machinevolgordeproblemen.
3. Het bestuderen van de literatuur over stochastische volgordeproblemen en onderzoek op dit gebied.
4. Het bestuderen van zgn. "dynamic stochastic recourse models".

7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 2.3: Locatie- en allocatieproblemen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 2: Combinatorische optimalisering
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Zoals reeds is aangegeven in de projectomschrijving leiden veel problemen uit de praktijk tot locatie- en allocatieproblemen. Rond 1958 is het onderzoek op dit gebied eerst goed op gang gekomen. Sindsdien is er een uitgebreide maar on-samenhangende literatuur ontstaan over velerlei problemen, oplossingsmethoden en toepassingen.
- Er wordt naar gestreefd meer eenheid in de theorie der locatie- en allocatieproblemen te brengen en hierbij deze theorie uit te bouwen.
- De indruk bestaat dat een beter contact tussen theorie en praktijk op dit gebied voor beide partijen nuttig zal zijn: voor de practici uit overheid en bedrijfsleven door op de hoogte te geraken van wat de wetenschap te bieden heeft, en voor de theoretici door te vernemen welke problemen er werkelijk leven.
- Het leggen van contacten op dit gebied is in volle gang. Er bestaan reeds contacten met J. Krarup (Kopenhagen) en A.H.G. Rinnooy Kan.
4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
Ir. A.W.J. Kolen wet.med. 0.7
Dr. J.K. Lenstra souschef p.m.
5. Duur deelproject Begin : 1978
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Er is een begin gemaakt met het bestuderen van de bestaande literatuur.
- 6b. Publicaties 1978 geen
- 7a. Werkplan 1979-80 1. Het verkrijgen van een zo goed mogelijk overzicht van de bestaande literatuur.
2. Het ontwikkelen van oplossingsmethoden voor nog onopgeloste problemen en van betere oplossingsmethoden voor reeds opgeloste problemen.
3. Het leggen van contacten met het bedrijfsleven.

7b. Werkplan na 1980 Voorzetting van het onderzoek

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 2.4: Lagrange-methoden
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van MB 2: Combinatorische optimalisering
 project
3. Probleemstelling Enige beruchte NP-volledige combinatorische pro-
 en wetenschappe- blemen zijn de laatste jaren op succesvolle wijze
 lijk belang aangepakt met zogenaamde subgradiënt-
 deelproject optimaliseringstechnieken, die gebaseerd zijn op
 Lagrange-methoden en, toegepast in het kader van
 impliciete aftelprocedures, een relatief snelle
 oplossing van het probleem mogelijk maken. Der-
 gelijke methoden kunnen ook bruikbaar zijn bij het
 behandelen van niet-stringente voorwaarden in
 praktische combinatorische op-
 timaliseringsproblemen.
- Samenwerking vindt plaats met M.A.H. Dempster,
 M.L. Fisher en A.H.G. Rinnooy Kan.
4. Samenstelling Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 groep Ir. A.W.J. Kolen wet.med. 0.1
 Drs. B.J. Lageweg wet.med. 0.5
 Dr. J.K. Lenstra souschef p.m.
5. Duur deelproject Begin : 1975
 Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 M.L. Fisher en B.J. Lageweg onderzochten het ge-
 bruik van scaling-technieken voor Lagrange-
 relaxaties van het job-shop scheduling probleem.
 B.J. Lageweg vergeleek verscheidene relaxaties
 voor dit probleem en bestudeerde de convergentie-
 eigenschappen van Lagrange-methoden.
- 6b. Publicaties 1978 geen
- 7a. Werkplan 1979-80 1. Toepassing van Lagrange-methoden in job-shop
 scheduling problemen en locatie-
 allocatieproblemen, m.n. in het kader van im-
 pliciete aftelprocedures.
 2. Onderzoek naar alternatieven voor subgradiënt-
 optimalisering die meer informatie omtrent de
 structuur van het probleem kunnen verwerken.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 2.5: Toepassingen grafentheorie
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MB 2: Combinatorische optimalisering
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Grafen kunnen worden gebruikt als hulpmiddel bij
 modelvorming in de sociale wetenschappen. Hoewel
 de daadwerkelijke toepassingen van de grafentheorie
 op dat gebied in het algemeen nog tamelijk
 eenvoudig van aard zijn, is het toch nuttig om bij
 die toepassingen betrokken te zijn. In de litera-
 tuur komen modellen en technieken naar voren die
 ook voor wiskundigen interessant kunnen zijn; voor
 de beoefenaren van de sociale wetenschappen is het
 van belang dat wiskundigen deelnemen aan de ver-
 dere ontwikkeling van grafentheoretische modellen.
 Verwacht mag worden dat in die ontwikkeling het
 oplossen van combinatorische op-
 timaliseringsproblemen een rol zal spelen.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 J.M. Anthonisse wet.med. 0.1
5. Duur deelproject Begin : 1971
 Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Medewerking verleend aan Summer School in Essex
 (Engeland). Contacten met geïnteresseerden in de
 methoden in Nederland, Duitsland en de V.S. onder-
 houden. Bezoek gebracht aan onderzoekers in de
 V.S.
- 6b. Publicaties 1978 geen
- 7a. Werkplan 1979-80 Op korte termijn is de aandacht vooral gericht op
 het opbouwen van een programmabibliotheek. Zie
 deelproject MB 5.5.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel project MB 3: Systeemtheorie en -analyse
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MB 3.1: Optimale besturing over een oneindig tijdsinterval
MB 3.2: Singuliere optimale besturingstheorie
MB 3.3: Problemen in de differentiaalgeometrische systeemtheorie
MB 3.4: Stochastische realisatieproblemen
MB 3.5: Stochastische filterproblemen
MB 3.6: Problemen in de grootschalige dynamische systeemtheorie
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project

In 1978 zijn de activiteiten van de werkgroep systeemtheorie en systeemanalyse op het Mathematisch Centrum voortgezet en uitgebouwd. Een wetenschappelijk medewerker met ervaring in de systeemtheorie heeft de groep versterkt. Verder is voortgang gemaakt met het opbouwen van basiskennis door twee-wekelijkse werkbeprekingen en sinds september 1978 door bijeenkomsten waarbij een boek bestudeerd wordt met een geometrische benadering van lineaire systeem- en regeltheorie. Een aantal sprekers uit binnen- en buitenland hebben op het Mathematisch Centrum lezingen gehouden.

Wat betreft de onderzoeksplannen van de werkgroep systeemtheorie en systeemanalyse willen we onderscheid maken tussen deterministische dynamische systemen, stochastische dynamische systemen en een relatief nieuw gebied dat we zullen omschrijven als grootschalige dynamische systemen ("large scale systems").

1. Deterministische dynamische systemen

Twee deelprojecten in dit gebied, namelijk regeling over een oneindig tijdsinterval en singuliere optimale besturingstheorie zijn al in 1978 geïnitieerd. Met de singuliere optimale besturingstheorie zijn al belangrijke vorderingen gemaakt. Het onderzoek naar fundamentele basisbegrippen in de lineaire systeemtheorie en toepassing hiervan op besturingsproblemen zal voortgang vinden. Voor de lange termijn wordt gedacht aan fundamenteel onderzoek naar niet-lineaire systemen. Met dit doel voor ogen zal de werkgroep, die zich tot nog toe met de besturing van geometrische methoden in de li-

neaire systeemtheorie heeft beziggehouden, in het seizoen 1979-1980 een aanvang maken met de bestudering van niet-lineaire systemen, in het bijzonder met toepassingen van differentiaalgeometrie. Tevens zal een nieuw project worden gestart om op dit gebied actief onderzoek te gaan doen.

2. Stochastische dynamische systemen

In vele fysische, economische en operationele problemen treden verstoringen op die goed gemodelleerd kunnen worden door stochastische processen. In de literatuur is veel aandacht besteed aan de analyse, het stochastische filterprobleem en het stochastische regelprobleem voor diffusieprocessen. Recentelijk is ook aandacht besteed aan deze problemen voor telproces- en puntproceswaarnemingen. Een algemene formulering van stochastische dynamische systemen ontbreekt echter tot nog toe. In 1978 is in de werkgroep een project gestart voor de definiëring van het begrip stochastisch dynamisch systeem met behulp van waarschijnlijkheidsverdelingen en het geassocieerde stochastische realisatieprobleem. De gevonden benadering is nieuw en van deze zienswijze worden veel resultaten verwacht. Dit project wordt voortgezet. In 1978 is ook een begin gemaakt met een project betreffende stochastische filterproblemen, waarbij tevens aandacht zal worden geschonken aan toepassingen. Voor de verre toekomst wordt gedacht aan adaptieve stochastische regelproblemen en aan systeemidentificatie.

3. Grootschalige dynamische systemen

Sinds enkele jaren verschijnen er in de wetenschappelijke literatuur over systeem- en regeltheorie veel publicaties over grootschalige dynamische systemen, veelal gemotiveerd door belangrijke praktische problemen. Het betreft hier in het algemeen lineaire of algemenere dynamische systemen met een relatief grote dimensie van de toestandsruimte of dynamische systemen met verscheidene beslissers of waarnemers. Voorbeelden van problemen in deze klasse zijn te vinden in de techniek zoals regeling van raffinaderijen of regeling van elektriciteitsdistributie, in het operationele onderzoek zoals besturing van netwerken van wachtlijnen, en in de economie zoals gedecentraliseerde besturing van economische eenheden. Systeemanalyse, alsmede de analyse van wereldmodellen, behoort ook tot dit gebied. Tot nog toe ontbreekt het in dit gebied aan een duidelijke de-

finiëring van de problemen, een formulering van relevante begrippen, en aan praktisch toepasbare theorie. De enige problemen waaraan tot nog toe aandacht is besteed zijn de decompositie van modellen, de stabiliteit van netwerken van systemen en technieken voor gedecentraliseerde besturing. Verder zijn er behandelingen met zogenoemde fuzzy systemen. Het plan is een project te starten in dit gebied, met als doel ervaring te krijgen met praktische problemen en de huidige kennis van zaken en nieuwe wiskundig interessante problemen te formuleren. Er wordt hierbij gedacht aan het probleem van de interactie van informatie en besturing en de interactie van verscheidene beslissers op een dynamisch systeem.

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers (alleen MB):

1980	1981	1982	1983	1984	1985
1.7	2.2	2.7	2.7	2.7	2.7

- 1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 3.1: Optimale besturing over een oneindig tijdsinterval
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 3: Systeemtheorie en -analyse
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het doel van dit project is het ontwikkelen van een theorie voor het berekenen van de optimale "feedback" besturing voor problemen waar de kostenfunctie zich over een oneindige tijdshorizon uitstrekt.

In eerste instantie zal worden gekeken naar deterministische systemen. Het berekenen van de optimale stationaire trajectorie en de bijbehorende besturing is dan vaak triviaal of kan worden herleid tot een niet-lineair programmeringsprobleem. Onder zekere, nog te bepalen, voorwaarden zullen de optimale trajectorieën naar deze optimale stationaire oplossing convergeren. Vermoed wordt dat het bepalen van de optimale feedback control neerkomt op het bepalen van de invariante variëteit die het attractiegebied vormt van een evenwichtspunt van een Hamilton differentiaalvergelijking. Het numeriek berekenen van deze variëteit geeft moeilijkheden omdat deze variëteit geen attractor vormt. Deze numerieke aspecten zullen worden onderzocht.

Tevens zal worden nagegaan welke verbanden er bestaan met "turnpike"-stellingen uit de mathematische economie en tot welke implicaties mogelijke verbanden leiden.

- 4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Drs. J.C.P. Bus wet.med. 0.5
 Prof.dr.ir. J.C. Willems adviseur p.m.
- 5. Duur deelproject Begin : 1978
 Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80 zie punt 3

7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 3.2: Singuliere optimale besturingstheorie
- 2b. Omschrijving
 deelproject Toepassing van singuliere storingstheorie en geometrische methoden uit de systeemtheorie voor singuliere optimale sturingsproblemen en de relatie met resultaten uit de "cheap optimal control" theorie.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MB 3: Systeemtheorie
3. Probleemstelling
 en wetenschappelijk belang
 deelproject Vanuit wiskundige overwegingen wordt in de optimale control theorie gewoonlijk verondersteld dat de kostenfunctie positief definitief is in de stuurvariabelen. Dit heeft als gevolg dat deze stuurvariabelen begrensde waarden zullen aannemen. Vaak is deze aanname echter moeilijk op andere dan wiskundige gronden te verdedigen. Zo zijn er vele regelproblemen waar de control zoiets als de stand van een klep is. In zo'n situatie is het expliciet penalisieren van deze stuurvariabele niet zinvol. Impuls control wordt inderdaad veel in de praktijk gebruikt. In de singuliere optimale besturingstheorie bestaan nog enkele belangrijke open problemen, welke met behulp van singuliere storingstheorie en geometrische methoden tot een oplossing gebracht kunnen worden.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Dr.ir. J. Grasman (TW) wet.med. 0.4 (TW)
 Prof.dr.ir. J.C. Willems adviseur p.m.
5. Duur deelproject Begin : 1978
 Einde (gepland): 1980
- 6a. Resultaten 1978 Aangetoond werd dat de klasse "cheap optimal control" problemen geformuleerd door O'Malley en Jameson (IEEE Trans. Automatic Control, AC-22 (1977), 328-337) nadert tot een klasse singuliere optimale sturingsproblemen met een eënduidige oplossing voor naar nul gaande sturingskosten. Verder werden nodige en voldoende voorwaarden afgeleid waarvoor een singulier optimaal sturingsprobleem een familie van oplossingen heeft. Over deze resultaten is een voordracht gehouden op de algemene werkbepreking van TW (21 december).

6b. Publicaties 1978 geen

7a. Werkplan 1979-80 Het werkplan omvat het verdere onderzoek aan bovengenoemde problemen. Het ligt in de bedoeling om de optimal control in verband te brengen met de theorie van $A \bmod B$ invariante deelruimten en regelbaarheidsdeelruimten; zie Wonham, Linear Multivariable Control: A Geometric Approach, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 101. Tevens zal bekeken worden hoe de oplossing van het cheap optimal control probleem zich gedraagt als het corresponderende singuliere optimale sturingsprobleem meer dan één oplossing heeft.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde
- 2a. Titel deelproject MB 3.3: Problemen in de differentiaalgeometrische systeemtheorie
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek van regelproblemen voor niet-lineaire dynamische systemen met behulp van differentiaalgeometrie.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 3: Systeemtheorie en -analyse
3. Probleemstelling- en wetenschappelijk belang deelproject In de laatste tientallen jaren zijn belangrijke vorderingen gemaakt met de analyse van lineaire dynamische systemen. Voor niet-lineaire dynamische systemen zijn er beduidend minder resultaten. Een veelbelovende aanpak die recentelijk steeds meer de aandacht krijgt, is de differentiaalgeometrische benadering van deze systemen.

Het doel van dit project is deze aanpak te bestuderen en enkele fysische voorbeelden uit te werken. Een mogelijk probleem in dit kader is de standregeling van een geostationaire satelliet. Ter ondersteuning van dit project zal de werkgroep systeemtheorie de bestudering van de differentiaalgeometrische benadering van systeemtheorie in het seizoen 1979-1980 aanvatten.

4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-----------------------------|----------|-----------------|
| Dr.ir. J. Grasman (TW) | wet.med. | 0.1 (TW) |
| Ir. J.H. van Schuppen Ph.D. | wet.med. | 0.2 |
| 1 | wet.med. | 0.2 |
| Prof.dr.ir. J.C. Willems | adviseur | p.m. |
5. Duur deelproject Begin : 1980
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80 Bestudering van de beschikbare literatuur. Het uitwerken van fysische voorbeelden, bijvoorbeeld de standregeling van een geostationaire satelliet.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek.

- 1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 3.4: Stochastische realisatieproblemen
- 2b. Omschrijving
 deelproject Modelvorming van stochastische dynamische syste-
 men. Dit deelproject is gerelateerd aan deelpro-
 ject MS 2.1.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
 project MB 3: Systeemtheorie en -analyse
- 3. Probleemstelling Het onderzoek beoogt de formulering van het con-
 en wetenschappe- cept stochastisch dynamisch systeem en de oplos-
 lijk belang sing van het geassocieerde stochastische realisa-
 deelproject tieprobleem. Dit onderwerp is tot nog toe nauwe-
 lijks behandeld in de literatuur, en de gehanteer-
 de benadering is nieuw.

De activiteiten in 1978 hebben zich toegespitst op het verkrijgen van een voorlopige definitie van een stochastisch dynamisch systeem en een algemene studie van het stochastische realisatieprobleem. Een stochastisch dynamisch systeem bestaat uit een toestandsproces, een waargenomen proces en een ingangsproces, waarbij de waarschijnlijkheidsverdeling van de toekomst van deze processen alleen afhankelijk is van de momentane waarde van het toestandsproces en de toekomst van het ingangsproces. Het stochastische realisatieprobleem is, uitgaande van de voorwaardelijke verdeling van het waargenomen proces, het verkrijgen van een stochastische dynamische systeemrepresentatie voor dit proces.

Het belang van dit project ligt in de begripsvorming en de modellering van stochastische dynamische problemen. Verder ligt het in de verwachting dat dit onderzoek naar nieuwe ideeën zal leiden voor het stochastische filter- en het stochastische regelprobleem. Dit project wordt begeleid door prof.dr.ir. J.C. Willems op het gebied van systeemtheorie en door prof.dr. C.L. Scheffer op het gebied van waarschijnlijkheidstheorie.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Drs. C. van Putten (MS)	wet.med.	0.4 (MS)
	Ir. J.H. van Schuppen Ph.D.	wet.med.	0.4
	Prof.dr.ir. J.C. Willems	adviseur	p.m.

5. Duur deelproject Begin : 1978
 Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Het oriënterende onderzoek heeft bestaan uit de bestudering van de literatuur, alsmede de formulering van een aantal deelproblemen. Deze deelproblemen betreffen de voorwaardelijke onafhankelijkheidsrelatie voor σ -algebra's, en het stochastische realisatieprobleem. Een voorlopige definitie van een stochastisch dynamisch systeem is reeds opgesteld.
- 6b. Publicaties 1978 J.H. van Schuppen, Stochastic filtering theory, a discussion of concepts, methods, and results, MC Rapport BW 96.
- 7a. Werkplan 1979-80 Aandacht zal worden besteed aan de volgende problemen:
 1. Het construeren van minimaal splitsende σ -algebra's voor voorwaardelijk onafhankelijke σ -algebra's.
 2. Het construeren van toestandsruimte-representaties voor stochastische dynamische systemen.
 3. De representatie van Markov processen als oplossingen van stochastische differentiaal-vergelijkingen.
 4. De omkeerbaarheid in de tijd van stochastische dynamische systeemrepresentaties.
- 7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek.

ditionele onafhankelijkheidsrelatie voor σ -algebra's, en voldoende statistieken in de stochastische filtertheorie.

2. Onderzoek naar stochastische dynamische systeemrepresentaties die eindig dimensionale filtersystemen geven, bijvoorbeeld door de invariantie van de conditionele verdeling te vereisen. Toepassingen kunnen de aandacht krijgen.

7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 3.6: Problemen in de grootschalige dynamische systeemtheorie
- 2b. Omschrijving deelproject Verkennend onderzoek voor systemen met grote dimensie of met verscheidene beslissers
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 3: Systeemtheorie en -analyse
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Zoals toegelicht in de inleiding tot het project systeemtheorie en -analyse is er recentelijk een toenemende belangstelling voor grootschalige dynamische systemen, gemotiveerd door praktische problemen. In dit gebied ontbreekt het nog aan een duidelijke definitie van de problemen en de begrippen.

Het doel van dit project is een literatuurstudie te ondernemen en wiskundig interessante problemen te formuleren. De gedachten gaan hierbij uit naar problemen betreffende de interactie van informatie en regeling in een regelsysteem, en de invloed van informatiepatronen op besturingswetten. Verder kan advieswerk bijdragen tot het opdoen van praktische ervaring.

4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-----------------------------|----------|-----------------|
| Ir. J.H. van Schuppen Ph.D. | wet.med. | 0.1 |
| Prof.dr.ir. J.C. Willems | adviseur | p.m. |
5. Duur deelproject
- Begin : 1980
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80
1. Een literatuurstudie van grootschalige dynamische systemen, met name van decompositie, netwerken, stabiliteit en gedecentraliseerde besturing.
 2. Onderzoek naar het probleem van de interactie van informatie- en regeloperaties in een regelsysteem.
 3. Onderzoek naar de invloed van informatiepatronen op regelwetten.

7b. Werkplan na 1980 Voortzetting van het onderzoek.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel project MB 4: Speltheorie
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MB 4.1: Stochastische en coöperatieve spelen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- Speltheorie houdt zich bezig met conflictsituaties, d.w.z. een gebeuren, waarbij verscheidene spelers (landen, legers, groepen, etc.) betrokken zijn met min of meer tegenstrijdige belangen, en waarbij iedere speler de beschikking heeft over een bepaald aantal mogelijke beslissingen, die ieder op hun eigen wijze in het gebeuren ingrijpen. Mathematische modellen van situaties waarin tegenstrijdige belangen optreden worden gebruikt in diverse wetenschappen, zoals in:
1. de economie (bijvoorbeeld bij de bestudering van marktvormen als duopolies en oligopolies):
A.P. Kirman & K.J. Sobel, "Dynamic oligopoly with inventories" (1971);
L.S. Shapley & M. Shubik, "The assignment game" (1973);
 2. de sociologie:
M. Shubik, "Game theory and related approaches to human behaviour" (1964);
E. Marchis & O. Miquel, "On the structure of the teaching learning interactive process" (1974);
 3. de politicologie (bijvoorbeeld bij de bestudering van stemprocedures):
G. Owen, "Political games" (1971);
S.J. Brams & U.D. Davis, "The 3/2's rule in presidential campaigning" (1972);
 4. de logistiek:
A. Charnes & R.G. Schroeder, "On some stochastic tactical and antisubmarine games" (1967).

Als theorie heeft de speltheorie enkele interessante aanrakingsvlakken met andere probleemgebieden, zoals het onderzoek m.b.t. economieën binnen de wiskundige economie en de nauwe verwantschap met de dynamische programmering van de stochastische spelen.

Relatie tot onderzoek elders:

In Nederland wordt op het gebied van de speltheo-

rie onderzoek verricht aan

1. K.U.N. (Tijds, Jansen; matrixspelen, bimatrixspelen, coöperatieve spelen),
2. T.H.E. (Wessels, v.d. Wal; algoritmen voor stochastische tweepersoons nulsomspelen, karakterisering van optimale strategieën),
3. T.H.T. (Olsder; differentiaalspelen),
4. K.H.T. (Plasmans; econometrische modellen van de E.E.G.).

Er vindt intensief contact plaats. Ook met enkele onderzoekers op Duitse en Amerikaanse universiteiten vindt uitwisseling van gedachten plaats (Rieder, Sobel, Parthasarathy).

4. Samenstelling
groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:

1980	1981	1982	1984	1985
0.5	-	-	-	-

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 4.1: Stochastische en coöperatieve spelen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project MB 4: Speltheorie
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het onderzoek zal gericht zijn op de volgende problemen:
1. Voorwaarden voor het bestaan van (ϵ -)evenwichtspunten in stochastische spelen met de gemiddelde opbrengst als criterium.
 2. Verband tussen onverdisconteerde stochastische spelen en spelen met het totale opbrengstencriterium.
 3. Betekenis van de coëfficiënten uit de Puisseuxreeksontwikkeling van de waarde voor verdisconteerde twee-persoons nulsom stochastische spelen.
 4. Algoritmen ter bepaling van waarde en ϵ -optimale stationaire strategieën voor onverdisconteerde stochastische spelen.
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|-------------------|----------|-----------------|
| Dr. A. Federgruen | wet.med. | 0.2 |
| Ir. O.J. Vrieze | wet.med. | 0.3 |
5. Duur deelproject Begin : 1975
Einde (gepland): 1980
- 6a. Resultaten 1978
1. De syllabus n.a.v. het colloquium stochastische spelen (1976) is uitgegeven.
 2. Op het gebied van de onverdisconteerde twee-persoons nulsom stochastische spelen zijn enkele belangrijke resultaten geboekt m.b.t. de karakterisering van spelen met waarde en optimale stationaire strategieën, welke begin 1979 zullen worden gepubliceerd.
 3. Samen met S.H. Tijs (K.U.N.) zijn de constructiemogelijkheden van stochastische spelen met gegeven oplossing bestudeerd. Het rapport BW 86/77, S.H. Tijs & O.J. Vrieze, Perturbation theory for games in normal form and stochastic games, zal in J.O.T.A. verschijnen. De rapporten BW 67/76, BW 73/77 en BW 75/77 zijn verwerkt in het proefschrift van A. Federgruen (zie project MB 1).
- 6b. Publicaties 1978 O.J. Vrieze & G.L. Wanrooij, Colloquium

Stochastische Spelen, MC Syllabus 39.

S.H. Tijs, O.J. Vrieze, Relations between the game parameters, value and optimal strategy spaces in stochastic games and construction of games with given solution, Report 7822, Mathematisch Instituut, K.U.N.

7a. Werkplan 1979-80

Getracht wordt het project in 1980 af te ronden met een proefschrift. In eerste instantie worden de belangrijkste resultaten in rapporten gepubliceerd, met name met betrekking tot het existentieprobleem van de waarde voor onverdisconteerde stochastische spelen.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel project MB 5: Programmatuur
- 2c. Aard project Programmatuur
- 2d. Deelprojecten MB 5.1: Lineaire en geheeltallige programmering
MB 5.2: In- en uitvoersystemen voor lineaire programmering
MB 5.3: Niet-lineaire programmering
MB 5.4: OPERAL
MB 5.5: ALGOL-procedures grafentheorie
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
De aard en omvang van besliskundige problemen brengt met zich mee dat zij alleen met behulp van automatische rekenapparatuur kunnen worden opgelost. De ontwikkeling en documentatie van besliskundige programmatuur is daarom van groot belang. Dit project richt zich op de opbouw en het beheer van programmatheken met procedures op het gebied van de besliskunde en daarmee op vergroting van de mogelijkheden tot het oplossen van praktische beslissingsproblemen.
4. Samenstelling groep
Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:
1980 1981 1982 1983 1984 1985
0.7 0.7 0.7 0.7 0.7 0.7

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 5.1: Lineaire en geheeltallige programmering
- 2c. Aard deelproject Programmatuur
- 2d. Onderdeel van project MB 5: Programmatuur
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
 1. Bestudering van methoden voor het oplossen van lineaire en geheeltallige programmeringsproblemen.
 2. Verbetering en uitbreiding van de programmatuur.
4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
J.M. Anthonisse	wet.med.	0.1
5. Duur deelproject

Begin : 1955
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978
 1. Voortgang met bestudering van literatuur.
 2. Het aanbrengen van ondergeschikte wijzigingen in de programmatuur.
- 6b. Publicaties 1978 geen
7. Werkplan Modulaire opzet van bestaande programmatuur uitbreiden en beter geschikt maken voor grotere problemen.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 5.2: In- en uitvoersystemen voor lineaire programmering
- 2c. Aard deelproject Programmatuur
- 2d. Onderdeel van project MB 5: Programmatuur
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Bij het toepassen van lineaire programmering zijn in- en uitvoersystemen onmisbare schakels tussen het systeem dat het probleem oplost en degene die in de oplossing is geïnteresseerd. Met behulp van geschikte in- en uitvoersystemen kunnen gebruikers met weinig technische kennis van het LP-systeem daar toch gebruik van maken.
4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
J.M. Anthonisse wet.med. 0.1
5. Duur deelproject Begin : 1955
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978
 1. Van het invoersysteem is de FORTRAN versie gereed. Het invoersysteem is bij enkele instellingen in gebruik genomen.
 2. Tijdens de IFORS conferentie te Toronto een voordracht over ervaringen met het invoersysteem gehouden. Tijdens een bezoek aan de Univ. Texas (Austin, USA) inleidingen over de in- en uitvoerproblematiek gehouden.
- 6b. Publicaties 1978 geen
7. Werkplan
 1. Verdere verbeteringen in het invoersysteem, uitbreiding met niet-numerieke subscripten.
 2. Ontwikkeling van een vernieuwd uitvoersysteem dat aansluit bij de meest recente versie van het invoersysteem.

Implementation of Optimization Software, H.J. Greenberg (ed.), Sijthoff & Noordhoff (1978).

- 7a. Werkplan 1979-80 Nadere uitwerking van richtlijnen voor evaluatie van software. Selectie en documentatie van verzamelingen problemen voor deelgebieden van de niet-lineaire programmering. Onderzoek naar mogelijke nieuwe algoritmen. Vergelijking van de beschikbare software op dit gebied.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 5.4: OPERAL
- 2c. Aard deelproject Programmatuur
- 2d. Onderdeel van
project MB 5: Programmatuur
3. Probleemstelling
en wetenschappe-
lijk belang
deelproject Opbouw en beheer van een bibliotheek van beslis-
kundige procedures. Relatie binnenland: de bi-
bliotheek staat in principe ter beschikking van de
Nederlandse instellingen van hoger onderwijs.
4. Samenstelling - Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
groep Drs. L. Jansen wet.med. 0.1
5. Duur deelproject Begin : 1974
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 Enkele verbeteringen werden aangebracht.
- 6b. Publicaties 1978 De handleiding en een groot aantal
programmateksten staan op een file, die in
losbladige vorm kan worden afgedrukt.
7. Werkplan Verdere uitbreiding.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel project MB 6: Werkzaamheden t.b.v. derden: educatieve werkzaamheden
- 2c. Aard project Werkzaamheden t.b.v. derden en wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten MB 6.1: Werkweken en symposia
MB 6.2: Cursus "Besliskundig Analist"
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project De werkweken en symposia zijn bestemd voor mathematisch besliskundigen die zelf onderzoek verrichten en kennis willen maken met in de afdeling MB aanwezige specialistische kennis. De bijeenkomsten zijn ook een stimulans voor het onderzoek van de afdeling. De cursus "Besliskundig Analist" is hoofdzakelijk bestemd voor degenen die het VVS examen willen afleggen.
4. Samenstelling groep Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:

1980	1981	1982	1983	1984	1985
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 6.1: Werkweken en symposia
- 2b. Omschrijving Het voorbereiden en houden van werkweken en symposia op het onderzoeksgebied van de afdeling
 deelproject
- 2c. Aard deelproject Werkzaamheden t.b.v. derden en wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van MB 6: Werkzaamheden t.b.v. derden: educatieve
 project werkzaamheden
3. Probleemstelling Een ruimer publiek van wiskundigen informeren over
 en wetenschappe- recente ontwikkelingen, in het bijzonder over bin-
 lijk belang nen de afdeling behaalde resultaten. Bevordering
 deelproject en intensivering van het contact met en tussen an-
 dere mathematische besliskundigen.
4. Samenstelling Naam of aantal Manjaar in 1980
 groep alle leden v.d. afdeling p.m.
5. Duur deelproject Het is de bedoeling elk jaar een werkweek of een
 internationale bijeenkomst te organiseren, gewijd
 aan een van de onderwerpen die in de afdeling
 worden bestudeerd.
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 Niet van toepassing
7. Werkplan Zie 5.

1. Afdeling Mathematisch Besliskunde (MB)
- 2a. Titel deelproject MB 6.2: Cursus "Besliskundig Analist"
- 2b. Omschrijving
 deelproject Het verzorgen van een algemene inleidende praktisch georiënteerde cursus in de besliskunde.
- 2c. Aard deelproject Werkzaamheden t.b.v. derden
- 2d. Onderdeel van
 project MB 6: Werkzaamheden t.b.v. derden: educatieve werkzaamheden
3. Probleemstelling
 en wetenschappel-
 ijk belang
 deelproject Het verzorgen van een algemene inleidende praktisch georiënterende cursus in de besliskunde.
4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Manjaar in 1980
 verscheide leden v.d. afdeling p.m.
5. Duur deelproject Het is de bedoeling de cursus te blijven mee organiseren en verzorgen.
- 6a. Resultaten 1978 Sinds 1965 wordt in samenwerking met het Adviesbureau voor Kwaliteitsbeleid en Besliskunde b.v. te Rotterdam de cursus "Besliskundig Analist" gegeven, die opleidt voor het examen OR-analist van de V.V.S.
- 6b. Publicaties 1978 Niet van toepassing
7. Werkplan Zie 5.

1. Afdeling Mathematische Besliskunde (MB)
- 2a. Titel project MB 7: Werkzaamheden t.b.v. derden: opdrachten
- 2c. Aard project Consultatieve werkzaamheden
- 2d. Deelprojecten p.m.
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
Het oplossen van beslissingsproblemen uit de praktijk, en het rapporteren over de gevolgde methoden. Voor de beoefening van de besliskunde is het noodzakelijk regelmatig met praktische beslissingsproblemen geconfronteerd te worden. In principe worden alle opdrachten geaccepteerd, tenzij niet-wiskundige aspecten overheersen of de opdracht te omvangrijk is.
De in 1978 uitgevoerde opdrachten betreffen o.a.
 1. structuur van productie en distributie
(Eerst werd de locatie van productieactiviteiten onderzocht, uitgaande van productiekostenfuncties, bij verschillende afzet- en prijsontwikkelingen. Vervolgens werd de structuur van de distributiesector geanalyseerd, gegeven de productieplaatsen en het afnemersbestand: ligging, aantal en soorten depots; beleveringswijze van de klanten.)
 2. systeemanalyse wetenschappelijk corps
(Doel is het ontwikkelen van simulatiemodellen voor het beleid t.a.v. wetenschappelijk personeel, alsmede het verkrijgen van inzicht in de interne arbeidsmarkt en de mobiliteit van wetenschappelijk personeel.)
 3. stageroosters voor co-assistenten
(Regelmatig worden stageroosters voor co-assistenten opgesteld, zodanig dat de individuele roosters zoveel mogelijk aaneengesloten zijn en geen co-assistent zijn stages veel later beeindigt dan zijn collega's.)
 4. stageroosters voor studenten tandheelkunde
(Per student wordt een rooster opgesteld waarin hij een aantal voorgeschreven stages met zeer uiteenlopende eigenschappen volgt en voor het resterende deel van zijn tijd zo vaak mogelijk in een centrale kliniek onder supervisie patiënten behandelt. Uitgangspunt is een maximale benutting van de capaciteit van de kliniek en ongeveer evenveel uren patiëntenbehandeling per student.)
 5. strategie voor materiaalverdeling
(Vier bedrijven waren overeengekomen om materiaal, dat was overgebleven van een gezamen-

lijk project, volgens van te voren vastgestelde spelregels te verdelen. Door simulatie werd voor één van de bedrijven een strategie bepaald om binnen de afgesproken regels zoveel mogelijk interessant materiaal te verkrijgen.)

4. Samenstelling groep

Overzicht aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers:

1980	1981	1982	1983	1984	1985
1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

De Numerieke Wiskunde houdt zich bezig met het ontwerpen, de analyse en de implementatie van numerieke algoritmen voor het oplossen van technisch-wetenschappelijke problemen met behulp van een rekenmachine.

Hierbij zou men een viertal zwaartepunten kunnen onderscheiden:

1. Differentiaal-, integraal-, differentie-differentiaal- en integro-differentiaalvergelijkingen (in het vervolg gemakshalve samengevat tot functionaalvergelijkingen);
2. Lineaire algebra (b.v. eigenwaarden en eigenvectoren, grote stelsels met ijle coëfficiëntenmatrices);
3. Approximatietheorie (b.v. speciale functies, minimax-benaderingen);
4. Optimalisering (met en zonder nevenvoorwaarden, niet-lineaire stelsels).

Er zal naar worden gestreefd in de onderzoeksprogramma's de drie aspecten ontwerpen, analyse en implementatie een gelijk gewicht te geven om zodoende zowel de analytische als de meer op de toepassingen gerichte kanten van de numerieke wiskunde in het onderzoek te betrekken. Het ligt niet in de bedoeling dat de afdeling NW zich met hogere programmeertalen en computer-systemen zelf gaat bezighouden; ze vormen slechts de uitgangspunten bij de implementatie van numerieke algoritmen en behoren tot het terrein van de informatica.

Gezien de beschikbare mankracht blijft het onderzoek in de komende zes jaren geconcentreerd op de functionaalvergelijkingen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit gebied een grote variatie aan numerieke problemen kent en een aanzienlijk deel van de gehele numerieke wiskunde bestrijkt.

In de voorgaande jaren heeft de afdeling zich vrijwel geheel bezig gehouden met algoritmen voor grote klassen van differentiaal- en integraalvergelijkingen waarbij de robuustheid van de numerieke oplossingstechniek een centrale rol speelde. Het ligt in de bedoeling om enkele berekeningsmethoden verder te verfijnen voor specifieke problemen uit deze algemenere probleemklassen. Aangezien de afdeling NW de bronnen voor concrete praktijkproblemen buiten het MC zal moeten zoeken, wil zij de keuze hiervan afstemmen op die problemen waarvoor elders in Nederland belangstelling bestaat maar waarvoor ter plaatse niet voldoende mankracht beschikbaar is. Het MC hoopt hiermee haar numeriek onderzoek niet alleen een aanvulling te laten zijn op het overig numeriek onderzoek in Nederland, maar ook te komen tot de integratie van zijn onderzoek in een landelijk onderzoeksprogramma.

De reden van deze uitbreiding van het onderzoek is dat de basis van de afdeling door het verdwijnen van de lineaire alge-

bra en de numerieke programmatuur als hoofdprojecten te smal is geworden. Er is bewust gekozen voor een verruiming van het onderzoek aan bestaande projecten in plaats van het starten van nieuwe projecten op andere gebieden van de numerieke wiskunde.

Naast het hoofdonderzoek van de afdeling op het gebied van differentiaal- en integraalvergelijkingen vindt onderzoek plaats op het gebied van de elementaire getaltheorie, waarbij de computer een belangrijk hulpmiddel is voor het verwerven van empirische kennis. Een extra stimulans voor dit onderzoek werd gegeven door een recente toepassing van de getaltheorie in de cryptografie, waar een procedure voor het coderen en decoderen van informatie werd ontwikkeld, op basis van het feit dat zeer grote natuurlijke getallen in het algemeen zeer moeilijk in priemgetallen zijn te ontbinden.

Er wordt regelmatig overleg gepleegd met leden van de afdeling Toegepaste Wiskunde over de analytische aspecten van de problemen (met name de functionaalvergelijkingen). Hieruit kunnen richtlijnen voortkomen voor het ontwerpen van geschikte numerieke algoritmen.

Wat de externe contacten betreft, er zal getracht worden vooral de contacten met Nederlandse instituten te intensiveren.

Overzicht onderzoeksonderwerpen en aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
NW 1.1, 1.2: Beginwaardeproblemen	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
NW 1.3 : Randwaardeproblemen	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
NW 1.5, 1.6: Integraalvgl. e.d.	2.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0
NW 1.7 : Niet-lineaire vgl.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
NW 3 : Getaltheorie m.b.v. de computer	p.m	p.m	p.m	p.m	p.m	p.m
NW 4 : Numerieke programmat.	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
Dienstverlening, educatieve wrkz.h.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
TOTAAL NW:	10.0	11.0	12.0	12.0	12.0	12.0

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
- 2b. Omschrijving project Ontwikkelen, analyseren en documenteren van algoritmen voor het verkrijgen van kwantitatieve oplossingen van functionaalvergelijkingen
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten
- NW 1.1: Beginwaardeproblemen voor gewone differentiaalvergelijkingen
 - NW 1.2: Beginwaardeproblemen voor partiële differentiaalvergelijkingen
 - NW 1.3: Randwaardeproblemen
 - NW 1.4: Ondiepwaterproblemen (is eind '77 afgesloten)
 - NW 1.5: Integraalvergelijkingen en integro-differentiaalvergelijkingen
 - NW 1.6: Differentie-differentiaalvergelijkingen
 - NW 1.7: Niet-lineaire vergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
- 1. Ontwikkeling en analyse van voor een rekenmachine geschikte algoritmen om een kwantitatieve oplossing van de gegeven functionaalvergelijkingen te verkrijgen.
 - 2. Analytische aspecten van functionaalvergelijkingen worden in de afdeling Toegepaste Wiskunde bestudeerd. De resultaten geven vaak richtlijnen voor de analyse van numerieke algoritmen.
 - 3. Toepassing bij de oplossing van problemen uit de natuurkunde, scheikunde, biologie, de technische wetenschappen enz.
4. Samenstelling groep
- | | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| wetenschappelijke medewerkers | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
| | 8.5 | 9.5 | 10 | 10 | 10 | 10 |
5. Duur project
- Begin : 1970
Einde (gepland): onbekend

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.1: Beginwaardeproblemen voor gewone differentiaalvergelijkingen
- 2b. Omschrijving deelproject Numerieke analyse van diverse berekeningsmethoden voor zowel niet-stijve als stijve problemen. Hierbij ligt het accent op eerste en tweede orde vergelijkingen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject In de ontwikkeling van een numerieke berekeningsmethode en de algoritmische beschrijving ervan, zal men er naar streven dat in verhouding tot de gevraagde nauwkeurigheid een efficiënte verwerking op een computer mogelijk is. Dit stelt het probleem foutschattingen en stabiliteitscriteria te vinden waarop een karakterisering van het gedrag van de algoritme gebaseerd kan worden. Toepassing in fysica, ingenieurswetenschappen, biologie, chemie enz., rechtvaardigen dit deelproject. Met name de constructie van robuuste algoritmen voor de bovengenoemde vergelijkingen heeft bij andere Nederlandse instituten nauwelijks of geen aandacht, terwijl er in verband met de bouw van geavanceerde programmatheken grote behoefte aan is. Gezien de relatief grote know-how op dit gebied bij het MC heeft dit deelproject een hoge prioriteit.

Relaties worden onderhouden met:

MC: in toenemende mate overleg met de afdeling TW, in het bijzonder in het kader van de werkgroep Biomathematica, betreffende analytische aspecten van genoemde klassen van differentiaalvergelijkingen.

Nederlandse instituten:

Rapportage van de resultaten in de landelijke werkgroep Numerieke Wiskunde te Utrecht.

Buitenland:

Uitwisseling van resultaten met de Wiskundeafdeling van de Universiteit van Dundee en de Universiteit van Trondheim, waar onder leiding van, respectievelijk, prof. J.D. Lambert en prof. S.P. Nørsett soortgelijk werk verricht

wordt.

Belangrijke buitenlandse publikaties:

Voor het voor 1979 en 1980 geplande onderzoek zijn dit:

J.D. Lambert, Computational methods in ordinary differential equations, John Wiley & Sons, London, 1973.

W. Gautschi, Numerical integration of ordinary differential equations based on trigonometric polynomials, Numer. Math. 3, 381-397, 1961.

4. Samenstelling groep	<table border="0"> <tr> <td>Naam of aantal</td> <td>Functie</td> <td>Manjaar in 1980</td> </tr> <tr> <td>Prof.dr. P.J. v.d. Houwen</td> <td>chef</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>Mevr. D. Hilhorst-Goldman</td> <td>wet.med.</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Dr. J.G. Verwer</td> <td>wet.med.</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>B.P. Sommeijer</td> <td>sr.techn.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>wet.progr.</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>wet.med.</td> <td>0.2</td> </tr> </table>	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980	Prof.dr. P.J. v.d. Houwen	chef	0.1	Mevr. D. Hilhorst-Goldman	wet.med.	0.5	Dr. J.G. Verwer	wet.med.	0.3	B.P. Sommeijer	sr.techn.			wet.progr.	0.2	1	wet.med.	0.2
Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980																				
Prof.dr. P.J. v.d. Houwen	chef	0.1																				
Mevr. D. Hilhorst-Goldman	wet.med.	0.5																				
Dr. J.G. Verwer	wet.med.	0.3																				
B.P. Sommeijer	sr.techn.																					
	wet.progr.	0.2																				
1	wet.med.	0.2																				

5. Duur deelproject Begin: 1970 (stijve vergelijkingen) Einde: onbekend

6a. Resultaten 1978 Recapitulatie resultaten van voor 1978 Voor stijve en niet-stijve stelsels zijn een aantal betrouwbare en voldoende nauwkeurige methoden beschikbaar gekomen; dit onderzoek werd in de loop van 1976 voorlopig afgesloten met het MC-Rapport NW 28 en een tweetal samenvattende artikelen in Numerische Mathematik.

Resultaten 1978 In 1978 was de aandacht van de groep geconcentreerd op parabolische en hyperbolische differentiaalvergelijkingen. Resultaten m.b.t. de numerieke integratie van de corresponderende grote stelsels gewone differentiaalvergelijkingen worden besproken in Resultaten 1978 onder NW 1.2.

6b. Publicaties 1978 [1] J.G. Verwer, A sketch of the basic principles of numerical methods for initial value problems in ordinary differential equations, Proceedings Philips Conference ODECON '78, ISCA Publications, N.V. Philips, Eindhoven, 1978.

7a. Werkplan 1979-80 Onderzoek naar geschikte integratiemethoden voor problemen met periodieke oplossingen, in het bijzonder voor problemen uit de biologie. Dit zal gebeuren in nauw overleg met leden van de werkgroep Biomathematica, met name wat betreft de analytische, en ook biologische, aspecten. Bij voldoende

mankracht onderzoek naar algoritmen voor impliciete vergelijkingen met oscillerende oplossingen.

7b. Werkplan na 1980

In grote lijnen zullen de plannen, zoals geformuleerd voor 1979-1980, zich uitstrekken tot na 1980.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.2: Begin-randwaardeproblemen voor partiële differentiaalvergelijkingen
- 2b. Omschrijving deelproject Numerieke analyse van berekeningsmethoden voor parabolische en hyperbolische differentiaalvergelijkingen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject

Evenals bij de numerieke analyse van gewone differentiaalvergelijkingen is ook hier de probleemstelling het vinden van foutschattingen en stabiliteitscriteria waarop de ontwikkeling van een efficiënte algoritme gebaseerd kan worden. Een aparte probleemstelling is het construeren van algoritmen voor meerdimensionale vergelijkingen. Evenals bij de gewone differentiaalvergelijkingen wordt dit project gerechtvaardigd door toepassingen in fysica, ingenieurswetenschappen, biologie, chemie, enz. Bij andere Nederlandse instituten heeft de constructie van algoritmen, bruikbaar voor grote probleemklassen, nauwelijks of geen aandacht. Zulke algoritmen zijn met name belangrijk voor geavanceerde numerieke programmatheken. Hierin ontbreken zij vrijwel geheel. Gezien de grote know-how op dit gebied bij het MC, heeft dit project een hoge prioriteit.

Relaties worden onderhouden met:

MC: overleg met leden van de afdeling TW betreffende analytische aspecten van genoemde klassen van differentiaalvergelijkingen.

Nederlandse instituten:

Rapportage van resultaten in de landelijke werkgroep Numerieke Wiskunde te Utrecht.

Buitenland:

Uitwisseling van resultaten met prof. N.N. Yanenko van het Instituut voor Theoretische en Toegepaste Mechanika te Novosibirsk.

Contact met de Universiteit van Manchester (prof. J. Walsh, dr. I. Gladwell, e.a.) om duplicatie in de ontwikkeling van algoritmen te voorkomen. Dit in verband met de samenwerking met de Numerical Algorithms Group.

Belangrijke buitenlandse publikaties:

Voor het voor 1979 en 1980 geplande onderzoek zijn dit:

N.N. Yanenko, The method of fractional steps, Springer Verlag, Berlijn, 1971.

A.R. Gurlay, Splitting methods for time-dependent partial differential equations, Proceedings "The State of the Art in Numerical Analysis", ed. D.A.H. Jacobs, Academic Press, 1977.

R.D. Richtmyer & K.W. Morton, Difference methods for initial-value problems, Interscience Publishers, New York, 1967.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Prof.dr.P.J. v.d. Houwen	chef	0.2
	Drs. J.Kok	wet.med.	1.0
	Dr. J.G. Verwer	wet.med.	0.6
	Drs. M. Louter-Nool	techn.wet. progr.	0.5
	B.P. Sommeijer	sr.techn. wet.progr.	0.6
	1	wet.med.	0.9
	1	wet.ass.	0.5

5. Duur deelproject Begin: 1970 (gestabiliseerde methoden voor parabolische vergelijkingen) Einde: onbekend

6a. Resultaten 1978

Recapitulatie resultaten van voor 1978:
 In de periode voor 1978 is onderzoek gedaan naar numerieke methoden voor tweede orde parabolische en eerste en tweede orde hyperbolische differentiaalvergelijkingen. Dit onderzoek was opgesplitst in twee deelonderzoeken:

- Onderzoek naar semi-discretisatietechnieken (discretisatie van de plaatsvariabelen) voor vergelijkingen in een en twee plaatsvariabelen. Deze technieken zijn, in principe, toepasbaar op zowel parabolische, hyperbolische, als elliptische problemen. Voor het geval van één plaatsvariabele is een techniek onderzocht welke gebaseerd is op de continue Galerkinmethode. Dit onderzoek is in 1977 afgesloten. Voor het geval van twee plaatsvariabelen werden verschillende methoden, gebaseerd op eindige differenties op niet-uniforme roosters, geanalyseerd en met elkaar vergeleken. Dit onderzoek is in 1978 voortgezet.
- Onderzoek naar tijdsintegratietechnieken (numerieke integratie van het door semi-discretisatie ontstane stelsel gewone differentiaalvergelijkingen). Voor parabolische vergelijkingen is gewerkt aan

een tweetal klassen van integratietechnieken, namelijk gestabiliseerde methoden van het Runge-Kuttatype en split-methoden. Wat betreft de constructie en analyse van de gestabiliseerde methoden is het onderzoek hieraan in 1977 afgesloten. Het onderzoek aan split-methoden is in 1978 voortgezet.

Wat betreft 2e orde hyperbolische vergelijkingen is in de periode 1975-1977 onderzoek gedaan naar gestabiliseerde Nyström-Runge-Kuttaformules en gestabiliseerde lineaire meerstapsmethoden. Een op de NW-rapporten NW 26 en NW 40 gebaseerde publicatie over Nyström-Runge-Kuttaformules, zal in 1979 verschijnen in de "SIAM Journal on Numerical Mathematics".

Voor 1e orde hyperbolische vergelijkingen is gewerkt aan een drietal klassen van methoden, te weten gestabiliseerde Runge-Kuttamethoden, gestabiliseerde lineaire meerstapsformules, en composiete Runge-Kuttaschema's. De composiete schema's werden speciaal ontworpen voor de tijdsintegratie van de ondiep-watervergelijkingen. Het onderzoek aan deze speciale schema's is in 1977 beëindigd. Wat betreft de lineaire meerstapsformules, is het onderzoek over de afleiding van stabiliteits- en consistentievoorwaarden met behulp van een formule-manipulatie-pakket in 1978 voortgezet.

Resultaten 1978.

Zoals in de periode daarvoor was in 1978 het onderzoek opgedeeld in 2 deelonderzoeken:

1. Semi-discretisatietechnieken

Het onderzoek naar eindige differentiemethoden op niet-uniforme 2-dimensionale roosters is in 1978 voortgezet. Resultaten van een vergelijkend onderzoek naar verschillende technieken zijn gerapporteerd in [1]. In verband met de uitkomst van dit onderzoek werd de aangekondigde publicatie over een methode waarmee randkrommen exact voorgesteld kunnen worden herzien. Wegens onderbezetting van de afdeling zal deze publikatie pas in de loop van 1979 verschijnen.

Een in [1] ontwikkelde methode is verbeterd wat betreft de invloed van de stand van de coördinaatassen op de discretisatiefout. Deze verbeterde methode is gekozen als basis voor een automatische semi-discretisator voor differentiaaloperatoren in 2 plaatsvariabelen met lineaire gemengde

Dirichlet-Von Neumannrandvoorwaarden. Deze verbeterde methode zal, naast de in [1] gerapporteerde resultaten, worden gepubliceerd in de "Int. J. for Numerical Methods in Engineering". Met de documentatie en implementatie in ALGOL-68 is een aanvang gemaakt.

2. Tijdsintegratietechnieken

In 1978 is gewerkt aan methoden voor 1e-orde hyperbolische en parabolische problemen. De aandacht was bijna uitsluitend geconcentreerd op de parabolische vergelijkingen.

Voor wat betreft de hyperbolische vergelijkingen is alleen gewerkt aan het formulemanipulatie-pakket voor de afleiding van stabiliteits- en consistentievoorwaarden voor lineaire meerstapsformules. De voor 1978 aangekondigde publicatie zal in de loop van 1979 verschijnen.

Voor de parabolische vergelijkingen is in 1978 bijna uitsluitend gewerkt aan de split-methoden die in de loop van 1977 reeds als onderwerp van onderzoek ter hand werden genomen.

Bij dit onderzoek zijn vier accenten gelegd:

1. Het unificeren en geven van een algemene formulering voor de veelheid van methoden welke voorkomen in de literatuur. Een samenvattende rapportage hierover is te vinden in [2]. Dit rapport is aangeboden aan "Computing". Over dit onderzoek werd verslag uitgebracht op het "Seminarie Numerieke Analyse, Universitaire Instelling Antwerpen", en, in het kader van een werkbezoek aan prof. J.J.H. Miller, aan de Numerieke Wiskunde Groep van de Universiteit van Dublin.
2. Het generaliseren voor willekeurige niet-lineaire vergelijkingen van de in de literatuur voor lineair-opsplitsbare vergelijkingen gedefinieerde ADI-methoden. Met name het probleem van de correcte behandeling van tijdsafhankelijke randvoorwaarden is bestudeerd. Over dit onderzoek is gerapporteerd in [2] en verslag uitgebracht op het "Veertiende Nederlands Mathematisch Congres" en de "Landelijke Werkgroep Numerieke Wiskunde".
3. Het verbeteren van bestaande split-methoden wat betreft nauwkeurigheid van de tijdsintegratie. Het in 1977 aangevangen onderzoek naar meerstaps-splitmethoden van hoge orde

(zie MC Rapport NW 49) is in dit verslagjaar voortgezet. In het bijzonder zijn meerstapsmethoden van het line-hopscotch-type bestudeerd voor de toepassing op tweedimensionale parabolische problemen met een gemengde afgeleide. Een samenvattend verslag van dit onderzoek is gegeven in een herziene versie van NW 49 en elders ter publicatie aangeboden. Voorts is gewerkt aan de LOD-methode voor lineair-opsplitsbare, meerdimensionale vergelijkingen. Met behulp van het principe der defectcorrectie zijn stabiele schema's afgeleid welke een hoge orde van nauwkeurigheid bezitten. De resultaten zijn gerapporteerd in [4].

4. Het numeriek evalueren van een aantal belangrijke klassen van methoden. Voor een test-verzameling van tweedimensionale, niet-lineaire parabolische vergelijkingen met een gemengde afgeleide is een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar gestabiliseerde driestaps-Runge-Kuttamethoden, meerstapsmethoden van het line-hopscotch-type, en de line-hopscotch-methode van Gourlay. Een overzicht van de testresultaten is gegeven in [3] en zal in 1979 gepubliceerd worden in de "Journal of Comp. and Appl. Math". Over deze evaluatie is tevens een lezing gegeven tijdens de "IFIP-WG 2.5 Working Conference on performance evaluation of numerical software" te Baden, Oostenrijk. Het verslag van deze lezing zal in 1979 verschijnen in de Proceedings van de conferentie.

6b. Publicaties 1978

[1] K. Dekker, Semi discretization methods for partial differential equations on non-rectangular grids, MC Rapport NW 56, preprint.

[2] P.J. van der Houwen & J.G. Verwer, One-step splitting methods for semi-discrete parabolic equations, MC Rapport NW 55, preprint

[3] P.J. van der Houwen, B.P. Sommeijer & J.G. Verwer, Comparing time integrators for parabolic equations in two space dimensions with a mixed derivative, MC Rapport NW 60, preprint

[4] J.G. Verwer, The application of iterated defect correction to the LOD-method for parabolic equations, MC Rapport NW 58, preprint

7a. Werkplan 1979-80

1. Voor wat betreft de semi-discretisatie algorit-

me voor differentiaaloperatoren in 2 plaatsvariabelen: documentatie en implementatie in ALGOL 68 (zie ook NW 4.3) voor operatoren met lineaire gemengde randvoorwaarden, evaluatie en analyse voor operatoren met algemenere typen van randvoorwaarden, verdere evaluatie van de toepassing op parabolische vergelijkingen en een begin maken met de toepassing op hyperbolische en elliptische problemen.

2. Foutenanalyse van integratietechnieken, i.h.b. splitmethoden, voor parabolische vergelijkingen met betrekking tot tijdsafhankelijke randvoorwaarden.
3. Ontwikkelen van een tijdsintegrator gebaseerd op de line-hopscotchmethode, en voorzien van staplengte- en foutencontrole, voor tweedimensionale parabolische vergelijkingen met een gemengde afgeleide.
4. Bij voldoende mankracht onderzoek naar numerieke methoden, i.h.b. splitmethoden, voor hyperbolische differentiaalvergelijkingen.
5. Ontwikkelen van een numeriek model voor een 1e-orde partiële differentiaalvergelijking uit de biologie met randvoorwaarden en coëfficiënten waarin functionalen van de oplossing voorkomen (zie Werkplan 1979-1980, TW 3.2). Dit zal gebeuren in nauw overleg met leden van de werkgroep Biomathematica.

7b. Werkplan na 1980

Gezien de omvang van de voor 1979/80 geformuleerde plannen, zullen deze plannen zich in grote lijnen ook uitstrekken over de periode na 1980.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.3: Randwaardeproblemen
- 2b. Omschrijving deelproject Numerieke analyse van randwaardeproblemen voor tweede orde gewone en elliptische differentiaalvergelijkingen, in het bijzonder wanneer hierin een kleine parameter optreedt
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het ontwerpen, analyseren en vergelijken van numerieke algoritmen voor niet-lineaire, singulier gestoorde tweepunts-randwaardeproblemen. Ontwerp en analyse van algoritmen voor elliptische randwaardeproblemen met een kleine parameter. Toepassing op vele problemen uit de fysica, b.v. grenslaagproblemen, en implementatie in geavanceerde programmatheken. Recent ontwikkelde methoden dienen op hun verdiensten getoetst te worden. De toepasbaarheid kan worden uitgebreid. In verband met de op het MC reeds aanwezige know-how heeft dit deelproject een hoge prioriteit.

Relaties worden onderhouden met:

MC: Analytische aspecten worden in de afdeling Toegepaste Wiskunde bestudeerd (dr.ir. J. Grasman, dr. O. Diekmann, prof.dr. L.A. Peletier). Uitwisseling van resultaten vindt plaats via werkbesprekingen.

Nederlandse instituten:

TH Eindhoven (dr. P.P.N. de Groen).

Buitenland:

Dr. I. Gladwell (Univ. Manchester, U.K.), prof.dr. R.E. O'Malley (Universiteit van Arizona, Tucson, U.S.A.), prof. dr. J.M. Varah (Univ. van British Columbia, Canada), prof.dr. R.D. Russell (Simon Fraser Univ., Burnaby, Canada) en dr. J. Watt (Univ. Liverpool, U.K.).

Een nauwe samenwerking heeft plaats met prof.dr. J.J.H. Miller en zijn medewerkers (Trinity College, Dublin).

Belangrijke buitenlandse publicaties:

A. Brandt, Multi Level Adaptive Solutions to Singular Perturbation Problems (to appear, 1979).

M. Lentini and V. Pereyra, An adaptive finite difference solver for nonlinear two-point boundary problems with mild boundary layers, SIAM J.Numer. Anal. (1977).

L.R. Abrahamsson, H.B. Keller and H.O. Kreiss: Difference approximations for singular perturbations of systems of ordinary differential equations, Numer. Math. 22 (1974) 367-391.

4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
dr. P.W. Hemker	wet.med.	0.5
M. de Leeuw	techn.wet.	
	progr.	0.5
D. Hilhorst M.Sc.	wet.med.	0.5 *)
ir. H. Schippers	wet.med.	0.5
1	wet.med.	1.0
1	wet.ass.	0.5

*) I.v.m. haar promotieonderzoek zal D. Hilhorst haar werkzaamheden in 1979 en 1980 vermoedelijk in het kader van deelproject TW 3. in plaats van NW 1.3 verrichten.

5. Duur deelproject

Begin : 1974 (tweepuntsrandwaardeproblemen)
 1978 (elliptische randwaardeproblemen)
 Einde (gepland): 1979 (tweepunts randwaardeproblemen)
 ? (elliptische randwaardeproblemen)

6a. Resultaten 1978

Recapitulatie resultaten van vóór 1978

- Nadat in 1974 een oriënterende studie begonnen was op het vrijwel onontgonnen terrein van het numeriek oplossen van singulier gestoorde tweepuntsrandwaardeproblemen, werd in de daarop volgende jaren een aantal nieuwe differentieschema's ontwikkeld voor 2e orde singulier gestoorde differentiaalvergelijkingen.
- In 1977 werden de resultaten - voor lineaire en niet-lineaire problemen - neergelegd in de MC Tract 80.
 Vervolgens werd getracht ϵ -uniforme convergentie te bewijzen voor exponentieel aangepaste gewogen residuen methoden.
- Een tweede onderzoek, in 1977 gestart, betrof een singulier randwaardeprobleem uit de gasontladingstheorie.
 In samenwerking met de fysici dr. F. Bastien en dr. E. Marode (E.S.E., Frankrijk) en met

drs. M. Bakker (afdeling Opdrachten en Onderwijs, MC) werd een wiskundig model voor de ontlasting tussen elektroden in lucht geanalyseerd. Hiertoe werd een stelsel evolutievergelijkingen numeriek opgelost. Om het karakter van de oplossingen beter te leren kennen werden in samenwerking met de afdeling Toegepaste Wiskunde enkele vereenvoudigde vergelijkingen met analytische methoden opgelost (zie TW. 2.3).

Resultaten 1978

1. Singuliere storingsproblemen

In 1978 werd in samenwerking met dr. P.P.N. de Groen (THE), het onderzoek aan de exponentieel aangepaste Galerkin-methoden afgerond met een foutenanalyse van de in de vorige jaren ontwikkelde algoritmen. De resultaten werden in [1] gerapporteerd en zullen gepubliceerd worden in de Proceedings van de conferentie "Numerieke Analyse van Singuliere Storingsproblemen" te Nijmegen. Deze conferentie werd door dr. P.W. Hemker en prof.dr. J.J.H. Miller (in 1978 tijdelijk verbonden aan de K.U.N.) aan de Katholieke Universiteit Nijmegen georganiseerd van 30 mei t/m 2 juni 1978. Aan deze conferentie, welke de eerste was op dit specialistische gebied, werd deelgenomen door 65 deelnemers uit 17 verschillende landen. In een 29-tal bijdragen werd o.a. verslag gedaan van het verrichte onderzoek op dit gebied van de laatste jaren. De proceedings van deze conferentie (P.W. Hemker, J.J.H. Miller, eds) zullen in 1979 uitgegeven worden door Academic Press, London.

2. Multigrid-methoden

Naast de afronding van het onderzoek naar speciaal aangepaste discretiseringsmethoden werd het onderzoek naar methoden voor het genereren van adaptieve mazen voortgezet. Eerst werden de klassieke equidistributie-technieken bestudeerd. Een vergelijkend onderzoek van de twee beste numerieke programma's welke op deze technieken gebaseerd zijn (PASVAR en COLSYS) werd begonnen (vergelijk project NW 4.3).

Voor meërdimensionale singuliere storingsproblemen zijn de recentelijk ontwikkelde Multilevel adaptieve technieken echter meer belovend. Als voorbereiding op toepassing van deze nieuwe techniek op singuliere storingsproblemen, werd eerst onderzoek met deze techniek

gedaan op het gebied van de Fredholm-integraal-vergelijkingen van de tweede soort (relatie met project NW 1.5), verslag werd hiervan gedaan in het colloquium Integraalvergelijkingen.

3. Gasontladingsproblemen

Het onderzoek in samenwerking met dr.F. Bastien, dr. E. Marode en drs. M. Bakker, betreffende een singulier gestoord randwaardeprobleem uit de gasontladingstheorie werd met een aantal publicaties afgesloten ([2] en [3]). Het wiskundig model werd geanalyseerd (rapport TW 174). Ook werd het gehele gasontladingsproces gesimuleerd, hetgeen de numerieke behandeling van een stelsel partiële differentiaalvergelijkingen inhield.

4. Problemen samenhangend met een roterende stroming.

Een in 1976 bij Philips (Eindhoven) gestart onderzoek naar singuliere randwaardeproblemen m.b.t. vergelijkingen voor roterende stroming werd door H. Schippers voortgezet. De resultaten werden verwerkt in een publicatie, die in 1979 zal verschijnen in Journal of Engineering Mathematics. In samenwerking met prof.dr.ir. P.J. Zandbergen (TH. Twente) werd enig aanvullend onderzoek verricht; de gezamenlijke onderzoeksresultaten werden gepresenteerd op de "6th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics", welke in 1978 werd gehouden in Tbilisi, USSR.

6b. Publicaties 1978

[1] P.P.N. de Groen en P.W. Hemker, Error bounds for exponentially fitted Galerkin methods applied to stiff two-point boundary value problems. MC Rapport NW 62.

[2] E. Marode, D. Hilhorst, I. Gallimberti, B. Gallimberti, The radial distribution of space charge within a filamentary discharge channel, 31st Annual gaseous electronics conference, 17-20 October, 1978, Buffalo, New York.

[3] E. Marode, F. Bastien, M. Bakker, A model of the steamer induced spark formation based on neutral dynamics, Journal of Applied Physics, October 1978.

7a. Werkplan 1979-80

1. Afronding van het vergelijkend onderzoek van adaptieve algoritmen voor het oplossen van twee-punts randwaardeproblemen.
2. Onderzoek naar de mogelijkheden van multi-level adaptieve technieken voor 2- en 3-dimensionale singuliere storingsproblemen. Het ontwikkelen

van strategieën voor maaskeuze en orde-selectie. Het ontwikkelen en de analyse van een algoritme voor een beperkte klasse van 2-dimensionale storingsproblemen.

3. Convergentie-analyse van verschillende (abstracte) adaptieve processen (Stetterprocessen).

Experimentele verificatie van de theoretische resultaten voor een of meer modelproblemen.

4. Zo mogelijk in samenwerking met numerici van andere instituten, een verdere verfijning en analyse van multi-level adaptieve processen voor enkele concrete praktijkproblemen.

7b. Werkplan na 1980 Voorzetting onderzoek van 1979-1980.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.5: Integraalvergelijkingen en integro-differentiaalvergelijkingen
- 2b. Omschrijving deelproject Numerieke analyse van bestaande en ontwikkeling van nieuwe methoden voor het numeriek oplossen van lineaire en niet-lineaire integraalvergelijkingen (waaronder stelsels), met name voor Volterra- en Fredholmvergelijkingen van de eerste en van de tweede soort, en voor integro-differentiaalvergelijkingen.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject In de laatste jaren komen in zeer veel gebieden van de natuurwetenschappen problemen naar voren, die bij mathematische analyse een integraalvergelijking of een stelsel van integraalvergelijkingen opleveren (systeemtheorie, kernreactor-kinetica, populatieproblemen, enz.). Er bestaat derhalve een grote behoefte aan goede algoritmen voor het numeriek oplossen van integraalvergelijkingen. Een klasse van problemen die een speciale aanpak vergen, zijn de zgn. onjuist gestelde problemen die veelvuldig optreden in de vorm van een integraalvergelijking van Fredholm of van Volterra van de eerste soort.

Met de afdeling Toegepaste Wiskunde bestaat overleg over de analytische aspecten van het probleem.

Contacten worden onderhouden met dr. C.T.H. Baker (University of Manchester), dr. H. Brunner (Dalhousie University, Halifax), prof. L.M. Delves (University of Liverpool) en dr. G.F. Miller (National Physical Laboratory Teddington).

Belangrijke buitenlandse publicaties:

L.M. Delves and J. Walsh (eds), Numerical Solution of Integral Equations, Clarendon Press, Oxford, 1974.

K.E. Atkinson, A survey of numerical methods for the solution of Fredholm integral equations of the

second kind, SIAM, 1976.

C.T.H. Baker, The numerical treatment of integral equations, Clarendon Press, Oxford, 1977.

M.A. Jaswon and G.T. Symm, Integral equation methods in potential theory and elastostatics, Acad. Press, 1977.

A.N. Tikhonov and V.Y. Arsenin, Solutions of ill-posed problems, transl. of the Russian edition, John Wiley & Sons, 1977.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Prof.dr.P.J. v.d. Houwen	chef	0.2
	Dr.ir. H.J.J. te Riele	souschef	0.4
	Drs. P.H.M. Wolkenfelt	wet.med.	0.8
	Ir. H. Schippers	wet.med.	0.5
	1	wet.med.	0.2
	1	wet.ass.	0.5
	J. Blom	techn.wet. progr.	0.5

5. Duur deelproject Begin : 1977
 Einde : onbekend

6a. Resultaten 1978

1. Niet-lineaire Volterra-integraalvergelijkingen van de tweede soort.
 Numerieke experimenten, uitgevoerd met de achterwaartse differentiatiemethoden, werden vergeleken met een Runge-Kuttamethode van de Hoog en Weiss. Voorts werd aandacht besteed aan het ontwerpen van een geschikte startmethode alsmede aan het oplossen van de hierbij optredende niet-lineaire stelsels vergelijkingen. De resultaten van dit onderzoek staan beschreven in [1]. Verder werd een verzameling van testproblemen samengesteld en aangeboden aan andere op dit gebied actief zijnde instellingen.
 Het onderzoek naar de stabiliteit van Runge-Kuttamethoden werd voortgezet. Voor een groot aantal expliciete, zwak impliciete en volledig impliciete Runge-Kuttaformules werden de stabiliteitsgebieden berekend en vastgelegd in [3]. Voorts werd hierin aangetoond dat door het toevoegen van een bepaalde "stabiliserende term" in de numerieke schema's deze stabiliteitsgebieden aanzienlijk kunnen worden vergroot.
 Onderzoek werd verder verricht naar kwadratuurformules, die corresponderen met bekende lineaire meerstapsmethoden voor het oplossen van gewone differentiaalvergelijkingen. De resultaten van dit onderzoek zullen in 1979 gepu-

bliceerd worden.

Het bleek mogelijk de stabiliteit van dergelijke kwadratuurformules te analyseren voor een zeer grote klasse van integraalvergelijkingen, n.l. vergelijkingen waarvan de kernfunctie "eindig opsplitsbaar" is. De resultaten staan beschreven in [2]. Voorts werd begonnen met onderzoek naar stapkeuzestrategieën.

2. Niet-lineaire integro-differentiaalvergelijkingen van Volterra.

Onderzocht werd de stabiliteit van lineaire meerstapsmethoden gecombineerd met kwadratuurformules. De beschouwde kwadratuurformules corresponderen met lineaire meerstapsmethoden voor het oplossen van gewone differentiaalvergelijkingen (zie 1.5.1). Voor een grote klasse van vergelijkingen kon de stabiliteitsanalyse worden uitgevoerd. In het bijzonder werd de klasse van achterwaartse differentiatieformules onderzocht. De resultaten van dit onderzoek staan beschreven in [4]. Op het colloquium Numerieke behandeling van integraalvergelijkingen werd over dit onderzoek gerapporteerd.

3. Fredholmvergelijkingen van de tweede soort.

Dit eind 1977 gestarte onderzoek werd voortgezet. Bijzondere aandacht ging uit naar de toepasbaarheid van zogenaamde multi-grid technieken, door A. Brandt eerder toegepast op randwaardeproblemen. Deze technieken werden geformuleerd binnen het kader van het zogenaamde Defect Correctie Principe, afkomstig van H. Stetter. De eerste resultaten van dit onderzoek werden gepresenteerd op het colloquium Numerieke behandeling van integraalvergelijkingen.

4. Fredholm- en Volterravergelijkingen van de eerste soort.

Volstaan werd hier met het bijhouden van de zeer omvangrijke literatuur die in 1978 is verschenen.

5. Colloquium Numerieke behandeling van integraalvergelijkingen.

Dit in oktober 1978 gestarte colloquium heeft tot doel inzicht te geven in numerieke methoden die er bestaan voor het oplossen van integraalvergelijkingen en daarmee verwante vergelijkingen, zoals integro-differentiaalvergelijkingen. Daarnaast wordt ruime aandacht besteed aan concrete praktijkproblemen (o.a. uit de potentiaaltheorie, transporttheorie, halfgeleiderfysica) teneinde de kloof te verkleinen tussen de numerieke wiskunde die zich bezighoudt met

ontwerp, analyse en implementatie van methoden voor klassen van integraalvergelijkingen, en de toepassingsgebieden waaruit de concrete problemen voortkomen, waarvoor die numerieke methoden juist zijn bestemd.

6b. Publicaties 1978

[1] H.J.J. te Riele en P.J. van der Houwen, Backward differentiation formulas for Volterra integral equations of the second kind, II Numerical experiments, MC Rapport NW 57.

[2] P.J. van der Houwen en P.H.M. Wolkenfelt, On the stability of multistep formulas for Volterra integral equations of the second kind, MC Rapport NW 59, preprint.

[3] P.J. van der Houwen en J.G. Blom, On the numerical solution of Volterra integral equations of the second kind, II Runge-Kutta methods, MC Rapport NW 61.

[4] P.J. van der Houwen, H.J.J. te Riele en P.H.M. Wolkenfelt, On the stability of multistep formulas for systems of Volterra integro-differential equations, MC Rapport NW 63, preprint.

7a. Werkplan 1979-80

Voortzetting van het onderzoek van kwadratuurformules voor Volterra vergelijkingen van de eerste en tweede soort, die corresponderen met bekende lineaire meerstapsmethoden voor gewone differentiaalvergelijkingen.

Voortzetting van het stabiliteitsonderzoek van numerieke methoden voor Volterra vergelijkingen van de tweede soort en voor integro-differentiaalvergelijkingen met algemene niet-lineaire kern.

Stabiliteitsonderzoek gebaseerd op zogenaamde "inbeddingstechnieken".

Toepassing van variabele stap- en orde-strategieën in methoden voor Volterra vergelijkingen van de tweede soort.

Vergelijkend onderzoek van verschillende methoden voor Volterra vergelijkingen van de eerste en tweede soort.

Onderzoek van multi-gridmethoden voor Fredholmvergelijkingen van de tweede soort met niet-gladde kernen, en de hierbij te gebruiken kwadratuurformules.

7b. Werkplan na 1980

Vanwege gebrek aan mankracht zal vermoedelijk ook na 1980 aan de onder 7a genoemde onderwerpen worden gewerkt. Daarnaast gaan de gedachten uit naar

de constructie van efficiënte (special purpose) methoden voor concrete praktijkproblemen waarbij zowel de fundamentele analyse van deze methoden als de toepassing ervan centraal staat.

- 1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.6: Differentie-differentiaalvergelijkingen
- 2b. Omschrijving deelproject Analyse van (vooral) de stabiliteit van bestaande en te ontwikkelen algoritmen, met name voor zgn. "retarded differential equations" .
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Differentie-differentiaalvergelijkingen treden veelvuldig op in biologische en fysische processen. Qua onderzoek is het een nog vrijwel braakliggend gebied, waar verscheidene mogelijkheden voor dissertaties liggen.

Samenwerking vindt plaats met de afdeling Toegepaste Wiskunde waar het de interpretaties van resultaten betreft.

Belangrijke buitenlandse publicaties:
R. Bellman and K.L. Cooke, Differential-Difference equations, Academic Press, New York, 1963.

C.W. Cryer, Highly Stable Multistep Methods for Retarded Differential Equations, SIAM Journal Numer. Anal. Vol. II, No. 4, September 1974.

K. Schmitt (ed.), Delay and Functional Differential Equations and their Applications, Academic Press, New York, 1972.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Prof.dr. P.J. v.d. Houwen	chef	0.1
	Dr.ir. H.J.J. te Riele	souschef	0.1
	Drs. P.H.M. Wolkenfelt	wet.med.	0.2
	1	wet.med.	0.3

- 5. Duur deelproject Begin : 1977
Einde (gepland): ?

6a. Resultaten 1978 Wegens onderbezetting van de afdeling en het niet kunnen vervullen van vacatures lagen de activiteiten binnen dit project stil.

7a. Werkplan 1979-80 Voortzetting van het onderzoek van stabiliteit en nauwkeurigheid van Runge-Kutta-achtige methoden

voor "retarded" differentiaalvergelijkingen. Constructie en analyse van methoden voor vergelijkingen met een kleine vertraging. Ontwerpen van methoden voor speciale klassen van differentie-differentiaalvergelijkingen, i.h.b. voor concrete praktijkproblemen. Een voorbeeld hiervan is de diffractie van elastische golven, afkomstig van de afdeling der Elektrotechniek van de TH. Delft.

7b. Werkplan na 1980

Voortzetting onderzoeken van 1979-1980. Onderzoek van lineaire meerstapsmethoden. Implementatie van nieuwe algoritmen en een vergelijkend onderzoek van deze en reeds bestaande methoden.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.7: Niet-lineaire vergelijkingen
- 2b. Omschrijving deelproject Vaststellen van convergentiecriteria voor iteratieve methoden voor niet-lineaire stelsels, in het bijzonder de stelsels welke optreden in integratiemethoden voor beginwaardeproblemen (NW 1.1, 1.2) en integraal/differentiaal-differentiaalvergelijkingen (NW 1.5, 1.6)
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het oplossen van niet-lineaire stelsels is één van de basisbewerkingen in een groot deel van de integratiemethoden voor beginwaardeproblemen, Volterra-integraalvergelijkingen, enz. De ontwikkeling en het onderzoek van betrouwbare en efficiënte oplossings technieken is daarom een belangrijk onderdeel van het project numerieke analyse van functionaalvergelijkingen.
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in | 1980 |
|---------------------------|----------|------------|------|
| Prof.dr. P.J. v.d. Houwen | chef | 0.1 | |
| 1 | wet.med. | 0.5 | |
5. Duur deelproject Begin : 1979
Einde : ?
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80 Inventarisatie van in aanmerking komende methoden. Ontwikkeling en analyse van algoritmen en inpassing in de in het kader van NW 1.1, 1.2, 1.5, 1.6 ontwikkelde integratietechnieken.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 1.7: Niet-lineaire vergelijkingen
- 2b. Omschrijving deelproject Vaststellen van convergentiecriteria voor iteratieve methoden voor niet-lineaire stelsels, in het bijzonder de stelsels welke optreden in integratiemethoden voor beginwaardeproblemen (NW 1.1, 1.2) en integraal/differentiaal-differentiaalvergelijkingen (NW 1.5, 1.6)
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project - NW 1: Numerieke analyse van functionaalvergelijkingen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het oplossen van niet-lineaire stelsels is één van de basisbewerkingen in een groot deel van de integratiemethoden voor beginwaardeproblemen, Volterra-integraalvergelijkingen, enz. De ontwikkeling en het onderzoek van betrouwbare en efficiënte oplossings technieken is daarom een belangrijk onderdeel van het project numerieke analyse van functionaalvergelijkingen.
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|---------------------------|----------|-----------------|
| Prof.dr. P.J. v.d. Houwen | chef | 0.1 |
| 1 | wet.med. | 0.5 |
5. Duur deelproject Begin : 1979
Einde : ?
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80 Inventarisatie van in aanmerking komende methoden. Ontwikkeling en analyse van algoritmen en inpassing in de in het kader van NW 1.1, 1.2, 1.5, 1.6 ontwikkelde integratietechnieken.

- 1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel project NW 3: Getaltheorie met behulp van de computer
- 2b. Omschrijving project Getaltheoretisch onderzoek met behulp van de computer
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten NW 3.2: Opbouw bibliotheek van getaltheoretische procedures
NW 3.3: Diverse overige projecten
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
 - Bestudering van bekende, vaak zeer oude, getaltheoretische problemen met behulp van de computer
 - 1. teneinde de grenzen van de tot heden verworven empirische kennis zo ver mogelijk te verleggen en
 - 2. teneinde met de nieuw verworven empirische kennis een mogelijke oplossing van de problemen te vinden

Getaltheoretische problemen zijn vaak elegant en met weinig woorden te formuleren en hebben daarom ook didactische betekenis. De uitstekende computerfaciliteiten van het MC vormen een efficiënt hulpmiddel bij het (vaak saaie) onontbeerlijke verzamelen van empirische gegevens. Recente ontwikkelingen in de cryptografie (vgl. NW 3.2) vormen een nieuwe stimulans voor het getaltheoretische onderzoek m.b.v. de computer. Er bestaat regelmatig overleg met de afdeling ZW (dr. J. van de Lune) vooral voor de theoretische aspecten van het onderzoek. Overleg met prof.dr. R. Tijdeman (adviseur ZW).

4. Samenstelling groep		1980	1981	1982	1983	1984	1985
	souschef	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

- 1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
 - 2a. Titel deelproject NW 3.2: Opbouw bibliotheek van getaltheoretische procedures
 - 2b. Omschrijving deelproject Opbouw bibliotheek met procedures voor het factoriseren van (zeer grote) getallen, voor het uitvoeren van priemtests, etc.
 - 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
 - 2d. Onderdeel van project NW 3: Getaltheorie met behulp van de computer
 - 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Een belangrijke nieuwe stimulans voor het onderzoek van priemtest- en factorisatieprocedures is het werk van Rivest C.S. [1], waarin een zgn. "trap-door one way permutation" wordt geconstrueerd, die gebaseerd is op het feit dat het zeer moeilijk is om zeer grote getallen (bv. van 150 cijfers) binnen redelijke tijd in priemfactoren te ontbinden. Deze "permutations" spelen een belangrijke rol bij het langs elektronische weg versturen van informatie, die alleen gelezen moet kunnen worden door degene voor wie de informatie bestemd is, en waarvan de afzender op ondubbelzinnige wijze moet kunnen worden vastgesteld [2].
- [1] R. Rivest, A. Shamir and L. Adleman, A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems,, MIT Laboratory for Computer Science, Technical Memo LCS/TM 82, 1977.
- [2] W. Diffie and M. Hellman, New directions in cryptography, IEEE Transactions on Information Theory, IT-22, pp 644-654, 1976.
- Relaties buitenland:
 Univ. van Arizona (USA): Prof.dr. J. Brillhart
 Univ. van California (USA): Prof.dr. D.H. Lehmer.
- 4. Samenstelling groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Dr.ir. H.J.J. te Riele souschef 0.1
 - 5. Duur deelproject Begin : 1976
 Einde : onbekend
 - 6a. Resultaten 1978 Afgezien van literatuuronderzoek en correspondentie is in 1978 niet aan dit deelproject gewerkt door gebrek aan programmeurs en door het feit dat dit project niet de hoogste prioriteit

heeft.

- 7a. Werkplan 1979-80 Onderzoek en vergelijking van factorisatiemethoden die gebaseerd zijn op de berekening van kleine kwadraatresten van het te factoriseren getal.
- 7b. Werkplan na 1980 Onderhoud bibliotheek van getaltheoretische procedures.
- 8. Wijzigingen In verband met de onder 3 genoemde ontwikkelingen is de duur van dit deelproject met onbepaalde tijd verlengd.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 3.3: Diverse overige projecten
- 2b. Omschrijving
deelproject Diverse (soms kleine) onderzoekingen die niet in concrete vorm kunnen worden gepland omdat ze b.v. worden uitgevoerd als reactie op een artikel dat men tegenkomt bij het bijhouden van de literatuur, of na discussie over problemen in tijdschriften e.d.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van
project NW 3: Getaltheorie met behulp van de computer
3. Probleemstelling
en wetenschappe-
lijk belang
deelproject Het gebied van de getaltheorie is zo veelomvattend dat het zeer nuttig is, als er enige ruimte blijft bestaan voor het uitvoeren van niet van te voren geplande projecten. Er bestaan in de getaltheorie zeer vele, vaak zeer oude onopgeloste problemen die de onderzoeker soms tegenkomt bij het bijhouden van de literatuur. Goede veelbelovende ideeën moeten dan kunnen worden uitgewerkt. Het is hiervoor wel noodzakelijk dat intensief contact wordt onderhouden met personen die ongeveer eenzelfde belangstellingsterrein hebben.
- Belangrijke buitenlandse publicatie (in verband met het onder 6a genoemde project):
W. Jurkat en A. Peyerimhoff, A constructive approach to Kronecker approximations and its application to the Mertens conjecture, J. Reine angew. Math., 286/287 (1976), 322-340.
4. Samenstelling
groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
Dr.ir. H.J.J. te Riele souschef 0.1
Er wordt intensief samengewerkt met de afdeling ZW (dr. J. van de Lune).
5. Duur deelproject Begin : 1976
Einde : onbekend
- 6a. Resultaten 1978 Het vermoeden van Mertens luidt, dat $|M(x)| < \sqrt{x}$, voor alle reële $x > 0$, waarbij $M(x) = \sum_{n \leq x} \mu(n)$ en μ de Möbiusfunctie is. De in 1977 gevonden onder- en bovengrenzen voor $M(x)/\sqrt{x}$, nl. 0.792 en -0.820 werden in 1978 verbeterd tot 0.860 resp. -0.843. Hiervoor werden de eerste 15.000 niet-triviale nulpunten van de Riemann zetafunctie in ca. 28 cijfers nauwkeurig berekend. De ervaringen,

opgedaan met bovengenoemde berekeningen, geven aan dat het zeer onwaarschijnlijk is dat het vermoeden van Mertens met de huidige beschikbare middelen kan worden weerlegd. Om deze reden is dit project in de loop van 1978 (voorlopig) afgesloten.

6b. Publicaties 1978 H.J.J. te Riele, Computations concerning the conjecture of Mertens, MC Rapport NW 64, preprint.

7a. Werkplan 1979-80 Nog niet bekend (zie 3)

- 1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel project NW 4: Numerieke Programmatuur
- 2b. Omschrijving project Opbouw en onderhoud van programmatheken op het gebied van de Numerieke Wiskunde
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten NW 4.1: NUMAL
NW 4.3: NUMAL 68
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
In dit project dat zich richt op de ontwikkeling van productieprogrammatuur, wordt uitgegaan van reeds ontwikkelde algoritmen (merendeels algoritmen die onderwerp zijn van het in de deelprojecten NW 1.1 t/m NW 1.7 beschreven onderzoek). De problemen waarvoor men hier gesteld wordt zijn van meer technische aard en liggen op het terrein van het optimaliseren van de efficiëntie en de bruikbaarheid van de verschillende implementaties bij executie op een rekenmachine. Het doel van dit project is het toegankelijk maken van de programmatuur voor grotere groepen van gebruikers variërend van student tot specialist in de numerieke wiskunde. Het gebruik van goede programmatheken voorkomt duplicatie en het gebruik van verkeerde methoden, en is derhalve tijdsbesparend.
- 4. Samenstelling groep
Wetenschappelijk medewerkers 1980 1981 1982 1983 1984 1985
 .5 .5 1 1 1 1
- 5. Duur project
Begin NUMAL 1973
 NUMAL 68 1976

- 1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 4.1: NUMAL
- 2b. Omschrijving deelproject Onderhoud van de programmatheek NUMAL (NUMerieke procedures in ALGOL 60)
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 4: Numerieke Programmatuur
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject

Aanvulling en verbetering en in stand houden van de bestaande programmatheek.

In Nederland en vele andere Europese landen is ALGOL 60 een veelgebruikte programmeertaal; een programmatheek in deze taal is van belang om zowel de specialist als de niet-specialist werk uit handen te nemen en toegang te geven tot het gebruik van moderne rekenmethoden. De NUMAL-programmatheek wordt geraadpleegd door tal van Nederlandse wetenschappelijke rekencentra (universitair en niet-universitair).

NUMAL biedt de basisprogrammatuur voor andere MC-programmatheken: de statistische programmatheek STATAL (afd. MS) en de besliskundige programmatheek OPERAL (AFD. MB).

Er bestaan nauwe contacten met de ALGOL 60 sectie van de Numerical Algorithms Group (NAG), Oxford, en met de IFIP Working Group 2.5 on Mathematical Software.

Belangrijke buitenlandse publicaties zijn:
 IMSL, The IMSL Library, International Mathematical and Statistical Libraries Inc., Houston, Texas, USA.

The NAG-Library, Numerical Algorithms Group, Computing Laboratory, Oxford University, Oxford, U.K.
- 4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Dr. P.W. Hemker	wet.med.	0.1
B.P. Sommeijer	sr. techn.	
	wet.progr.	0.1
- 5. Duur deelproject

Begin : 1973

Einde : Zolang ALGOL 60 frequent gebruikt wordt in Nederland dient NUMAL in stand gehouden te worden.

- 6a. Resultaten 1978 In 1974 werd een manual voor de programmatheek NUMAL gepubliceerd in 8 delen (ca. 600 pag.). NUMAL is beschikbaar bij alle Nederlandse Wetenschappelijke rekencentra met CD-apparatuur (SARA, RUU, RUG, enz.). In 1975 werd een eerste revisie voorbereid waarbij NUMAL ook aanzienlijk werd uitgebreid (correcties en aanvullingen ca. 400 pag.). Ook in 1976 werd de programmatheek verder uitgebreid. Een tweede revisie verscheen in juni 1977. Hierin werd weer een aantal verbeteringen aangebracht en een aantal uitbreidingen toegevoegd (214 pag.). De nieuwe versie van de programmatheek werd aan SARA (en daarmee aan de andere CD-gebruikers) aangeboden. In 1978 werd wederom een aantal correcties en een aantal uitbreidingen verzameld.
- 7a. Werkplan 1979-80 Uitgave van de 3e revisie van de manual.
- 7b. Werkplan na 1980 Instandhouding van NUMAL.

1. Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
- 2a. Titel deelproject NW 4.3: NUMAL 68
- 2b. Omschrijving deelproject Studie omtrent het gebruik van ALGOL 68 voor het implementeren van numerieke programmatuur. Opbouw van een verzameling procedures in ALGOL 68 op zodanige wijze dat er een samenhangend geheel ontstaat.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project NW 4: Numerieke Programmatuur
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject De uit de deelprojecten NW 1.1 t/m 1.7 resulterende ALGOL 68 algoritmen zullen in het algemeen ongeschikt zijn om problemen direct d.m.v. een computer op te lossen aangezien ze "slechts" een beschrijving geven van de berekeningsmethode waarbij de theoretische aspecten primair zijn en de verwerking op een rekenmachine op de tweede plaats komt. In dit deelproject is de probleemstelling om met zo'n beschrijving als uitgangspunt een voor de rekenmachine aanvaardbare implementatie te ontwikkelen. ALGOL 68 is een zeer geschikte taal om deze implementatie-aspecten te beschrijven. Aangezien het bovendien in de verwachting ligt dat ALGOL 68 een steeds belangrijker positie zal gaan innemen, zal er voor de ALGOL-68-gebruikers een grotere behoefte ontstaan aan een ALGOL 68 programmatheek. Om duplicaties te voorkomen is een samenwerkingsverband aangegaan met de Numerical Algorithms Group (NAG) te Oxford. De afdeling NW heeft het Custodianship op zich genomen van 2 onderwerpen uit de NAG-ALGOL 68 programmatheek, te weten: begin-randwaardeproblemen voor partiele differentiaalvergelijkingen en 2-puntsrandwaardeproblemen. De activiteiten m.b.t. het deelproject NW 4.3 zullen voornamelijk in het kader van dit samenwerkingsverband liggen.

Relaties worden onderhouden met:

Nederlandse instituten: prof.dr. Th.J. Dekker (UvA) en S.G. van der Meulen (RUU).

Buitenland: prof.dr. L.M. Delves en dr.J. Watt (Univ. of Liverpool), dr. D.W. Martin (NPL) en prof. J. Walsh en dr. I. Gladwell (Univ. of Manchester), verbonden aan het ALGOL 68 project van NAG.

- | 4. Samenstelling groep | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| | Dr. P.W. Hemker | wet.met. | 0.4 |
| | D.T. Winter | techn.wet.
progr. | 0.9 |
| | B.P. Sommeijer | sr.techn.
wet.progr. | 0.1 |
| | M. de Leeuw | techn.wet.
progr. | 0.5 |
5. Duur deelproject Begin 1976
- 6a. Resultaten 1978
- Het onderzoek naar het gebruik van ALGOL 68 voor de ontwikkeling van numerieke programmatheken betrof in 1978 voornamelijk de wijze waarop ALGOL 68 modes en operatoren benut kunnen worden om een coherente verzameling van numerieke programma's in ALGOL 68 ter beschikking te stellen. Hiertoe werd een verzameling geconstrueerd van ALGOL 68 operatoren voor elementaire algebraïsche en analytische bewerkingen. Een rapport hierover werd in 1978 voorbereid en zal in 1979 verschijnen. Om het mogelijk te maken numerieke FORTRAN-programmatuur te gebruiken in een CDC-ALGOL 68-programma, werd een interface-programma geconstrueerd. Hierdoor is het overbodig geworden FORTRAN-programmatuur in ALGOL 68 te herschrijven.
- Mede in het kader van het NAG Chapter Custodianship voor begin-randwaardeproblemen is een ALGOL 68 implementatie gemaakt voor tijdsintegratie van 2- en 3-dimensionale stelsels parabolische vergelijkingen. Deze implementatie is gebaseerd op gestabiliseerde, expliciete Runge-Kuttaformules zoals beschreven in NW 38/77. Rapportage van de ALGOL 68 implementatie is verschenen in [2].
- 6b. Publicaties 1978
- [1] H.J. Bos & D.T. Winter, AFLINK: A new ALGOL 68-FORTRAN interface, MC Rapport NN 17.
- [2] B.P. Sommeijer, PARABOLIC PDE, an ALGOL 68 implementation for the time integration of semidiscretized parabolic differential equations, MC Rapport NN 16.
- 7a. Werkplan 1979-80
- In het kader van het NAG-Custodianship het operationeel maken voor opname in de NAG-programmatheek van:
1. Een programma voor de semi-discretisatie van differentiaaloperatoren in 2 plaatsvariabelen met lineaire gemengde randvoorwaarden (zie ook NW 1.2). Een documentatie hiervan kan in 1979

tegemoet gezien worden.

2. Een nog in ontwikkeling zijnd research programma voor de tijdsintegratie van ge-semidiscretiseerde 2-dimensionale parabolische problemen. De ten grondslag liggende algoritme is gebaseerd op de line-hopscotch-splitmethode (zie ook NW 1.2).
3. Een programma voor het oplossen van beginrandwaardeproblemen bestaande uit de onder 1 en 2 genoemde onderdelen, waarbij de tijdsintegrator voorzien zal worden van stapgrootte- en foutencontrole.
4. Een programma gebaseerd op de in de programmatheek NUMAL opgenomen procedure MULTISTEP. Deze procedure zal zodanig aangepast worden dat stelsels gewone differentiaalvergelijkingen afkomstig van ge-semidiscretiseerde 1-dimensionale parabolische vergelijkingen efficiënt geïntegreerd kunnen worden door gebruik te maken van de bandstructuur van de Jacobiaan.
5. Voor twee-punts randwaardeproblemen zullen twee bekende programma's (PASVAR en COLSYS) worden vergeleken (evaluatie van numerieke programmatuur, relatie met project NW 1.3). Daarna zal één van deze programma's in de NAG-ALGOL 68 programmatheek worden ingebracht.

Werkzaamheden voor derden.

Consultaties op specifiek numeriek gebied.

Alle opdrachten waarvoor specifiek numerieke kennis vereist is, d.w.z. problemen waarbij het zwaartepunt ligt op de oplossing met behulp van de computer, omdat analytische oplossing niet mogelijk is.

Meestal wordt gebruik gemaakt van procedures uit numerieke programmatheken (zoals NUMAL, NAG, IMSL), soms wordt speciale numerieke programmatuur ontwikkeld (wanneer de beschikbare mankracht dit toelaat).

De problemen zijn afkomstig uit de natuurkunde, scheikunde, biologie, etc. Er zijn geen andere instellingen in Nederland, die in staat (of bereid) zijn specifiek numerieke dienstverlening te beoefenen (afgezien van Universiteiten en Hogescholen, die hierop evenwel minder goed zijn ingericht dan het MC). Met de afdeling TW bestaat nauwe samenwerking over de analytische aspecten van de problemen.

Samenstelling van de groep:

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Dr. J.G. Verwer	wet.med.	0.1
D.T. Winter	sr.techn.	
	wet.progr.	0.1
leden van de afdeling	wet.med.	0.9

Het onderzoek van de afdeling Informatica betreft de volgende drie deelgebieden van de kerninformatica:

1. Theoretische Informatica (AI1, AI2): De mathematische theorie van vorm en betekenisaspecten van formele talen (waaronder programmeertalen), alsmede een analyse van algoritmen, vormen onderwerp van studie in de projecten AI1 en AI2.
2. Taalontwerp en implementatie (AI3, AI4): Centraal staat de ontwikkeling van een machine-onafhankelijke vertaler van volledig ALGOL 68. Daarnaast wordt onderzoek verricht naar hulpmiddelen voor vertalerbouw en wordt verder gewerkt aan (de theorie van) het ontwerp van nieuwe talen.
3. Systemen (AI5, AI6): Er wordt een general purpose interactief Computer Graphics systeem ontwikkeld op een PDP 11/45 met daaraan gekoppeld een HRD-1 Laser Display/Plotter. In het kader van het project Computerarchitectuur worden nieuwe systeemfuncties ontworpen (hard- en software) voor patroonherkenning en stringmanipulatie.

Als korte motivering voor de keuze van deze drie deelgebieden zij hier vermeld:

1. De op het MC goed passende, sterk mathematische oriëntatie van het onderzoek in de Theoretische Informatica, tezamen met de op dit terrein opgebouwde reputatie;
2. de langdurige staat van dienst van de afdeling op het gebied van taalontwerp en implementatie, meer in het bijzonder de rol, die het MC heeft gespeeld bij het onderwerp van ALGOL 68; voorts kan de inbreng van AI4 genoemd worden op het onderzoeksterrein van WG 2.1 van IFIP;
3. het grote belang van fundamenteel onderzoek op het gebied van Computer Graphics ten behoeve van velerlei toepassingsgebieden (waaronder de publicatie van MC uitgaven). Uit de hoek van patroonherkenning zijn innovaties op praktisch informatica gebied te verwachten. Adequate taalconstructies hiervoor moeten onderzocht worden.

Binnen de beperkingen van de beschikbare mankracht is thans geen ruimte voor meer applicatiegericht onderzoek, zoals bijvoorbeeld betreffende informatieontsluiting of gegevensbanken.

Overzicht onderzoeksonderwerpen en aantallen man-
jaren wetenschappelijke medewerkers:

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel project AI 1: Formele talen, automaten en complexiteit
- 2b. Omschrijving project
Het ontwikkelen en doen van onderzoek aan wiskundige modellen in de informatica en nauwverwante vakgebieden. Voorts de analyse van de, met bovengenoemde modellen samenhangende, algoritmen. Een en ander speciaal met betrekking tot benodigde hulpbronnen aan tijd en/of geheugenruimte.
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten
AI 1.1: Lindenmayer systemen
AI 1.2: Abstracte machinemodellen
AI 1.3: Analyse en complexiteit van algoritmen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project
In algemene zin:
1. Het ontwikkelen van, en doen van onderzoek aan, wiskundige modellen, in het bijzonder met betrekking tot natuurlijke talen, programmeertalen, computers en biologische processen.
2. Het onderzoek naar het gedrag van algoritmen.

Tot de gemeenschappelijke interessesfeer van de informatica en de biologie behoren problemen verbonden met de ontwikkelingsbiologie. Speciaal de door A. Lindenmayer voorgestelde mathematische modellen voor een-dimensionale groei en ontwikkeling, sluiten nauw aan bij de theorie der formele talen. Het onderzoek aan voornoemde modellen leidt tot nieuwe inzichten in de theoretische informatica, alsook tot waardevolle resultaten in de theoretische biologie (AI 1.1).

De studie van algoritmen behoort tot de kern van de informatica. Zij is een onderdeel van de theoretische informatica dat zich met de kwantitatieve aspecten van berekenbaarheid bezighoudt. Recente ontwikkelingen op dit terrein variëren van het ontdekken van snellere algoritmen, zoals de snelle Fourier transformatie, tot de opzienbare ontdekking dat voor sommige natuurlijke problemen alle algoritmen inefficiënt zijn. Voor het analyseren van de prestaties van een algoritme, d.w.z. de benodigde tijd/geheugenruimte, is een mathematisch machinemodel nodig (AI 1.2).

Het bepalen van onder- en bovengrenzen aan de complexiteit (benodigde tijd/geheugenruimte) van de

beste algoritme voor een gegeven probleem, alsmede de invariantie van complexiteitsklassen van problemen onder diverse operaties, vormen centrale onderwerpen binnen de complexiteitstheorie (AI 1.3).

Onderzoek naar een of meer delen van bovenstaande gebieden wordt in Nederland o.m. verricht aan:

1. RU Leiden (Rozenberg, v.d. Weide),
2. RU Utrecht (Lindenmayer, v. Leeuwen),
3. UvA (v. Emde Boas),
4. VU (Doucet, Nijholt),
5. Interfaculteit Bedrijfskunde Delft-Rotterdam (Rinnooy-Kan).

Op het MC vindt gerelateerd onderzoek plaats op de afdeling MB (Lenstra, Lageweg) en ZW (Janssen). In het buitenland wordt onderzoek aan deze onderwerpen op vrijwel alle universiteiten bedreven in de informatica en wiskundefaculteiten.

4. Samenstelling groep

Aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers					
1980	1981	1982	1983	1984	1985
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 1.1: Lindenmayer systemen
- 2b. Omschrijving deelproject
De door Lindenmayer opgestelde automatentheoretische modellen voor biologische groei- en ontwikkelingsprocessen worden onderzocht met middelen die grotendeels uit de theorie der formele talen afkomstig zijn. Bijvoorbeeld: het effect van restricties in de modellen op de generatieve kracht; de lokaal catenatieve eigenschap die ook bij vele organismen te constateren valt; groei-functies; stabiliteit onder dynamische vernieuwing van het organisme; het toevoegen van continue componenten ter bevordering van de adequaatheid van het model; de invloed van de structuur van de herschrijfgeregels (locale generatie van cellen) op globale patronen in het organisme en zijn verdere eigenschappen.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 1: Formele talen, automaten en complexiteit
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
Het onderzoek naar L-systemen staat op het moment sterk in de belangstelling. Niet alleen uit het oogpunt van pure theorievorming en biologische toepasbaarheid, doch ook wat betreft zijn invloed op en hulp aan diverse hoofdstromen in de informatica. In vele opzichten is het gebied rijker dan de oudere theorie van "phrase structure" grammatica's ooit geweest is. Uit het oogpunt van de theorie der formele talen bieden L-systemen een formalisme dat beter aansluit bij het statische karakter van de wiskundige methoden dan de oudere typen grammatica's. Hierdoor ontstonden nieuwe structuren en problemen waarvan de analyse het inzicht in de formele taaltheorie verrijkt en waardoor o.m. de AFL theorie ("Abstract Families of Languages") en het onderzoek aan machinemodellen nieuwe impulsen ontvingen.

Onder de verschillende toepassingen in de biologie verdient vooral de aandacht het onderzoek van H. Lück en J. Lück betreffende het schatten van groeiparameters in zekere algen en het toetsen van verdere hypothesen.

Het op het MC uitgevoerde onderzoek houdt zich bezig metprobleemstellingen als onder 2b en 6a om-

schreven.

Recente belangrijke publikaties zijn o.a.:

G.T. Herman en G. Rozenberg, *Developmental Systems and Languages*, North-Holland (1975).

A. Lindenmayer & G. Rozenberg (eds.), *Automata, Languages, Development*, North-Holland (1976).

P.M.B. Vitanyi, *Lindenmayer Systems: Structure, Languages, and Growth Functions*. Proefschrift VU, Mathematisch Centrum (1978), 211 pp.

Relaties worden onderhouden met vele buitenlandse instituten, zie WP 78/MP 79-83.

- | | | | |
|------------------------|--|---------------------|------------------------|
| 4. Samenstelling groep | Naam of aantal
Dr.ir. P.M.B. Vitanyi | Functie
wet.med. | Manjaar in 1980
0.2 |
| 5. Duur deelproject | Begin : 1972
Einde : 1980 | | |
| 6a. Resultaten 1978 | Het onderzoek zoals omschreven in AI 1.1-6a in WP 78/MP 79-83 werd afgerond en resulteerde in een promotie op het proefschrift: "Lindenmayer Systems: Structure, Languages and Growth Functions". Verder onderzoek werd gedaan aan de z.g. lokaal catenatieve systemen. Deelgenomen werd aan G. Rozenberg's werkgroep "L-systemen" aan het Mathematisch Instituut van de RU Utrecht, in het kader waarvan enkele lezingen werden gehouden. | | |
| 6b. Publicaties 1978 | P.M.B. Vitanyi & A. Walker, <i>Stable String Languages of Lindenmayer Systems</i> , <i>Information and Control</i> 37 (1978), 134-149 (*MC Rapport IW 25*). | | |
| | P.M.B. Vitanyi, <i>Lindenmayer Systems: Structure, Languages and Growth Functions</i> . Proefschrift VU, Mathematisch Centrum (1978), 211 pp. | | |
| 7a. Werkplan 1979-80 | <ol style="list-style-type: none">1. Het verzorgen van MC Tract 96 (omwerken van bovengenoemd proefschrift).2. Het vervaardigen van een tijdschriftsartikel n.a.v. MC Rapport IW 87 (biologisch relevante sigmoïdale groeifuncties).3. Eventueel het uitbrengen van enkele rapporten over nog niet gepubliceerd onderzoek. | | |
| 7b. Werkplan na 1980 | Het project wordt beëindigd. | | |

- 1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 1.2: Abstracte machinemodellen
- 2b. Omschrijving deelproject
Het opstellen en analyseren van wiskundige modellen voor gegevensverwerkende machines. Verder, de tijd-geheugenruimte analyse van de door deze modellen uitgevoerde algoritmen. Dit deelproject is intrinsiek verbonden met en doorsnijdt deelproject AI 1.3.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 1: Formele talen, automaten en complexiteit.
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
 - 1. Inverse push-down vertalingen.
Gegeven een object taal, welke brontalen zijn herkenbaar en vertaalbaar in de objecttaal door deterministische push-down vertalers (equivalent met syntax-gestuurde vertalers). Dit onderzoek is relevant voor de theoretische aspecten van ontleding en vertaling van programma's.
 - 2. "random access" versus "serial access" m.b.t. tijdscomplexiteitsklassen
Relevant m.b.t. de tijdsanalyse van algoritmen die gebruik maken van verschillende geheugensoorten en m.b.t. de complexiteitstheorie.

Belangrijkste publikaties:

A. Aho & J. Ullman, The Theory of parsing, Translation and Compiling, vol. I, II, Prentice-Hall (1973).

P.C. Fischer, A.R. Meyer & A.L. Rosenberg, Real time simulation of multihead tape units, JACM (1972).

Bovengenoemde onderwerpen zijn belangrijke (en toepasbare) onderdelen van de theoretische informatica. In Nederland wordt hieraan buiten het MC slechts in beperkte mate onderzoek gedaan. In het buitenland worden contacten onderhouden met prof. W.J. Savitch, Univ. of California, San Diego.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Dr.ir. P.M.B. Vitanyi	wet.med.	0.4

5. Duur deelproject Begin : 1975
 Einde (gepland): 1982
- 6a. Resultaten 1978 Inverse push-down vertalingen.
 Eerder onderzoek (zie WP 78/MP 79-83) resulteerde in een publikatie in het Journal of Computer and System Sciences, een voordracht op het 14e W.G. Congres in Amsterdam, en een voordracht aan DAIMI, Aarhus. Verder onderzoek toonde aan dat de inverse push-down vertalingen van de Dyck taal niet de Parikh eigenschap hebben, en onvergelykbaar zijn met de meeste bekende subfamilies van contextvrije talen (die niet in de deterministische contextvrije talen bevat zijn) en met de al dan niet deterministische one-way stack automaton talen.
- Verder werd aangetoond dat de simpele deterministische push-down vertalingen van $\{0,1\}^*$, gelijk zijn aan de familie van contextvrije talen. Een en ander wordt gerapporteerd in een te verschijnen rapport van DIKU (Datalogisk Institut Københavns Universitet). "Random access" versus "serial access" geheugens. (zie voor eerder onderzoek WP 78/MP 79-83). Verder onderzoek toonde aan dat, voor klassen van niet-schrijvende automaten, de toevoeging van de hier beschouwde beperkte random access instructie de real time complexiteitsklasse echt uitbreidt. Een berekening op een (Turing) machine is real-time, indien de (Turing) machine slechts een elementaire machinestap uitvoert voor ieder gelezen symbool van de invoer. Berekeningen die op zulke wijze worden uitgevoerd zijn relevant voor 'real-time control' bij computers, parsing etc.). Onderzoek betreffende dit onderwerp voor schrijvende automaten gaat voort.
- 6b. Publicaties 1978 P.M.B. Vitanyi & W.J. Savitch, On inverse deterministic pushdown translations, J. Computer and System Sciences 16 (1978), 423-444.
- 7a. Werkplan 1979-80 Voortgaand onderzoek aan de onder 6a genoemde onderwerpen.
- 7b. Werkplan na 1980 Zie onder 7a; en eventueel andere onderwerpen op dit gebied.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 1.3: Analyse en complexiteit van algoritmen
- 2b. Omschrijving deelproject Het bestuderen van het complexiteitsbegrip (bijv. t.a.v. benodigde hulpbronnen aan tijd/ geheugenruimte) binnen de theorie der berekenbaarheid, alsmede de bestudering van concrete algoritmen.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 1: Formele talen, automaten en complexiteit.
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject De abstracte complexiteitstheorie is gebaseerd op de recursietheorie. Het doel kan nader geconcretiseerd worden tot de bestudering van subrecursieve hiërarchieën, die gedefinieerd worden door middel van begrenzings op de complexiteit. Daarnaast bestudeert men het complexiteitsgedrag van individuele functies, bijv. in de "speed-up" stellingen (zie [2]).

In de concrete complexiteitstheorie beschouwt men concrete algoritmen met het oog enerzijds op het ontwerpen van efficiënter (qua geheugenverbruik of rekentijd) algoritmen voor gegeven problemen, anderzijds op het vinden van ondergrenzen voor de complexiteit van een probleem, in de hoop zo aan te tonen dat de gevonden algoritmen niet verbeterd kunnen worden (zie [1]). Een grensvlak tussen de abstracte en de concrete theorie wordt gevormd door de theorie over de complexiteit van abstracte computermodellen zoals registerautomaten (RAM's) en Turing machines, en de daarmee verband houdende fundamentele problemen betreffende determinisme versus niet-determinisme en rekentijd versus geheugenverbruik. Zie ook het sterk verwante deelproject AI 1.2.

Literatuur:

[1] A. Aho, J. Hopcroft and J. Ullman, The Design and Analysis of Computer Algorithms, Addison-Wesley (1974).

[2] P. van Emde Boas, Abstract Resource Bound Classes, te verschijnen als MC Tract 61,62.

[3] J. van Leeuwen, The complexity of data organization,

en

[4] W.J. Savitch, Three hardest problems, beide in: K.R. Apt & J.W. de Bakker (eds.), "Foundations of Computer Science II", parts 1 and 2, MC Tracts 81,82 (1976).

Het onderzoek in de complexiteitstheorie is in Nederland vanuit het MC begonnen. Naast een in 1975/1976 te Leiden gehouden werkgroep worden sindsdien buiten het MC in Nederland geen georganiseerde activiteiten op dit gebied ondernomen. Tot nu toe zijn bij dit deelproject de afdelingen ZW. AI, MB en MS binnen het MC in meerdere of mindere mate betrokken geweest. Nauwe samenwerking binnen de hierna genoemde MC werkgroep werden onderhouden met de Mathematische Instituten van de UvA (P. van Emde Boas), RU Leiden (Th. van der Weide) en de VU (P. Apers) en de Vakgroep Informatica van de RUU (J. van Leeuwen). De werkgroep "Analyse van Algoritmen" centraliseert en bundelt de activiteiten in Nederland op het gebied van de complexiteitstheorie.

Gezien de belangstelling die in den lande bestaat voor het onderzoek dat op dit gebied op het MC verricht wordt (en gegeven het bovenstaande) is dit deelproject noodzakelijk voor de beoefening van dit belangrijke (en nieuwe) gebied binnen de informatica in Nederland en voor het behoud van de centrale plaats van het MC op dit terrein.

4. Samenstelling groep

Naam en aantal	Functie	Manjaar in 1979
Dr.ir. P.M.B. Vitanyi	wet.med.	0.4
Dr.ir. P.R.J. Asveld	wet.med.	1.0

5. Duur deelproject

Begin : 1976
Einde (gepland): 1984

6a. Resultaten 1978

Een eerder onderzoek van P. van Emde Boas en P.M.B. Vitanyi leidde tot een publikatie in "Information Sciences". Op het MC werd de werkgroep "Analyse van Algoritmen" voortgezet onder leiding van P. van Emde Boas (UvA), J. van Leeuwen (RUU) en P.M.B. Vitanyi (in de 2e helft van 1978 door P.R.J. Asveld).

In 1978 werden onder meer J.J. Savage, The Complexity of Computing, Wiley (1976), alsmede diverse artikelen op het gebied van het stenigen van grafen (d.w.z. time-storage trade-offs voor algoritmen) en string matching bestudeerd. P.M.B. Vitanyi was gedurende de eerste helft van het academisch jaar 1978/1979 als gasthoogleraar

verbonden aan de informatica-afdeling van de Universiteit van Kopenhagen (DIKU) en doceerde daar over capita selecta uit de complexiteitstheorie. Hij bracht tevens een 4-daags werkbezoek aan DAIMI, Universiteit van Aarhus, alwaar hij een voordracht hield. Zie verder onder AI 1.2-6a.

Complexiteitsklassen en gefiltereerde deterministische substitutie (P.R.J. Asveld).

Deterministische substitutie onderscheidt zich van niet-deterministische (of normale) substitutie door de eis dat ieder voorkomen van een bepaalde letter in een woord door precies hetzelfde woord (uit een gegeven taal) vervangen dient te worden. Het effect op de geheugencomplexiteit werd onderzocht van de uitbreiding van een taalfamilie K tot de familie $\eta(K)$ d.m.v. gefiltereerde deterministische substitutie. (Voor normale gefiltereerde substitutie werd een en ander op het MC in 1975 onderzocht door J. van Leeuwen.) Indien $S(n) \geq n$ en $K \subseteq \text{NSPACE}(S(n))$ dan geldt ook dat $\eta(K) \subseteq \text{NSPACE}(S(n))$. Een soortgelijke implicatie geldt voor DSPACE . Hieruit blijkt dat diverse bekende taalfamilies zoals de (niet) deterministische contextgevoelige talen, de (niet-)deterministische two-way nonerasing stack automata talen en PSPACE gesloten zijn onder (gestuurde) gefiltereerde λ -vrije deterministische substitutie. Een rapport hierover is in voorbereiding. Een eerder onderzoek leidde tot het aannemen van een artikel ter publikatie door Acta Informatica. De werkgroep stimuleerde diverse externe (m.b.t. het MC) onderzoeken.

6b. Publicaties 1978

P. van Emde Boas & P.M.B. Vitanyi, A note on the recursive enumerability of classes of recursively enumerable languages, Information Sciences 14 (1978), 89-91.

P.R.J. Asveld & J. Engelfriet, Extended linear macro grammars, iteration grammars and register programs, Acta Informatica (to appear).

7a. Werkplan 1979-80

Afbouw van het onderzoek in de abstracte complexiteitstheorie, na gereedkoming van de MC Tracts betreffende P. van Emde Boas' proefschrift "Abstract Resource Bound Classes". Betreffende de zogenaamde "tussenliggende" complexiteitstheorie: zie deelproject AI 1.2. De concrete theorie blijft gericht op gegevens structuren, algebraïsche complexiteit, reducties en machine modellen. Meer in het bijzonder zullen bijvoorbeeld string matching, geometrische complexiteit, meerdimensionale data

structuren en strategieën voor het stenigen van grafen i.v.m. tijd/geheugenruimte trade-offs voor algoritmen worden bestudeerd, alsmede real time algoritms.

7b. Werkplan na 1980

De aangepakte problemen binnen dit deelproject zullen sterk afhangen van de te realiseren bemanning in de jaren 1980-1985. In samenwerking met de UVA (P. van Emde Boas) en de RUU (J. van Leeuwen) zal de met dit onderzoek verbonden werkgroep worden voortgezet.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel project AI 2: Mathematische theorie van programmacorrectheid
- 2b. Omschrijving project Onderzoek van (denotationele en operationele) semantiek, bewijssystemen voor programmacorrectheid, en de relatie tussen beide.
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten AI 2.1: Semantiek en bewijssystemen
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project Bij de studie van semantiek van programmeertalen houdt men zich bezig met vragen betreffende betekenisaspecten van deze talen. Als deelgebieden kan men onderscheiden:
1. de studie van fundamentele eigenschappen van belangrijke programmeerconcepten zoals assignment, sprongopdrachten, iteratie en recursie, parametermechanismen, gegevensstructuren, parallel programmeren, e.d.;
 2. de studie van methoden voor het garanderen dan wel verifiëren van programmacorrectheid, en van technieken voor het bewijzen van eigenschappen van programma's zoals hun equivalentie of terminatie; voorts onderzoek betreffende gezondheid en volledigheid van bewijssystemen;
 3. de studie van systemen voor de formele definitie van (syntaxis en) semantiek van programmeertalen, ten behoeve van programmeur, implementator en, desgewenst, ter bevordering van standaardisatie.

Met vele buitenlandse instituten worden intensieve contacten onderhouden. We noemen:

1. Stanford (Manna)
2. Universiteit van Helsinki (Back)
3. Academy Lithuanian SSR (Pliuskevicius)
4. Pont Universidade Catolica, Rio de Janeiro (Pereira)
5. Edinburgh University (Milner, Plotkin)
6. IBM Yorktown Heights (Harel, Thatcher)
7. Aarhus University (Mosses)
8. MIT (Meyer, Pratt)
9. IRIA (Courcelle, Nivat, Kahn)
10. Aken (Indermark)
11. Warschau (Blikle, Mazurkiewicz)

In Nederland zijn er contacten met de Universiteit van Amsterdam (Van Emde Boas), de Erasmusuniversiteit (Apt), De rijksuniversiteit Utrecht (de Roe-ver) en de Rijksuniversiteit te Leiden (Goeman).

Het onderzoek van de afdeling was in de eerste ja-ren (1965-1969) voornamelijk gericht op formele definitie van programmeertalen, maar is sindsdien gewijd aan onderwerpen uit de eerste twee deel-gebieden (fundamentele eigenschappen, program-macorrectheid). Als nadere toelichting het volgen-de:

In principe kan men de betekenis van een programma op twee manieren karakterizeren:

1. Bewijstheoretisch

Een systeem van axioma's en bewijsregels wordt gegeven, corresponderend met de programmeercon-cepten die men wenst te onderzoeken. De beteke-nis van deze concepten volgt dan - impliciet - uit hetgeen men erover bewijzen kan.

2. Modeltheoretisch

Programma's worden in verband gebracht met een model; in deze opvatting van de semantiek wordt aan een programma betekenis gegeven door een afbeelding van programmateksten naar objecten in het model te definiëren. Gangbaar is een on-derscheid tussen operationele semantiek: het model is gegeven in termen van een abstracte machine, en denotationele (of mathematische) semantiek: het model bestaat uit mathematische objecten zoals verzamelingen, functies en ope-ratoren.

De afdeling heeft diverse bijdragen geleverd aan bewijstheorie en denotationele semantiek. Voor wat betreft de bewijstheorie is niet zozeer gestreefd naar de ontwikkeling van nieuwe bewijsmethoden als wel naar een analyse van de mathematische ach-tergronden van reeds bestaande methoden, waarbij vragen naar de consistentie, volledigheid en on-derlinge relatie van een aantal methoden zijn beantwoord. Voor wat betreft de denotationele se-mantiek is bijgedragen aan de kleinste dek-puntskarakterisering van recursie, welke een door-braak in het semantiekonderzoek heeft bewerkstel-ligd. Vanuit dit basisprincipe is zowel de theorie verder ontwikkeld, alsook een groot aantal toepas-singen gevonden.

Op het programma voor 1980 en voor de jaren 1981-1985 staan een aantal werkzaamheden die een direc-

te voortzetting zijn van thans lopend onderzoek, waarbij in het bijzonder aandacht zal worden geschonken aan het schrijven van een monografie over mathematische theorie van programmacorrectheid, waarin een samenvattende beschrijving van in recente jaren verkregen resultaten zal worden gegeven.

De theoretische werkzaamheden zullen als uitgangspunt de methodes der denotationele semantiek hanteren. Deze methode wordt dan toegepast op:

1. een nadere analyse van een aantal fundamentele programmeerconcepten voorkomende in b.v. de taal PASCAL; soms zal het nodig zijn ter vergelijking e.d. de operationele semantiek van het betreffende concept te bestuderen;
2. een poging tot modelvorming voor parallele en concurrente programmering, met de hieraan verbonden synchronisatieproblemen;
3. een analyse van in de literatuur voorgestelde, mogelijk nieuwe, bewijsmethoden.

4. Samenstelling groep	1980	1981	1982	1983	1984	1985
wet.med.	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
chef	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

5. Duur project Begin : 1964
 Einde : nog niet bekend

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 2.1: Semantiek en bewijssystemen
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek van semantiek, bewijssystemen en de relatie tussen beide
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 2: Mathematische theorie van programmacorrectheid
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Voor veel programmeerconcepten is thans nog geen bevredigende denotationele semantiek gevonden. Veelal wordt in de literatuur ofwel een overladen wiskundig formalisme ontwikkeld - bijv. gebruikmakend van categorietheorie - en vervolgens slechts een enkel programmeerconcept niet al te diepgaand behandeld, of er wordt van de moeilijker concepten slecht een in wezen operationele semantiek gegeven.

Eerste kandidaat voor een behoorlijke mathematische behandeling is een bewijstheorie van een aantal fundamentele concepten uit de programmeertaal PASCAL, te weten: assignment, sprongopdrachten, sequentiële compositie, localiteit, recursie, de parametermechanismen call-by-value en call-by-variable, en zelf-applicatie. Deze concepten worden dan in hun onderlinge samenhang beschouwd.

Dit onderzoek kan uitgebreid worden met de besturing van andere parametermechanismen zoals call-by-name, call-by-result en van mogelijke bewijsregels daarvoor.

Bewijstheoretisch is nogal wat aandacht gegeven aan PASCAL en opvolgers (Hoare & Wirth, Acta Inf. (2), 1973; Igarashi, London & Luckham, Acta Inf. (4), 1975; Donahue, Lecture Notes in Computer Science, 43, 1976; B.W. Lampson et al., Report on the programming language Euclid, en diverse andere artikelen). Ons inziens is de voorgestelde bewijstheorie echter onvolledig, juist omdat een volledige analyse van de hieraan ten grondslag liggende semantiek nog ontbreekt.

Zelf-applicatie kan beschreven worden in programmeertalen die procedures toelaten als parameters van procedures. De denotationele semantiek voor dit soort talen zal gebruik maken van de zogenaam-

de reflexieve domeinen. Dit heeft tot gevolg dat het verband tussen denotationele- en operationele semantiek minder direct wordt. Onderzocht zal worden hoe deze beschrijvingen samenhangen.

Als volgende kandidaat voor een behandeling volgens de methoden der denotationele semantiek komt in aanmerking het geheel van concepten rond parallel programmeren en hiermee verband houdende synchronisatiekwesities. Problemen in deze sector zijn meestal buitengewoon moeilijk te voorzien en tot nu toe steeds of op een in wezen operationele manier behandeld (zoals bijvoorbeeld aan de hand van Petri-netten), ofwel op basis van Plotkin's wiskundig moeilijk te doorgronden "power domain" constructie. Nagegaan moet worden of deze opzet inderdaad onmisbaar is. Als voorbereiding zijn reeds diverse ideeën over een mathematische behandeling van niet-deterministische programma's beschikbaar (IW 50, IW 83).

Een uitputtende behandeling van consistentie- en volledigheidsvragen van een bewijssystem van redelijke omvang is een zeer omvangrijke taak, die alleen dan kans op succes heeft als aan uiterst strenge eisen van logische precisie wordt voldaan.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Prof.dr. J.W. de Bakker	chef	0.4
	Drs. A. de Bruin	wet.med.	0.6
	Dr. J. Zucker	wet.med.	1.0
	1.	wet.med.	0.4

5. Duur deelproject Begin : 1969
 Einde : nog niet bekend

6a. Resultaten 1978 1. (Apt): Het rapport IW 97 van K.R. Apt brengt verslag uit van zijn werk omtrent de gezondheids- en volledigheidproblemen van "Hoare-like"-systemen voor partiële correctheid van programma's. Apt construeerde een gezond en volledig Hoare-like systeem voor een fragment van PASCAL waarin locale declaraties van simpele variabelen, array variabelen en stelsels van elkaar aanroepende recursieve procedures zijn toegestaan. In het rapport is een gedetailleerde analyse van de notie van waarheid van formules van het bovengenoemde bewijssystem uitgevoerd. Deze notie is nodig voor het bewijs van gezondheid van het systeem, en een definitie die voldoet aan de eisen (de axioma's zijn waar en de bewijsregels bewaren de waarheid van formules) is moeilijk te vin-

den.

2. (de Bruin): Uit de literatuur zijn bewijsregels bekend voor sprongopdrachten en gelabelde statements. Dit deductiesysteem is onderzocht, en gezondheid en volledigheid ervan zijn aangetoond. Gebleken is dat de opzet van het systeem ingewikkelder was dan strikt noodzakelijk. Een eenvoudiger systeem is opgezet en gezondheid en volledigheid daarvan is bewezen. In het rapport "Goto statements: semantics and deduction systems" zal hiervan verslag uitgebracht worden. In dit rapport wordt tevens de equivalentie van een operationele semantiek en de (standaard-) denotationele semantiek bewezen.
3. (de Bakker/Zucker): Het werk aan de monografie "Mathematical Theory of Program Correctness" werd voorgezet. Van de hoofdstukken 2 (Basic concepts), 3 (The while statement), 4 (Subscripted variables), 5 (Recursive procedures), 7 (nondeterministic statements) en 8 (Termination, weakest preconditions and strongest postconditions) kwam een (vrijwel) definitieve versie gereed, terwijl een eerste versie werd gemaakt van de hoofdstukken 6 (Goto statements) en 9 (Locality and parameter mechanisms). Verder werd door J. Zucker een appendix "Expressibility of pre- and postconditions" geschreven. Een gedeelte van genoemd materiaal werd door De Bakker gebruikt als syllabus bij een serie gastcolleges aan de Pontificia Universidade Catolica (Rio de Janeiro), mei-juni 1978.

6b. Publicaties 1978

K.R. Apt, Equivalence of denotational and operational semantics for a fragment of PASCAL, Proc. IFIP TC-2 Working Conference on Formal Description of Programming Concepts (E.J. Neuhold, ed.), pp. 139-163, North-Holland, 1978 (*MC Rapport IW 71*).

K.R. Apt, A sound and complete Hoare-like system for a fragment of PASCAL, (MC Rapport IW 97).

J.W. de Bakker, Recursive programs as predicate transformers, Proc. IFIP TC-2 Working Conference on Formal Description of Programming Concepts (E.J. Neuhold, ed.), pp. 165-181, North-Holland, 1978 (*MC Rapport IW 83*).

7a. Werkplan 1979-80

Het werkplan bestaat uit het uitvoeren van het onderzoek, omschreven onder punt 3.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel project AI 3: ALGOL 68
- 2b. Omschrijving project Studie en implementatie van de programmeertaal ALGOL 68
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Deelprojecten
 - AI 3.1: parser
 - AI 3.2: code-generatie
 - AI 3.3: runtime-systeem; machine-onafhankelijk gedeelte
 - AI 3.4: runtime systeem; machine-afhankelijk gedeelte
 - AI 3.5: consolidatie
 - AI 3.6: ALGOL 68H
 - AI 3.7: ALEPH
 - AI 3.8: verdere implementatievraagstukken
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project

ALGOL 68 is een hogere, machine-onafhankelijke programmeertaal die de gebruiker aanzienlijk meer uitdrukkingsmiddelen biedt en een breder toepassingsspectrum heeft dan de meeste andere talen, zonder dat dit ten koste van veiligheid en eenvoud van uitdrukking is gegaan. Bij de ontwikkeling van deze taal, onder de auspiciën van de International Federation for Information Processing, heeft het MC een belangrijke rol gespeeld. Het definitieve rapport verscheen eind 1975.

De laatste jaren worden steeds grotere hoeveelheden werk besteed aan het aanpassen van programmatuur voor een andere computer dan waarvoor deze oorspronkelijk ontwikkeld is. De verbreiding van ALGOL 68, dat kan gelden als een internationale, met ongebruikelijke precisie gedefinieerde standaard, kan een bijdrage leveren aan de uitwisselbaarheid van programmatuur. Hiervoor is de beschikbaarheid van goede compilers onontbeerlijk.

ALGOL-68-compilers worden of zijn momenteel op een aantal plaatsen ter wereld ontwikkeld. Deze compilers behandelen echter een subtaal of een dialect van ALGOL 68. Als gevolg hiervan is de met behulp van zo'n compiler ontwikkelde programmatuur in het algemeen niet overdraagbaar naar een installatie met een andere ALGOL-68-compiler. Bovendien zijn bijna al deze compilers sterk gebonden aan een bepaald type computer, zodat ook het overdragen van de compiler niet mogelijk is. De

enkele ontwikkelde wel overdraagbare compilers beschrijven slechts een sterk ingeperkte subtaal.

De belangrijkste ontwerpcriteria van de in het kader van dit project te ontwikkelen ALGOL-68-compiler zijn dan ook:

1. de compiler moet de volledige taal beheersen, zonder concessies aan het gemak van de implementeerbaarheid;
2. de compiler moet overdraagbaar zijn naar een zo groot mogelijke groep installaties.

Naast deze "primaire" doelstellingen spelen ook een aantal "secundaire" doelstellingen mee, die zijn afgeleid uit de overweging dat de te ontwikkelen compiler ook aantrekkelijk in gebruik moet zijn ten opzichte van andere compilers. Het loutere gegeven dat de volledige taal ALGOL 68 ter beschikking staat is hierbij niet voldoende, efficiëntie en het gemak van gebruik zijn evenzeer belangrijk.

Tijdens de ontwikkeling van de compiler wordt zoveel mogelijk getracht het verrichte werk in een ruimer kader dan enkel de compiler te plaatsen. Zo wordt er actief meegewerkt aan standaardisering van onderdelen van ALGOL 68. Hierbij kan genoemd worden:

1. het door H.J. Boom verrichte onderzoek naar een standaard-representatie van ALGOL-68-programma's.
In samenwerking met W.J. Hansen van de University of Illinois at Urbana-Champaign is een standaard-representatie ontwikkeld die door IFIP officieel als zodanig aanvaard is.
2. het door H.J. Boom verrichte onderzoek betreffende standaardisering van de syntaxis en semantiek van onafhankelijke compilatie.
Het in samenwerking met C.H. Lindsey van de University of Manchester in het kader van de Task Force on Seperate Compilation ontwikkelde voorstel is door IFIP officieel aanvaard.
3. onderzoek om tot een standaard implementatiemodel van de transput te komen. Een door J.C. van Vliet ontwikkeld model is inmiddels door de Task Force on Transput aangenomen en zal binnenkort ter goedkeuring worden voorgelegd aan Working Group 2.1 van IFIP.

Het is verder van belang te benadrukken dat diverse onderdelen van dit project als uitgangspunt

dienen voor enkele dissertaties.

Voorts ligt het in de bedoeling de notities die ontstonden in het kader van de in 1976/1977 georganiseerde werkgroep Revised ALGOL 68 Report uit te werken en als annotaties op het Revised Report te publiceren. In deze notities wordt aandacht besteed aan de taalbeschrijving (methodiek, correctheidsbewijzen) en wordt ingegaan op de achtergronden van bepaalde keuzen bij het ontwerp van ALGOL 68. Daarnaast worden ook de consequenties met betrekking tot implementatiemogelijkheden behandeld.

De belangrijkste onderdelen van een compiler zijn:

1. de parser; dit is het deel dat een programma syntactisch onderzoekt.
2. code-generatie; nadat een programma syntactisch onderzocht is, wordt het vertaald in objectcode voor een bepaalde machine.
3. runtime-systeem; tijdens uitvoering heeft een programma "support" nodig, o.a. om in- en uitvoer te kunnen plegen.

De doelstelling van overdraagbaarheid is voor de parser eenvoudig te verwezenlijken, aangezien deze geschreven wordt in ALEPH, een speciaal met het oog op machine-onafhankelijkheid en overdraagbaarheid ontwikkelde implementatietaal. Voor de code-generatie en het runtime-systeem is overdracht aanmerkelijk moeilijker. Weliswaar kan een werkende code-generator die via ALEPH loopt op machine X en die ook code voor machine X genereert, door overdracht van ALEPH naar een machine Y daarop eveneens aan het lopen gebracht worden, doch daarmee is het doel nog geenszins bereikt. De zo getransporteerde code-generator zal immers nog steeds code voor machine X genereren.

Een volledige machine-onafhankelijkheid is daarom niet mogelijk. Om toch een zo groot mogelijke onafhankelijkheid te bereiken is gekozen voor het genereren van code voor een geïdealiseerde, abstracte machine, die enerzijds verwant is met de "hypothetical computer" uit het ALGOL-68-rapport, maar anderzijds vele karakteristieken draagt van een grote klasse van feitelijke computers. Hierdoor kan volstaan worden met het eenmalig oplossen van die problemen bij code-generatie, zoals geheugenbeheer en transport-optimalisatie, die gemeenschappelijk zijn voor uiteenlopende computers en dus in feite machine-onafhankelijk. Bij iedere

overdracht moet dan nog een omzetting gerealiseerd worden van machine-onafhankelijke naar machine-gebonden code. Deze benadering geeft ook steun voor de overdracht van het runtime-systeem voor zover dat eveneens in geïdealiseerde code beschreven kan worden. Aangezien grote delen hiervan in het ALGOL-68-rapport al beschreven worden in (een uitgebreide variant van) ALGOL 68, ligt het voor de hand de compiler zelf gedeelten van zijn eigen runtime-systeem te laten genereren. Voor deze toepassing moet de compiler enkele uitbreidingen van ALGOL 68 aankunnen.

De verschillende onderdelen van de compiler en hun onderlinge verhouding ("interfaces") worden eerst op functioneel niveau volledig gespecificeerd voordat verdere implementatiestappen worden gezet. De bedoeling daarvan is de correctheid van de compiler te kunnen waarborgen in termen van de correctheid van de onderdelen en de noodzaak tot aanpassingen van het ene onderdeel wegens wijzigingen in het andere onderdeel tot een minimum terug te brengen. Hierdoor wordt het tevens mogelijk verschillende onderdelen gelijktijdig te implementeren.

De voltooiing van de parser, waaraan reeds veel werk is verricht, zal naar verwachting binnen een jaar beslag kunnen krijgen. De implementatie van code-generatie en runtime-systeem zullen naar schatting twee jaar kosten. Voor uitgebreidere gegevens betreffende werkplannen wordt verwezen naar de gegevens die bij de deelprojecten worden verstrekt.

Internationaal vindt er uitwisseling plaats via de Informal Information Interchange; hierin zijn ongeveer 150 geïnteresseerden en implementatoren verenigd. Onder meer worden onze rapporten aan alle leden van deze groep toegezonden.

Op een aantal specifiek aan ALGOL 68 gewijde conferenties die gehouden zijn onder auspiciën van de Informal Information Interchange is meermalen verslag uitgebracht van onze bevindingen. Dit betreft conferenties te Los Angeles, USA (1973), Winnipeg, Canada (1974), Stillwater, USA (1975) en Glasgow, Schotland (1977). Tevens wordt regelmatig gesproken op bijeenkomsten van Working Group 2.1 en 2.4 van IFIP.

De programmeertaal ALEPH wordt door ons gebruikt om er de compiler in te schrijven. Aan een machi-

ne-onafhankelijke compiler voor deze taal wordt nog werk verricht. Een eenvoudige, efficiënt te implementeren tussencode, genaamd ALICE, is hiervoor ontwikkeld. Voor wat betreft de door de ALGOL-68-compiler te genereren objectcode is studie verricht aan de implementatie van de machine-onafhankelijke objectcode JANUS (ontwikkeld op de Universiteit van Colorado). In de toekomst zal contact met de afdeling Numerieke Wiskunde nodig zijn om bepaalde delen van het runtime-systeem te realiseren.

4. Samenstelling groep		1980	1981	1982	1983	1984	1985
	wet.med.	3.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
	programmeur	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	wet.ass.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

5. Duur project
Begin : 1971
Einde (gepland): eerste werkende versie: 1980.
Daarna nog consolidatie en verder onderzoek op machine-onafhankelijk terrein.

6. Wijzigingen
Het blijkt niet mogelijk te zijn de strakke tijdsplanning uit de meerjarenplanning 1980/1984 aan te houden. De voornaamste oorzaak hiervan is dat het definitieve voorstel inzake standaardisering van syntaxis en semantiek van onafhankelijke compilatie veel later beschikbaar kwam dan was voorzien. Hierdoor moesten de geplande werkzaamheden aan de parser uitgesteld worden en kon het ontwerp van de te gebruiken machine-onafhankelijke objectcode niet afgesloten worden. Daarnaast werken diverse medewerkers in het kader van hun werkzaamheden binnen het project aan een dissertatie. Vooruitlopend op de planning uit het vorige meerjarenplan is al wel een betere lexical analyzer ontwikkeld. Het deelproject AI 3.4, waarin zowel de consolidatie van het systeem als de implementatie van de machine-afhankelijk delen van het runtime-systeem waren ondergebracht, is in twee afzonderlijke deelprojecten opgesplitst.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.1: Parser
- 2b. Omschrijving deelproject Het ontwikkelen van een machine-onafhankelijke parser voor de volledige taal ALGOL 68
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 3: ALGOL 68
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject De te ontwikkelen parser moet geïntegreerd zijn in de te ontwikkelen ALGOL-68-compiler. Dit betekent dat het resultaat van de structuuranalyse moet aansluiten op de invoer van de code-generator. Het streven naar overdraagbaarheid van de compiler brengt met zich mee dat de programmeertaal waarin o.a. de parser beschreven wordt, op zich overdraagbaar moet zijn. Speciaal voor dit doel is de programmeertaal ALEPH ontwikkeld en geïmplementeerd.

Wij verwachten dat onze compiler met name gebruikt zal gaan worden voor het verwerken van studentenprogramma's. Door veel aandacht te besteden aan mogelijkheden tot foutherstelling hopen we het aantal runs, nodig om een programma syntactisch correct te krijgen, zo laag mogelijk te houden. Er zijn reeds diverse publicaties over de door ons ontwikkelde technieken op dit gebied verschenen. De bedoeling hiervan is mede de aantrekkelijkheid in gebruik ten opzichte van andere compilers te bevorderen.

De parser onderzoekt in een aantal stappen (scans) de structuur van een programma:

Scan 1:

Onderzoek van de oppervlaktestructuur

De invoertekst wordt gelezen en opgesplitst in eenheden zoals identificers en denotations. Dit onderdeel is beschreven in de vorm van een eindige automaat. De efficiëntie hiervan is van groot belang aangezien de invoertekst op dit niveau karakter voor karakter geanalyseerd en verwerkt moet worden. Tevens worden tabellen opgebouwd ten behoeve van de (voor de verdere analyse noodzakelijke) interpretatie van symbolen waarvan de betekenis in het programma gedefinieerd is (een mogelijkheid die kenmerkend is voor ALGOL 68). Ook

worden virtuele operatoren aan de invoertekst toegevoegd die het automatisch fouterstellingsprocédé van de twee volgende scans mogelijk maken. Wanneer tijdens deze fase blijkt dat de invoertekst fouten bevat op het niveau van bepaalde, voor de globale interpretatie van de tekst cruciale, merktekens, of fouten op het niveau van de haakjesstructuur, worden speciale sub-scans aangeroepen om deze fouten optimaal te herstellen.

Scan 2:

Prefix-transductie

De uitvoer van scan 1 wordt van achteren naar voren doorlopen; de "constructoren" van sommige constructies worden aan het begin van de betreffende constructies geplaatst. Op de oorspronkelijke plaats van deze constructoren wordt in zo'n geval een synchronisatieteken achtergelaten ten behoeve van de automatische fouterstelling.

Scan 3:

Onderzoek van de dieptestructuur

De uitvoertekst van scan 2 is zodanig dat aan het begin van elke constructie de aard van de constructie bekend is. Met behulp van de bekende LL(1)-techniek wordt nu de dieptestructuur van het programma onderzocht. Hierbij worden tevens tabellen opgebouwd met gegevens die van belang zijn voor de semantische interpretatie (en controle) van de geanalyseerde structuur. In deze scan wordt de door ons ontwikkelde fouterstellingstechniek toegepast.

Intermezzo:

Mode-equivalencing

De vergaarde gegevens over de modes (gegeneraliseerde types) van de in het programma voorkomende constructies worden in standaardvorm gebracht, zodat twee verschillend beschreven, maar equivalente, modes komen samen te vallen.

Scan 4:

Identificatie

Van iedere voorkomende "indicator" wordt de bijbehorende definitie bepaald. De wijze waarop in ALGOL 68 operatoren (een speciaal soort indicatoren) kunnen worden ingevoerd, vereist dat hierbij gegevens uit de context worden betrokken.

Scan 5:

Coercie

De meeste constructies in een ALGOL-68-programma hebben een a priori en een a posteriori mode. Deze

beide modes en het transformatiepad daartussen worden bepaald uit de constructie en zijn context.

Naast het belang dat dit deelproject heeft in het geheel van het project (waarvoor verwezen kan worden naar hetgeen hierover gezegd is bij de betreffende punten bij het project ALGOL 68), kan met name het aspect van de fourherstelling genoemd worden.

Het door ons verrichte onderzoek heeft aangetoond dat eenvoudige en efficiënte fourherstellingstechnieken zelfs bij ALGOL 68 betere resultaten opleveren dan de gangbare technieken blijken te doen bij in dit opzicht veel "gemakkelijker" programmeertalen. Het betreft een drietal nieuwe technieken, die gecombineerd buitengewoon geschikt zijn om op ALGOL-68-programma's toegepast te worden.

De eerste techniek lost een probleem op dat voorheen als onoplosbaar werd beschouwd: het corrigeren van fouten met betrekking tot comment-, pragmat- en string-symbolen, die dienen om ongestructureerde stukken tekst af te wisselen met de normale programmatekst. De toepasbaarheid van deze techniek beperkt zich grotendeels tot ALGOL 68.

De tweede techniek, die het mogelijk maakt fouten in de haakjesstructuur te corrigeren, is toepasbaar op alle talen die een haakjesstructuur hebben. Hoewel dit probleem beschouwd kan worden als een speciaal geval van een probleem waarvan de oplossing reeds in de literatuur beschreven werd, is de gevonden techniek voor dit speciale geval aanmerkelijk efficiënter, en neemt de efficiëntie toe naarmate de te herstellen tekst "correcter" is.

De derde techniek kan alleen worden toegepast in combinatie met de tweede, en levert een grammatica die alle mogelijke invoerteksten beschrijft, aangeeft waar grammaticale fouten in deze teksten te vinden zijn (en wel zó dat nog zoveel mogelijk van de oorspronkelijke structuur behouden blijft), en zich leent voor de bekende LL(1)-ontledingstechniek. Voor zover te overzien is deze techniek niet alleen op ALGOL 68, maar met enige modificatie op nagenoeg alle programmeertalen toepasbaar.

Over deze technieken verschenen de volgende pu-

blicaties:

L.G.L.T. Meertens & J.C. van Vliet, Repairing the State Switcher Skeleton of ALGOL 68 Programs (*MC Rapport IW 15*).

L.G.L.T. Meertens & J.C. van Vliet, Repairing the Parenthesis Skeleton of ALGOL 68 Programs: Proof of Correctness, in: G.E. Hedrick (ed.), Proceedings of an International Conference on ALGOL 68, Oklahoma State University, Stillwater, 1976 (*MC Rapport IW 52*).

L.G.L.T. Meertens & J.C. van Vliet, Parsing ALGOL 68 with Syntax-Directed Error Recovery, in: G.E. Hedrick (ed.), Proceedings of an International Conference on ALGOL 68, Oklahoma State University, Stillwater, 1976 (*MC Rapport IW 54*).

Betreffende standaardisering van de syntaxis en semantiek van onafhankelijke compilatie werd onderzoek verricht binnen het kader van een door de Standing Subcommittee on ALGOL 68 Support van WG 2.1 van IFIP opgerichte Task Force on Separate Compilation. De hieruit resulterende taaluitbreiding vindt zijn weerslag in elk van de hierboven beschreven onderdelen van de parser.

4. Samenstelling groep

Voor 1980 niet van toepassing

5. Duur deelproject

Begin : 1972

Hierbij moet opgemerkt worden dat pas in 1974, nadat de revisie van ALGOL 68 een feit was geworden, met de eigenlijke implementatie begonnen werd.

Einde (gepland): 1979.

6a. Resultaten 1978

Het onderzoek binnen het kader van de Task Force on Separate Compilation betreffende standaardisering van syntaxis en semantiek van onafhankelijke compilatie werd afgerond. De officiële definitie hiervan werd door Working Group 2.1 van IFIP goedgekeurd. Hierover verscheen het rapport IW 105. Het aandeel van de afdeling betrof met name een beschrijving van verschillende methoden om definitie-modulen en onafhankelijke compilatie te implementeren.

Ten einde de efficiëntie van de eerste scan van de ALGOL-68-compiler te verhogen werd een lexical

analyzer ontworpen, gebaseerd op een eindige machine. Deze lexical analyzer implementeert de drie stijlen van de standaard-hardware-representatie volledig, plus nog een stijl speciaal ten behoeve van het gebruik op het CDC-systeem. Het geheel werd op een machine-onafhankelijke wijze beschreven in de vorm van een deterministische rechtslineaire grammatica, waarin met iedere productieregel een actie van de eindige machine is geassocieerd. De acties en de datastructuren van de eindige machine zijn beschreven in ALGOL 68. De analyzer werd met behulp van een text-editor vertaald in ALEPH en vervolgens uitgetest. Hierover verscheen het rapport IW 98.

6b. Publicaties 1978

H.B.M. Jonkers, A finite state lexical analyzer for the standard hardware representation of ALGOL 68, MC Rapport IW 98.

C.H. Lindsey & H.J. Boom, A modules and separate compilation facility for ALGOL 68, ALGOL Bulletin 43 (1978), 19-53 (*MC Rapport IW 105*).

7a. Werkplan 1979-80

De interfaces tussen alle scans zullen nauwkeurig gedefinieerd worden. Tevens zullen de algoritmen voor alle scans gespecificeerd worden; deze specificatie zal tevens als documentatie dienst doen. Vervolgens zullen de bestaande scans aan de voor onafhankelijke compilatie en standard-prelude noodzakelijke taaluitbreidingen aangepast worden en zal de implementatie van de overige scans voltooid worden.

7b. Werkplan na 1980

Verdere werkzaamheden aan de parser vallen onder het deelproject Consolidatie.

9. Apparatuur

CYBER 73-173

- 1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.2: Code-generatie
- 2b. Omschrijving
 deelproject Het vervaardigen van een code-generator t.b.v. de
 ALGOL-68-compiler.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van
 project AI 3: ALGOL 68
- 3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject De code-generatie is het deel van de compiler dat
 na de parseringsfase in werking treedt. Hierin
 wordt de uitvoer van de parser vertaald naar uit-
 voerbare code. Deze omzetting gebeurt via een te
 ontwikkelen machine-onafhankelijke object-code.
 Bij de ontwikkeling hiervan wordt uitgegaan van op
 dit ogenblik gangbare apparatuur. Dit betekent met
 name dat de code gericht is op sequentiële execu-
 tie van programma's. Deze object-code zal op een-
 voudige wijze op verschillende computers geïm-
 plementeerd moeten kunnen worden.
- 4. Samenstelling
 groep Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 Drs. D. Grune wet.med.
 Ir. H.B.M. Jonkers wet.med.
 L.G.L.T. Meertens wet.med.
 Drs. J.C. van Vliet wet.med. TOTAAL: 1.5
 Drs. T.J.G. Krijnen progr. 1.0
 F. van Dijk progr. 0.5
- 5. Duur deelproject Begin : 1975
 Einde (gepland): 1980
- 6a. Resultaten 1978 Om de bruikbaarheid te testen van een eerste
 versie van de machine-onafhankelijke code werden
 implementatie-studies verricht voor de CYBER, de
 PDP 11 en de IBM 370. Ten behoeve van deze studies
 zijn aan de hand van een uitgebreide verzameling
 praktijkprogramma's in ALGOL 68 gegevens verzameld
 over de relatieve frekwentie van voorkomen van de
 diverse constructies in ALGOL 68. Een van de con-
 clusies uit dit deelonderzoek is dat het ook voor
 ALGOL 68 gewettigd en gewenst is bij het ontwik-
 kelen van optimaliseringstechnieken voor de code-
 generatie de aandacht in hoofdzaak te richten op
 het eenvoudigste gebruik van de diverse construc-
 ties.

Uit de verkregen gegevens is een aantal "represen-

tatieve" programmafragmenten gedestilleerd, die ieder met de hand in de object-code zijn vertaald op twee wijzen (recht-toe-recht-aan en met de meest voor de hand liggende machine-onafhankelijke optimalisaties). Vervolgens is onderzocht welke machine-code resulteerde voor de diverse doel-machines bij betrekkelijk simpele code-transformatietechnieken. Vergelijking met de machine-code, voor dezelfde fragmenten gegenereerd door goede bestaande compilers, leverde een gunstig beeld op voor de door ons beoogde benadering.

Op een aantal detailpunten heeft de ervaring van de implementatiestudies geleid tot herziening van het ontwerp van het instructiecode-repertoire. Ook de behandeling van "temporaries" werd enigszins gewijzigd. Problemen met de adressering van de IBM 370 waren aanleiding de (uiteenlopende) adresseringsmechanismen van computers nader te bekijken. Een nieuwe, unificerende benadering werd ontwikkeld die enerzijds de code iets complexer maakt, maar die anderzijds als bijkomende aantrekkelijke kant heeft dat een aanvankelijk voorziene noodzaak tot parametrisering van de code-generator met enkele kengetallen van de doelcomputer (een inbreuk op de machine-onafhankelijkheid) komt te vervallen.

Omdat de invloed van onafhankelijke compilatie op het runtime-geheugenbeheer nog onvoldoende is onderzocht, is niet getracht de ontworpen code definitief vast te leggen. Het ontwerp van de runtime-datastructuren (zie 3.3) heeft geen aanleiding gegeven tot wijzigingen in de opzet van de machine-onafhankelijke code.

6b. Publicaties 1978 Geen

7a. Werkplan 1979-80 De invloed van onafhankelijke compilatie op het runtime-geheugenbeheer moet onderzocht worden. Daarna zal de ontworpen code definitief vastgelegd worden. Vervolgens zullen de algoritmen voor de code-generatie nauwkeurig worden gespecificeerd, alsmede het interface tussen de parser en de code-generator.

Tenslotte zal de code-generatie geïmplementeerd worden voor zover dit de generatie van machine-onafhankelijke code betreft. Tevens zal de machine-onafhankelijke code op tenminste twee machines geïmplementeerd worden.

- 7b. Werkplan na 1980 Verdere werkzaamheden vallen onder het deelproject Consolidatie.

- 9. Apparatuur Goede toegang tot verschillende typen computers (CYBER, PDP 11, IBM 370).

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.3: Runtime-systeem; machine-onafhankelijk gedeelte.
- 2b. Omschrijving deelproject Het vervaardigen van een machine-onafhankelijk runtime-systeem t.b.v. de ALGOL-68-compiler.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 3: ALGOL 68
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Nadat een ALGOL-68-programma door de ontledingsfase en de code-generatiefase heen is, kan het uitgevoerd worden. Tijdens deze uitvoering heeft zo'n programma support nodig, waarvoor het runtime-systeem zorgt. Hiertoe behoort o.a. een stack manager, een garbage collector en een implementatie van de transput, de in- en uitvoermogelijkheden binnen ALGOL 68. Een volledige implementatie van het transputgedeelte van het Revised Report moet gerealiseerd worden. De andere delen van het runtime-systeem moeten ontworpen en geïmplementeerd worden.

Er is uitgebreid contact geweest met de ontwerpers van het transput-gedeelte van het Revised Report. Een groot deel van onze ideeën hierover zijn terug te vinden in het Revised Report.

Momenteel wordt ook binnen een door het Standing Subcommittee on ALGOL 68 Support opgerichte Task Force on Transput actief meegewerkt aan het ontwikkelen van een standaard-implementatiemodel voor de ALGOL-68-transput. Tot basis voor dit model is MC Rapport IW 90 gekozen. Het grootste gedeelte van de ALGOL-68-transput is hierin in ALGOL 68 beschreven. Op deze wijze kan een substantieel deel van het runtime-systeem automatisch gegenereerd worden.

Binnen dit kader is er intensief contact met o.a. de leden van deze Task Force, de Commission on ALGOL 68 van de USSR State Committee on Science and Technique, en de Universiteit van Bochum (West-Duitsland).

Andere onderdelen van het runtime-systeem, zoals de garbage collector, worden in de machine-onafhankelijke code beschreven. Hiertoe behoeft deze code enkele uitbreidingen. Het feit dat de object-

code gericht is op sequentiele executie van programma's is mede bepalend geweest bij de keuze van de garbage-collection algoritme.

4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|---------------------|----------|-----------------|
| Drs. D. Grune | wet.med. | |
| Ir. H.B.M. Jonkers | wet.med. | |
| L.G.L.T. Meertens | wet.med. | |
| Drs. J.C. van Vliet | wet.med. | TOTAAL 1.2 |
5. Duur deelproject
- Begin : 1976 (niet meegerekend de studie in 1973 tbv. het Revised Report)
- Einde (gepland): 1980

6a. Resultaten 1978

Op een bijeenkomst van de Task Force on Transput (opgericht door het Standing Subcommittee on ALGOL 68 Support van Working Group 2.1 van IFIP) te Oxford in december 1977 werd het op de afdeling ontwikkelde model van de ALGOL-68-transput tot basis voor een te ontwikkelen standaard-implementatiemodel gekozen.

Mede uitgaande van de discussies die binnen de Task Force gevoerd zijn werd verder gewerkt aan dit implementatiemodel. Daarbij is veel aandacht besteed aan verhoging van de efficiëntie. Het gebruik van strings (rijen karakters die tijdens executietijd in lengte kunnen variëren) werd tot het uiterste beperkt, aangezien dit duur in zowel tijd als geheugengebruik is. (Voor implementaties zonder garbage collector kan het overmatig gebruik van strings zelfs tot onoverkomelijke problemen leiden.) In gevallen waar voorheen een string werd gebruikt wordt nu een bovengrens voor het benodigde aantal karakters bepaald, waarna een rij karakters van die lengte gebruikt wordt. Deze wijziging leidde tot ingrijpende veranderingen in bepaalde onderdelen van het model.

Daarnaast werden aanzienlijke verbeteringen aangebracht in het gedeelte dat de "formatted transput" behandelt. Bij formatted transput heeft de gebruiker de mogelijkheid bepaalde gegevens pas tijdens executietijd te specificeren. Indien echter alle gegevens reeds statisch bekend zijn, is een veel efficiëntere behandeling mogelijk. Zowel in het ALGOL 68 definiërende rapport als in het oorspronkelijke model worden beide gevallen op dezelfde wijze behandeld. Door beide mogelijkheden apart te behandelen wordt in veel gevallen de verwerking een stuk efficiënter. Een gebruiker heeft ook de mogelijkheid bepaalde gegevens niet expliciet op te geven, in welke gevallen standaard-

gegevens gebruikt worden. Door deze standaardgegevens niet expliciet in de interne datastructuren op te nemen werd een verdere significante verhoging van de efficiëntie zowel in tijd als geheugengebruik verkregen.

Bijna alle onderdelen van het model zijn inmiddels uitgebreid getest met behulp van de Control Data ALGOL-68-compiler. In het bijzonder werd hierbij aandacht besteed aan het uittesten van de primitieven welke het interface met het bedrijfssysteem vormen. Dit leidde tot diverse verbeteringen in de specificatie van deze primitieven.

Versies van het model werden uitgebreid besproken op bijeenkomsten van de Task Force on Transput te Amsterdam (augustus 1978) en Cambridge (december 1978). De versie gepresenteerd op de vergadering te Cambridge werd, behoudens enkele kleine overeengekomen veranderingen, aanvaard, en zal ter goedkeuring voorgelegd worden aan het Standing Subcommittee on ALGOL 68 Support. Hierna zal het model als MC Tract gepubliceerd worden.

Voor de datastructuren die in het runtime-systeem een machine-onafhankelijke rol vervullen (met name voor de representatie van waarden) werd een layout ontworpen.

Er werd tevens onderzoek verricht op het gebied van garbage collection. Dit onderzoek resulteerde in het ontwerp van een efficiënte garbage collector, die zich op eenvoudige wijze machine-onafhankelijk laat beschrijven. De in deze garbage collector gebruikte compactificatie-algoritme is efficiënter dan tot nu toe gepubliceerde algoritmen. Een publicatie hierover is in voorbereiding.

6b. Publicaties 1978

J.C. van Vliet, An implementation model of the ALGOL 68 transput, Draft version, MC Rapport IN 15.

7a. Werkplan 1979-80

In 1979 zal de definitieve versie van het implementatiemodel van de transput gepubliceerd worden. Met behulp van de Control Data ALGOL-68-compiler van de transput gepubliceerd worden. Met behulp van de Control Data ALGOL-68-compiler zal het model volledig uitgetest worden.

Het model vormt de kern van een dissertatie die geheel aan de ALGOL-68-transput gewijd zal zijn.

De machine-onafhankelijke delen van het runtime-

systeem, waaronder de garbage collector, zullen in abstracte code worden beschreven.

7b. Werkplan na 1980 Verdere werkzaamheden aan het runtime-systeem vallen onder het deelproject Consolidatie.

9. Apparatuur Goede toegang tot verschillende typen computers (Cyber, PDP 11, IBM 370).

- 1. Afdeling Infomatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.4: Runtime-systeem; machine-afhankelijk gedeelte
- 2b. Omschrijving deelproject Het implementeren van de machine-afhankelijke delen van het runtime-systeem van de ALGOL-68-compiler
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 3: ALGOL 68
- 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject In onze ogen is de compiler pas als voltooid te beschouwen wanneer hij op twee niet al te gelijksoortige machines te gebruiken is. Dit betekent onder meer dat de machine-afhankelijke delen van het runtime-systeem op die machines geïmplementeerd moeten worden en dat de compiler als geheel onder de bijbehorende bedrijfssystemen operationeel moet worden gemaakt. Met name voor de implementatie van de standard-prelude zal uitgebreid contact met de afdeling Numerieke Wiskunde noodzakelijk zijn.
- 4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
Drs. D. Grune	wet.med.	
L.G.L.T. Meertens	wet.med.	
Drs. J.C. van Vliet	wet.med.	
Ir. H.B.M. Jonkers	wet.med.	TOTAAL 0.3
1	wet.ass.	0.5
- 5. Duur deelproject

Begin	: 1980
Einde (gepland):	1982
- 6a. Resultaten 1978 Niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 Geen
- 7a. Werkplan 1979-80 In 1980 zal een begin gemaakt worden met de implementatie van de machine-afhankelijke delen van het runtime-systeem.
- 7b. Werkplan na 1980 Implementatie van de machine-afhankelijke delen van het runtime-systeem. De gehele compiler moet op tenminste twee niet al te gelijksoortige machines operationeel gemaakt worden.
- 9. Apparatuur Goede toegang tot verschillende typen computers (Cyber, PDP 11, IBM 370).

- 1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.5: Consolidatie
- 2b. Omschrijving 1. Consolidatie van de ALGOL-68-compiler.
 deelproject 2. Verfraaiing/dokumentatie van de compiler; pu-
 blicatie van/over de relevante aspecten van de
 compiler.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van AI 3: ALGOL 68
 project
- 3. Probleemstelling Wil programmatuur van de orde van grootte van een
 en wetenschappe- compiler ooit overgedragen kunnen worden, dan moet
 lijk belang zij grondig gedokumenteerd zijn. Een aantal aspec-
 deelproject ten van deze compiler verdient bovendien pu-
 blicatie. Tot 1978 is hier nog slechts incidenteel
 aan gewerkt. Uitwisseling van dokumentatie vindt
 plaats via de Informal Information Interchange.
 Hierin zijn naar schatting 150 geïnteresseerden en
 implementatoren verenigd. Onder meer worden onze
 rapporten aan alle leden van deze groep toegezonden.
 Voor bepaalde onderdelen van de compiler is
 er intensiever contact met andere implementatoren.
- 4. Samenstelling Naam of aantal Functie Manjaar in 1980
 groep Drs. D. Grune wet.med.
 L.G.L.T. Meertens wet.med.
 Drs. J.C. van Vliet wet.med.
 Ir. H.B.M. Jonkers wet.med. TOTAAL 0.5
- 5. Duur deelproject Begin : 1974 (maar t/m 1977 incidenteel)
 Einde (gepland): 1983
- 6a. Resultaten 1978 Als MC Rapporten verschenen:
 1. een beschrijving van de installatie van ALICE
 op de PDP 11/45;
 2. een beschrijving, in de vorm van een eindige
 automaat, van de lexical analyzer;
 3. een beschrijving van de algemene strategie die
 gebruikt wordt in de code-generator van de AL-
 GOL-68H-compiler;
 4. de officiële definitie van het voorstel voor
 onafhankelijke compilatie en definitie-modulen;
 5. een tussentijdse versie van het im-
 plementatiemodel van de transput.

Voor intern gebruik zijn gedocumenteerd:

1. een tweede versie van de t.b.v. de ALGOL-68-compiler te ontwikkelen abstracte, "machine-onafhankelijke", machine en objectcode;
2. een beschrijving van de lay-out van de datastructuren die in het runtime-systeem een machine-onafhankelijke rol vervullen;
3. delen van het ontwerp van zowel de parser als de code-generator van de ALEPH-compiler.

6b. Publicaties 1978 Alle hieronder genoemde publicaties staan ook bij een van de andere deelprojecten vermeld:

A.P.W. Böhm, The installation of ALICE on the PDP 11/45 under UNIX, MC Rapport IW 94.

H.B.M. Jonkers, A finite state lexical analyzer for the standard hardware representation of ALGOL 68, MC Rapport IW 98.

H.J. Boom, Code generation in ALGOL 68H: an overview, MC Rapport IW 103.

C.H. Lindsey & H.J. Boom, A modules and separate compilation facility for ALGOL 68, ALGOL Bulletin 43 (1978), 19-53, (*MC Rapport IW 105*)

J.C. Van Vliet, An implementation model of the ALGOL 68 transput, Draft version, MC Rapport IN 15.

7a. Werkplan 1979-80 Nauwkeurige documentatie van:

1. de definitieve versie van het implementatiemodel van de transput;
2. de definitieve versie van de te gebruiken machine-onafhankelijke objectcode;
3. de garbage collector;
4. de volledige ALEPH-compiler;
5. de interfaces tussen de diverse scans van de ALGOL-68-compiler;
6. de parser van de ALGOL-68-compiler, alsmede de machine-onafhankelijke fase van de code-generatie.

7b. Werkplan na 1980 Het ligt in de bedoeling nog over diverse relevante aspecten van de compiler te publiceren; het gehele systeem moet nauwkeurig gedocumenteerd worden.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.6: ALGOL 68H
- 2b. Omschrijving deelproject Implementatie van ALGOL 68 op een IBM 360/70. Het voltooiën van het project op de IBM 370 van de TH Delft; het project is gestart in 1972 aan de Universiteit van Alberta, Canada.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 3: ALGOL 68
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject

Als eerste dient de compiler voltooid te worden; deze behoort dan zelfstandig en betrouwbaar te werken, mogelijk nog zonder volledige runtime-support. Vervolgens moet het runtime-systeem voltooid worden. Tenslotte behoeft de compiler maintenance. De compiler is reeds zover klaar dat hij vruchtbaar gebruikt kan worden om diverse aspecten en mogelijkheden voor code-generatie en machine-onafhankelijke object-code te testen. Binnen het MC is er relatie met de overige deelprojecten van ALGOL 68 (met name v.w.b. mode-dependent parsing, code-generatie, machine-onafhankelijke object-code, runtime-systeem).

Voor de ontwikkeling van deze compiler wordt gebruik gemaakt van de IBM 370 van de TH Delft. Hiervoor heeft de TH Delft rekentijd ter beschikking gesteld. Er is contact met diverse medewerkers van de TH Delft. V.w.b. de code-generatie en de machine-onafhankelijke object-code is er contact met de ontwerpers van JANUS aan de Universiteit van Colorado. Op bijeenkomsten van de Working Group 2.1. en 2.4. van IFIP wordt regelmatig verslag uitgebracht.
4. Samenstelling groep Voor 1980 niet van toepassing
5. Duur deelproject Begin : 1972
Einde : 1978
- 6a. Resultaten 1978 In 1978 is verder gewerkt aan de ALGOL-68H-compiler. In deze compiler wordt een variant van JANUS als tussencode gebruikt. De code-generator van de compiler werd grotendeels uitgetest, gebruikmakend van een in SPITBOL geschreven JANUS-vertaler. Een aantal niet-triviale programma's

werden succesvol gecompileerd en geëxecuteerd.

De JANUS-vertaler bleek zeer traag te zijn. Een veel snellere JANUS-vertaler is inmiddels geschreven, maar nog niet uitgetest.

Over de algemene strategie die gebruikt wordt in de code-generator, en de wederzijdse beïnvloeding van de ALGOL-68H-compiler en de gebruikte variant van JANUS verscheen het rapport IW 103.

6b. Publicaties 1978 H.J. Boom, Code generation in ALGOL 68H: an overview, MC Rapport IW 103.

7a. Werkplan 1979-80 Niet van toepassing, aangezien het deelproject in 1978 wegens dienstverlating van de betrokken medewerker werd afgesloten.

7b. Werkplan na 1980 Niet van toepassing.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 3.7: ALEPH
- 2b. Omschrijving deelproject
Het vervaardigen van een machine-onafhankelijke ALEPH-compiler. ALEPH is een op affix-grammatica's gebaseerde programmeertaal, ontwikkeld op het Mathematisch Centrum. ALEPH is primair bedoeld om de te vervaardigen ALGOL-68-compiler in te beschrijven. Een 2-scans ALEPH-compiler voor de CYBER is operationeel.

Het huidige werk aan ALEPH richt zich voornamelijk op het ontwikkelen en implementeren van een machine-onafhankelijke ALEPH-compiler. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de machine-onafhankelijke tussencode ALICE.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek/programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 3: ALGOL 68
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
ALEPH komt voort uit het in 1970 door C.H.A. Koster alhier opgezette onderzoek aan CDL. Bij het in de praktijk gebruiken van CDL kwamen een aantal onvolkomenheden aan het licht, terwijl de verkregen inzichten in de grammaticale aanpak van programmacorrectheid resulteerden in de mogelijkheid om vergaande verbeteringen aan te brengen. (Zo werd het duistere concept "sprong" vervangen door het zowel theoretisch als praktisch veel inzichtelijker concept "rechts-recursiviteit").

Tot 1975 werd gewerkt aan de verbetering van CDL; de naam werd veranderd in ALEPH (A Language Encouraging Program Hierarchy), aangezien de oude naam gereserveerd bleef voor het oorspronkelijke, door Koster naar Berlijn meegenomen, CDL-project (bovendien riep CDL associaties op met de firma Control Data). In 1975 zijn nog enkele wijzigingen in de definitie van de taal aangebracht, welke verwerkt zijn in de tweede druk van het ALEPH-manual (IW 17).

ALEPH is primair bedoeld om er de te ontwikkelen ALGOL-68-compiler in te schrijven. Om aan het ontwerpcriterium "overdraagbaarheid" van de ALGOL-68-compiler te kunnen voldoen, moet de programmeertaal waarin de compiler beschreven is, op zich

ook overdraagbaar zijn. Hiervoor is het nodig een object-code te definiëren die eenvoudig en efficiënt op verschillende computers geïmplementeerd kan worden. Hiertoe werd ALICE ontwikkeld. Ook de ALEPH-compiler zelf moet zo weinig mogelijk gebruik maken van specifieke eigenschappen van de machine waarop hij ontwikkeld wordt.

4. Samenstelling groep Voor 1980 niet van toepassing

5. Duur deelproject Begin : 1972
Einde (gepland): 1979

6a. Resultaten 1978 Het ontwerp van de nieuwe ALEPH-compiler werd voortgezet. De eerste fase van dit ontwerp, waarin de eisen opgesteld worden die voortvloeien uit de taal, kwam grotendeels gereed. Van de tweede fase, waarin nagegaan wordt hoe aan deze eisen kan worden voldaan, kwam het gedeelte betreffende ALEPH "data" gereed. Het schrijven van de compiler (in ALEPH) houdt gelijke tred met het ontwerp. Bijzondere aandacht is geschonken aan het interface tussen de eerste en de tweede scan van de compiler, dat bijna mechanisch uit de grammatica van ALEPH is afgeleid.

Na het gereedkomen van de specificaties van ALICE (de machine-onafhankelijke tussencode, beschreven in het in 1977 verschenen rapport IW 91) werd begonnen aan een vertaler van ALICE naar COMPASS (de assemblertaal op de CYBER). Het ontwerp hiervan kwam gereed, het programma verkeert nog in de testfase. Aan deze vertaler worden hoge eisen gesteld, omdat hij tevens gebruikt zal worden om de door de nog in ontwikkeling zijnde ALEPH-compiler gegenereerde ALICE-code te testen. Over de reeds in 1977 gereed gekomen implementatie van ALICE op de PDP 11/45 verscheen het rapport IW 94.

In het studiejaar 1977/1978 werd ondersteuning verleend bij de doctoraalscriptie van R. Glandorf en J. Verharen (UvA), behelzende de constructie van een twee-niveau grammatica van ALEPH, in de stijl van het ALGOL 68 Revised Report. Hierover verscheen het rapport IW 100.

6b. Publicaties 1978 R. Glandorf, D. Grune & J. Verharen, A W-grammar of ALEPH, MC Rapport IW 100.

A.P.W. Böhm, The installation of ALICE on the PDP 11/45 under UNIX, MC Rapport IW 94.

- 7a. Werkplan 1979-80
1. Voltooiing van de machine-onafhankelijke ALEPH-compiler.
 2. Voltooiing van de ALICE-implementatie op de CYBER.
 3. Het ontwikkelen van testgereedschap t.b.v. de ALGOL-68-compiler.

Volgens de planning moet er voor het ALGOL-68-project medio 1979 een goed werkende, overdraagbare ALEPH-compiler beschikbaar zijn. Binnen dit kader wordt tevens gewerkt aan een proefschrift over ALEPH en de implementatie daarvan.

- 7b. Werkplan na 1980
- Verdere maintenance van de ALEPH-compiler valt onder het deelproject Consolidatie.

9. Apparatuur
- CYBER 73, PDP 11/45.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel project AI 4: Taalontwerp
- 2b. Omschrijving project
1. Het ontwerpen van specifieke programmeertalen
2. Het bestuderen van theoretische aspecten van programmeertalen en taalontwerp.
- 2c. Aard project Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Deelprojecten
AI 4.1: Ontwikkeling van een eenvoudige, gestructureerde, conversationele programmeertaal
AI 4.2: Ontwikkeling van de taal Abstracto
AI 4.3: Theorie van taalontwerp
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project Zie bij de drie deelprojecten
4. Samenstelling groep
- | Aantal manjaren wetenschappelijke medewerkers: | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
| wet.med. | 0.5 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| progr. | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 4.1: Ontwikkeling van een eenvoudige, gestructureerde, conversationele programmeertaal
- 2b. Omschrijving deelproject Ontwerp en implementatie van een programmeertaal, die zich verhoudt tot BASIC zoals ALGOL 60 tot FORTRAN of ALGOL 68 tot PL/1
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 4: Taalontwerp
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Er bestaat een familie van programmeertalen die gekarakteriseerd worden door hun syntactische en semantische eenvoud en hun geschiktheid voor conversationeel gebruik. Wellicht de bekendste daarvan is BASIC; enkele andere zijn FOCAL, JOSS en TELCOMP.

De doorsnee-gebruiker van zulke talen is geen professioneel programmeur en verkeert niet in een academische informatica-omgeving. Hij beschikt niet over de tijd of de ambitie om voor het enkele programma dat hij schrijft een ingewikkelde taal te leren. Nu zijn deze programmeertalen voor het merendeel ontwikkeld voordat de vigerende ideeën op het gebied van "gestructureerd" programmeren in zwang kwamen. Zij missen dan ook de meeste gereedschappen die een programmeertaal kan verschaffen om het programmeren gestructureerd aan te pakken, vermoedelijk omdat ongeveer dezelfde effecten met "eenvoudiger" middelen verkregen konden worden. Dit is op zich al ongelukkig, maar wat deze situatie in het bijzonder ongewenst maakt is dat bijvoorbeeld BASIC (misschien de grootste boosdoener in dit opzicht) vaak gebruikt wordt om middelbare scholieren in de informatica in te wijden. Hoewel er weinig gegevens bestaan over het effect dat de eerste programmeertaal waaraan een programmeur wordt blootgesteld op hem uitoefent, hebben wij vanuit onze persoonlijke ervaring de stellige indruk dat deze in vele gevallen zijn denkgewoonten voor een lange periode diep beïnvloedt. Uit zorg voor deze situatie willen wij een taal ontwerpen die een geschikt arsenaal bevat aan gereedschappen voor gestructureerd programmeren (en daardoor hun schadelijke tegenhangers overbodig maakt) en die toch zeer eenvoudig is. Voor de duidelijkheid: de taal waarop wij mikken, moet veel

eenvoudiger zijn dan FORTRAN, ALGOL 60 of PASCAL.

De vraag is legitiem of het wel nodig is een nieuwe taal te ontwerpen, en of geen bestaande taal hier dienst kan doen. Wij hebben vele talen onder de loep genomen, maar we hebben er geen ontmoet die zo eenvoudig was, zo geschikt voor conversationeel gebruik, en zo voorzien van gereedschappen voor gestructureerd programmeren, als ons voor ogen staat. Als een van deze drie criteria buiten beschouwing blijft, is het gemakkelijk genoeg een bevredigende taal te vinden, maar in elk van die gevallen hopen we zelf aanzienlijk beter aan het derde criterium te kunnen voldoen. Omdat geen van de bestaande programmeertalen lijkt te zijn ontworpen met precies deze combinatie van doelstellingen, is de situatie niet verrassend.

Wij hebben ook aandacht gegeven aan de mogelijkheid een deel van een bestaande programmeertaal te kiezen. Afgezien van het feit dat de definitie van zo'n deeltaal in essentie neerkomt op het ontwerpen van een nieuwe taal, bleek ook deze benadering weinig op te leveren. In het algemeen was het probleem dat de expressie-macht van de deeltaal beslist onvoldoende was, of dat de semantiek te gecompliceerd werd.

In het licht van de snelle expansie van de computermarkt voor privégebruik, waarop op microprocessors gebaseerde systemen worden aangeboden die nagenoeg uitsluitend BASIC als programmeertaal bieden, is bijzondere aandacht vereist voor aspecten die de introductie in deze sfeer mogelijk kunnen maken. Het is de bedoeling zeer veel aandacht te besteden aan het betrekken van informatici van elders (zowel uit binnen- als buitenland) bij dit project. In ieder geval zal regelmatig verslag gedaan worden in de werkgroep WG 2.1 van IFIP.

Literatuur:

A. Evans Jr., PAL - A language designed for teaching programming linguistics, Proc. ACM 23rd National Conference, pp. 395-403 (1968).

T.I. Fenner, M.A. Jenkins & R.D. Tennent, QUEST: The design of a very high level, pedagogic programming language, SIGPLAN Notices 8, pp. 3-27 (febr. 1973).

D.G. Evers & G.E. Rippon, High-level languages for low-level users, Computer J. 14, pp. 87-90 (1971).

R.P. van de Riet, BASIS, een interaktief systeem voor de basiscursus Informatica, Informatie 18, pp. 24-29 (1976).

G. Hommel, S. Jänichen, W. Koch, SLAN - eine erweiterbare Sprache zur Unterstützung der strukturierten und modularen Programmierung, in: Programmiersprache, 4. Fachtagung der GI, H.J. Schneider & M. Nagl (eds.), Springer, 1976.

P.R. King & al., MABEL - a first programming language, Dept. of Computer Science, University of Manitoba, 1977.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	L.G.L.T. Meertens	wet.med.	0.2
	L.J.M. Geurts	progr.	0.8

5. Duur deelproject
Begin : 1975
Einde : 1981

6a. Resultaten 1978
Van de te ontwikkelen taal B zijn tot nu twee approximaties, B0 en B1 ontworpen. Aan het Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University, werden onder leiding van prof. R.B.K. Dewar een aantal B0-implementaties en een B1-implementatie ontwikkeld. Tevens werd bij wijze van experiment een aantal nieuwelingen op programmeergebied een "cursus" B0 gegeven, waarna de verkregen kennis in de praktijk getoetst kon worden. Uit de verschillende ervaringen werd nuttige informatie verkregen, ter vervolmaking, deels versimpeling, van B. Voor de voor B gewenste reële aritmetiek met willekeurige precisie zijn een aantal alternatieven onderzocht en onderling vergeleken. Een internationaal samenwerkingsproject ging van start om een volgende versie, B2, te ontwerpen en te implementeren. Hierbij wordt voorrang gegeven aan implementatie op microprocessor-systemen.

6b. Publicaties 1978
L.J.M. Geurts, L.G.L.T. Meertens, Keyword grammars, in: Implementation and Design of Algorithmic Languages, J. André & J.-P. Banatre (eds.), IRIA, Rocquencourt, 1978 (MC Rapport IW 86).

7a. Werkplan 1979-80
Ontwerp van B2 in het kader van de gestarte internationale samenwerking, en ontwikkeling van een implementatie op een of meer gangbare micro-processors. Hierbij zal bijzondere aandacht gege-

ven worden aan speciale interactieve edit-faciliteiten, die door de grammaticale structuur van B mogelijk worden gemaakt.

7b. Werkplan na 1980

Nadat gedurende 1 à 2 jaar ervaring is opgedaan met B, zal een bijeenkomst van inmiddels bij het project betrokkenen, met name implementatoren, worden belegd, om zo aan de definitieve taal gestalte te geven. Daarna moet een definitief definiërend rapport, maar vooral leer- en handboeken geschreven worden. Voorzien wordt dat enige jaren later, rond 1984, een revisie van de taal nodig is met betrekking tot in de documentatie geslopen fouten of onduidelijkheden.

8. Wijzigingen

Omdat de microprocessor-systemen de belangrijkste verspreiders van BASIC-achtige talen zijn geworden, is de nadruk van het deelproject komen te liggen op de ontwikkeling van een daarop gericht systeem. Welke van de werkzaamheden binnen het genoemde internationale samenwerkingsverband op het Mathematisch Centrum verricht zullen worden, staat nog niet vast.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 4.2: Ontwikkeling van de taal Abstracto
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek naar abstracties die aan algoritmen ten grondslag liggen, en de ontwikkeling van uitdrukkingsmiddelen daarvoor
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 4: Taalontwerp
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
Wanneer in de literatuur algoritmen worden beschreven blijkt dat steeds een keuze gemaakt moet worden tussen:
 1. beschrijving in een taal die, al is het wellicht met de nodige vrijheden, gebaseerd is op een algemeen bekende programmeertaal, hetgeen onvermijdelijk het nadeel heeft dat de gegeven beschrijving door de noodzaak een concrete implementatie te kiezen, zich in details verliest en het uitzicht op de onderliggende abstracte algoritme belemmert;
 2. beschrijving in een natuurlijke taal, wat enerzijds tot gevolg heeft dat om dubbelzinnigheden te vermijden de beschrijving zeer omslachtig wordt, en anderzijds, doordat natuurlijke talen zich niet goed tot geneste beschrijvingen lenen, de presentatie mank gaat aan het goteuvel.

Wat ontbreekt is een geheel van algemeen aanvaarde uitdrukkingmogelijkheden voor algoritmische concepten. Dit is te vergelijken met de toestand in de wiskunde voordat de huidige notaties in zwang kwamen.

Voor de tegenwoordige "taal van de wiskunde" zijn als karakteristieken aan te wijzen:

1. er bestaat een basis-arsenaal van algemeen geaccepteerde notaties, die gehanteerd kunnen worden zonder nadere toelichting;
2. binnen iedere specialisme bestaat een aanvullend arsenaal aan geen introductie behoeft;
3. iedere auteur kan voor zijn doel eigen notaties invoeren.

Ook al laat zich vermoeden dat voor de notaties

vandde informatica ook zonder speciale inspanning zich in de loop van de tijd een dergelijke "taal der informatica" zou ontwikkelen, toch zal het een belangrijke bijdrage leveren aan de ontwikkeling van de informatica als het mogelijk is een onderzoek naar aan algoritmen ten grondslag liggende abstracties te doen resulteren in een hanteerbaar systeem.

Literatuur:

F. Bauer et al., Towards a wide spectrum language to support program specification and program development, SIGPLAN Notices 13 (1978) 12, pp. 15-24.

Jay Earley, Relational level data structures for programming languages, Acta Informatica 2, (1973) pp. 293-309 (1973).

Jay Earley, High level operations in automatic programming, in: Proceedings of a Symposium on Very High Level Languages, SIGPLAN Notices 9 (1974) 4, pp. 34-42.

P.J. Landin, The next 700 programming languages, CACM 9 (1966) 3, pp. 157-166.

J.T. Schwartz, Abstract algorithms and a set-theoretic language for their expressions, New York University, 1970/1971.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	L.G.L.T. Meertens	wet.med.	0.2
	L.J.M. Geurts	progr.	0.2

5. Duur deelproject

Begin : 1977
Einde : 1985

6a. Resultaten 1978

Bij een voldoende abstracte interpretatie van het begrip "algoritme" kan ook van concrete complexiteitsmaten worden geabstraheerd, zodat de vraag naar de efficiëntie zinloos wordt. Door aan dit aspect geen aandacht te besteden, kan alle aandacht op de correctheid worden gericht. Bij de ontwikkeling van een concrete algoritme, b.v. door correctheidsbewarende bronteksttransformaties, kan dan juist de kwestie van de efficiëntie het volle pond krijgen.

Verschillende notaties werden bestudeerd voor een aantal abstracte concepten die aan veel algoritmen ten grondslag liggen, zoals de afsluiting van een

relatie. Dergelijke notaties zijn noodzakelijk om de ontwikkelingsmethodiek van bronteksttransformaties te kunnen toepassen.

Voorts werden taakvervangingsystemen onderzocht, en voorwaarden afgeleid waaronder zulke systemen kunnen gelden als (abstracte) representatie van een algoritme.

Door uit te gaan van een constructieve interpretatie van het bewijsbegrip kan een gegevenstype-systeem (als de "modes" van ALGOL 68) worden aangepast om als assertietaal voor het bewijs te dienen. Het bewijs wordt dan een (statisch verifiërbaar) stuk programmatekst, waarbij de onderliggende theorie van de assertietaal de categorietheorie is.

Van deze grotendeels exploratieve onderzoeken werd verslag gedaan op de bijeenkomsten van werkgroep WG 2.1 van IFIP.

6b. Publicaties 1978

H.J. Boom, Task reduction systems, MC Rapport IW 95.

L.J.M. Geurts, L.G.L.T. Meertens, Remarks on Abstracto, ALGOL Bulletin 42 (1978), pp. 56-63 (MC Rapport IW 99).

H.J. Boom, ABSTRACTO thoughts, ALGOL Bulletin 43 (1978), pp 91-96 (*MC Rapport IW 101*).

7a. Werkplan 1979-80

Verder onderzoek naar elementaire algoritmische concepten en notaties daarvoor, met name in het licht van de ontwikkelingsmethodiek van bronteksttransformaties. Bestudering van de mogelijkheid uit de diverse concepten en notaties een kerntaal te smeden.

7b. Werkplan na 1980

Voortzetting van het onderzoek, waarbij zal worden gezien of het zinvol is concrete programma's te representeren als een abstract programma waaraan transformatievoorschriften zijn toegevoegd.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 4.3: Theorie van taalontwerp
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek naar theoretische aspecten van het programmeren die van belang zijn voor ontwerp van programmeertalen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 4: Taalontwerp
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Onderzoek naar aspecten van programmeren die van belang zijn voor ontwerp van programmeertalen, zoals: de rol van specificatie, de overgang tussen abstractieniveaus, het verband tussen applicatie en imperatieven, invloed van correctheidsbewijstechnieken op het programmeren. Ook elders wordt op deze terreinen onderzoek verricht; uitwisseling van publicaties vindt plaats
4. Samenstelling groep

Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
L.G.L.T. Meertens	wet.med.	0.1
5. Duur deelproject Begin : 1975
Einde : nog niet bekend
- 6a. Resultaten 1978 De mogelijkheid werd onderzocht om datastructuren op een niet-conventionele manier te representeren door middel van prodecures. Het blijkt mogelijk operaties op procedurele datastructuren te definiëren die formele overeenkomst vertonen met conventionele datastructuren. Het bijzondere van deze soort datastructuren is echter dat daarmee oneindige objecten (zoals kettingbreuken) in eindige vorm kunnen worden voorgesteld.
- 6b. Publicaties 1978 L.G.L.T. Meertens, Procedurele datastructuren, in: Colloquium Capita Datastructuren, pp. 171-186, MC Syllabus 37, 1978.

L.G.L.T. Meertens, Program text and program structure, in: Constructing Quality Software, P.G. Hibbard & S.A. Schuman (eds.), pp. 271-281, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1978 (*MC Rapport IW 78*).
- L.G.L.T. Meertens, Abstracte datatypen, in: Colloquium Capita Datastructuren, pp. 27-41, MC Syllabus 37, 1978.

1. Werkplan 1979-80 Uitvoeren van het onder 3 beschreven onderzoek.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel project AI 5: Computer Graphics
- 2b. Omschrijving project
Ontwerp van een interactief grafisch systeem, te implementeren op een combinatie van een grote centrale computer en een kleinere satelliet-computer, waaraan een grote verscheidenheid van tekenmachines is gekoppeld
- 2c. Aard project
Wetenschappelijk onderzoek, programmatuur, consultatie
- 2d. Deelprojecten
- AI 5.1: Niet interactief grafisch systeem: Ontwerp en implementatie van een taal voor definitie en representatie van tekeningen. Deze taal, ILP (Intermediate Language for Pictures), wordt gebruikt bij:
1. extensie van een hogere programmeertaal (ALGOL 68) tot een hogere grafische taal (ALGOL 68 G);
 2. bij interne opslag van tekeningen als ILP-programma's (ILP-abstracte machine);
 3. bij de besturing van tekenmachines (ILP-interpretator).
- AI 5.2: Grafische Interactie:
Ontwerp en implementatie van een subsysteem om interactief tekeningen aan te maken en te wijzigen (Picture editor). De picture editor wordt geheel geïmplementeerd op de satelliet als autonoom subsysteem. Door koppeling van dit systeem met het ALGOL 68G-systeem op de centrale computer, ontstaat een interactief systeem, waarbij tekeningen worden uitgewisseld met het applicatie-programma.
- AI 5.3: Invoer met een Picture Array Processor
In dit deelproject wordt gepoogd grafische invoer te realiseren met behulp van picture processing. De gebruikte methode is gebaseerd op parallelle analyse van de beeldmatrix, die beschouwd wordt als een 2-dimensionaal netwerk van Lindemayer-systemen. De interface met het grafische systeem wordt gevormd door ILP-programma's.
- AI 5.4: Informatica laboratorium:
N.B. Dit deelproject is een gemeenschappelijk deelproject van AI 5 (computer graphics) en AI 6 (machine-architectuur)

en taalontwerp).

Het scheppen van een zodanige omgeving, dat informatica-onderzoek gedaan kan worden op een wijze die vergelijkbaar is met de situatie in andere natuurwetenschappelijke laboratoria.

3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project

Het project is gestart in 1975.

De basis van het grafische systeem bestaat uit de definitie en implementatie van een taal voor de beschrijving van uitsluitend grafische gegevens (ILP). Deze taal wordt vervolgens toegepast voor alle grafische componenten van het systeem: ILP wordt "ingebod" in ALGOL 68, waardoor een grafische taal van hoog niveau ontstaat. De inbedding vindt plaats door ILP-constructie te representeren als ALGOL 68 datastructuren (mode's) en operaties voor deze mode's te definiëren in een zgn. particular prelude.

Het aldus verkregen systeem (ALGOL 68G + ILP) bevat alle faciliteiten nodig om grafische algoritmen in een hogere taal te programmeren. Het systeem is in staat grafische gegevens te bewaren in de vorm van ILP-programma's (uniforme representatie). De implementatie voorziet ook in de besturing van grafische apparatuur voor uitvoer.

Met behulp van dit systeem wordt een moduul ontwikkeld waarmee invoer van eenvoudige tekeningen mogelijk is. Eenvoudige tekeningen wil in dit verband zeggen dat het resultaat kan worden afgebeeld op ILP-primitieven. Tegelijkertijd wordt een soortgelijk moduul ontwikkeld dat gebruik maakt van picture processing .

Met behulp van het eerste moduul zijn een aantal verdere ontwikkelingen voorzien:

1. Grafische Programmeerfaciliteit in een grafische taal.

Het schrijven van grafische programma's waarbij tekeningen niet op coördinaatniveau worden gespecificeerd, maar gedefinieerd worden m.b.v. grafische invoer en hoger niveau constructie-operatoren.

2. Picture editor.

Het einddoel is hier een volledige ILP-editor.

Deze aanpak verschilt op twee manieren van de klassieke methode om een faciliteit ter beschikking te stellen in de vorm van een zn. procedure- of subroutine pakket:

1. Het te manipuleren object is beschikbaar als datastructuur, en kan als zodanig worden uitgewisseld tussen applicatie module en grafisch subsysteem. Hierdoor is distributie mogelijk over meerdere processen die in principe gelijkwaardig zijn.
2. Interactie tussen gebruiker en programma vindt eveneens plaats door uitwisseling van objecten, ingebed in een dialoog taal. Deze objecten zijn al afgebeeld op een kanonieke interne representatie. Deze representatie is machine onafhankelijk. De bedoeling is om aan te tonen dat met deze methode interactieve applicatie programma's machine onafhankelijk kunnen zijn.

Fundamenteel onderzoek vindt plaats door:

1. Te onderzoeken op welke wijze een stelsel data typen en operaties daarop kan worden geïntegreerd in een bestaande programmeertaal.
2. Te onderzoeken op welke wijze de communicatie tussen mens en machine kan worden verbeterd met behulp van geavanceerd gereedschap voor specificatie van grafische invoer.
3. Het introduceren van parallele processen ten behoeve van grafische invoer aan de hand van een goed onderbouwde formele theorie (Lindemayer-systemen).

4. Samenstelling groep	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

6. Wijzigingen T.o.v. WP 79/MP 80/84 is AI 5.3 gewijzigd. Het bestuderen van niet-lineaire gegevensstructuren wordt vervangen door bestudering en ontwikkeling van technieken voor parallele programmering op het gebied van picture processing.

Redenen zijn:

1. Sterke voorkeur van één van de betrokkenen, gepaard aan zijn ruime ervaring op het terrein van picture processing en L-systemen.
2. Het deelproject niet-lineaire gegevensstructuren komt waarschijnlijk beter tot zijn recht als apart project. Het zal mogelijk t.z.t. als zodanig worden opgevoerd.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 5.1: Niet-interactief grafisch systeem
- 2b. Omschrijving deelproject Grafisch systeem voor het manipuleren, opslaan en uitvoeren van tekeningen
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek, programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 5: Computer Graphics
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject Het niet-interactieve gedeelte van het grafische systeem kent drie hoofdfuncties, n.l.:
 1. representatie
 2. manipulatie
 3. uitvoer van tekeningen.

Kern van het systeem is de representatie-functie. Representatie van tekeningen wordt gerealiseerd door definitie en implementatie van een speciale taal, geschikt om tekeningen te beschrijven. Deze taal heet ILP (Intermediate Language for Pictures). ILP kent een aantal nieuwe constructies, die speciaal zijn ontworpen voor het beschrijven van grafische gegevens. Door combinatie van ILP met een bestaande hogere programmeertaal kunnen ILP constructies zoals het attributen mechanisme gegeneraliseerd worden door bv. niet-grafische gegevens als attributen met grafische gegevens te associëren. Door combinatie van ILP met bv. constructies als condities kunnen dynamisch veranderende ILP programma's verkregen worden.

Implementatie van ILP betekent dat (evt. symbolische) ILP-programma's, na compilatie, als executeerbare ILP-programma's bewaard kunnen worden in files.

ILP-programma's kunnen omkeerbaar worden omgezet naar een datastructuur van een hogere programmeertaal. In eerste instantie is een ALGOL 68 datastructuur met bijbehorende operaties ontworpen. Implementatie hiervan, in de vorm van een zgn. library prelude, maakt het mogelijk ILP-programma's (i.e. tekeningen) te manipuleren. Tot de implementatie van ILP behoort verder een interpreter, die in staat is een of meer tekenmachines te besturen.

Wetenschappelijk belang:

Alle componenten van het systeem zijn gebaseerd op ILP. Zo ontstaat een grote mate van uniformiteit in het systeem, zowel conceptueel als programmeer-technisch. Het hoge niveau van de taal ILP in vergelijking met andere tussentalen, verschaft meer mogelijkheden voor goede structurering van het grafisch systeem, voor compactere representatie, voor grotere overdraagbaarheid en (teken)machine-onafhankelijkheid.

De definitie en implementatie van ILP is nog steeds grotendeels conform de opzet uit 1976/1977. In die tijd werd een grafische systeem voorzien, dat eerst op langere termijn efficiënt implementeerbaar zou zijn. Hardware ontwikkelingen (grote mini's, raster displays) hebben de mogelijkheden voor meer gecompliceerde grafische systemen snel dichterbij gebracht. Er zijn contacten met de Universiteit van Kansas (prof. V. Wallace) en het Computer and Automation Instituut te Budapest (dr. G. Krammer) over een soortgelijke aanpak.

Het belangrijkste is echter, dat tekening-manipulatie zoals die plaats vindt binnen een applicatie geheel beschreven kan worden als transformatie van ILP-programma's. Een applicatieprogrammeur kan in aanzienlijk grotere mate een beroep doen op de programmatuur van het grafische systeem.

- | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-----------------|---------|------------------|-------------------|----------|--|---------------|----------|--|---------------|----------|------------|
| 4. Samenstelling groep | <table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Naam of aantal</td> <td style="padding-right: 20px;">Functie</td> <td style="padding-right: 20px;">Manjaar in 1980</td> </tr> <tr> <td>Drs. P. ten Hagen</td> <td>wet.med.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A. Veen M.Sc.</td> <td>wet.med.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>drs. T. Hagen</td> <td>wet.med.</td> <td>TOTAAL 0.4</td> </tr> </table> | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 | Drs. P. ten Hagen | wet.med. | | A. Veen M.Sc. | wet.med. | | drs. T. Hagen | wet.med. | TOTAAL 0.4 |
| Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 | | | | | | | | | | | |
| Drs. P. ten Hagen | wet.med. | | | | | | | | | | | | |
| A. Veen M.Sc. | wet.med. | | | | | | | | | | | | |
| drs. T. Hagen | wet.med. | TOTAAL 0.4 | | | | | | | | | | | |
| 5. Duur deelproject | <table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Begin</td> <td>: 1976</td> </tr> <tr> <td>Einde (gepland):</td> <td>1980</td> </tr> </table> | Begin | : 1976 | Einde (gepland): | 1980 | | | | | | | | |
| Begin | : 1976 | | | | | | | | | | | | |
| Einde (gepland): | 1980 | | | | | | | | | | | | |
| 6a. Resultaten 1978 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Definitieve implementatie van een ALGOL 68G-moduul voor representatie, in- en uitvoer van ILP-programma's. 2. Gereedkomen van de ILP-compiler en van een gedeelte van de ILP-interpretator. | | | | | | | | | | | | |
| 6b. Publicaties 1978 | <p>H.J. Sint, ALGOL 68G-0: Pictures represented in ALGOL 68, december 1978 (MC Rapport IW 102).</p> | | | | | | | | | | | | |
| 7a. Werkplan 1979-80 | <p>Het schrijven van een ILP-interpretator heeft zoals verwacht een aantal fouten en onaanvaardbare knelpunten in het ontwerp naar voren gebracht. Al tijdens de implementatiefase worden hiervoor oplossingen gezocht. In de direct daaropvolgende</p> | | | | | | | | | | | | |

fase wordt de definitieve versie van ILP vastgesteld en gepubliceerd.

In 1980 zal ALGOL 68G aangepast worden aan de herziene versie van ILP. Tevens zal dan de mogelijkheid worden geschapen om, naast het bestaande interface dat uit symbolische ILP-code bestaat, een interface te gebruiken dat uit binaire code bestaat zoals geproduceerd door de ILP-compiler. Uit portabiliteitsoverwegingen verdient het eerste interface de voorkeur; gebruik van het tweede interface zal de noodzakelijk communicatie met de ILP-interpretator versnellen. Het niet op de interactie betrekking hebbende gedeelte van ALGOL 68G zal worden voltooid met de definitie van een aantal procedures en operatoren die voornamelijk dienen om de notatie voor de ALGOL 68G-programmeur te vereenvoudigen.

7b. Werkplan na 1980

Het niet interactieve gedeelte van het grafische systeem zal in 1980 voltooid worden. Na 1980 zullen de werkzaamheden aan dit deelproject nog slechts uit noodzakelijk onderhoud van het systeem bestaan.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 5.2: Grafische Interactie
- 2b. Omschrijving
 deelproject Uitbreiding van het grafische systeem met de mogelijkheid interactief tekeningen te maken en te wijzigen.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek, programmatuur
- 2d. Onderdeel van
 project AI 5: Computer Graphics
3. Probleemstelling
 en wetenschappe-
 lijk belang
 deelproject Methodologisch gezien staat de communicatie tussen mens en machine, en in het bijzonder de grafische interactie, nog in de kinderschoenen. Het is dan ook verre van duidelijk hoe een tekeningen editor eruit moet zien. Het deelproject begint met het ontwerpen en implementeren van een eenvoudig moduul voor het interactief invoeren van elementaire tekeningen. Deze elementen worden afgeleveerd als ILP primitieven. Een belangrijk probleem is het vinden van een methode om grafische invoer te vertalen naar een "kanonieke" ILP representatie. Patroon herkenning speelt hierbij een rol. Door gebruik te maken van het feit dat ILP programma's omkeerbaar kunnen worden afgebeeld van interne representatie naar symbolische notatie kan het beschreven moduul onmiddellijk gekoppeld worden met een teksteditor. Gebruik van de aldus onstane eenvoudige grafische editor kan een programmeur al veel moeizaan handwerk, in de vorm van het op cöördinaat niveau uitschrijven van tekeningen, besparen. De tweede stap in het project zal bestaan uit het realiseren van een hybride programmeertaal, waarin grafische objecten ook een grafische denotatie hebben. Deze programeertaal zal naast conventionele constructies een aantal positionerings operatoren kennen, die de samenhang aangeven tussen de grafische primitieven. In eerste instantie zal ernaar worden gestreefd de niet-grafische constructies te ontlenen aan ALGOL 68. Het meest interessante probleem bij het ontwerp van de hybride taal is het ontwerpen van de verzameling positionerings operatoren. Deze operatoren moeten voldoende machtig zijn om een programmeur in staat te stellen grafische gegevens in zijn programma te incorporeren op een manier die natuurlijker is dan bij conventionele programmeertalen. Met de ervaring opgedaan tijdens de realisatie van deze twee stappen kan dan als

laatste begonnen worden aan de implementatie van een zeer machtige grafische editor, die niet alleen grafische primitieven kent maar ook meer gestructureerde objecten, tot aan volledige ILP programma's toe. De meeste bestaande grafische editors zijn probleemgericht (vliegtuigontwerp, elektronische schakelingen, etc.) doordat de onderliggende datastructuren al probleemgericht zijn. Een editor zoals hierboven bedoeld zou werken op ILP-constructies, die niet applicatieafhankelijk zijn.

Externe contacten:

Nationale werkgroep GRIS (grafische invoer studies), internationale werkgroep van ISO/TC 97/SC 5/WG 2-graphics, SIGGRAPH werkgroepen over standaards, m.n. CORE definition subgroup (prof. J. Foley, prof. B. Herzog), dr. R. Williams (USA) en IFIP werkgroep WG 5.2 subcommittee on methodology in computer graphics (dr. R. Guedj, Frankrijk en dr. E.A. Warman, U.K.), GMD-Bonn (dr. P. Wisskirchen) en Technische Hochschule Darmstadt (prof.dr. J. Encarnaçao).

4. Samenstelling groep	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980
	Drs. P. ten Hagen	wet.med.	
	A. Veen M.Sc.	wet.med.	
	Drs. H.J. Sint	wet.med.	
	Drs. T. Hagen	wet.med.	TOTAAL 1.4
5. Duur deelproject	Begin	: 1978	
	Einde (gepland):	1982	
6a. Resultaten 1978	geen		
6b. Publicaties 1978	P. Klint & H.J. Sint, A framework for the integration of graphics and pattern recognition, MC Rapport IW 96.		
7a. Werkplan 1979-80	Het ontwerpen en implementeren van een grafische invoer-handler, die ILP-primitieven oplevert, en het koppelen hiervan aan een teksteditor.		
7b. Werkplan na 1980	Ontwerp en implementatie van de hybride grafische programmeertaal en/of de picture-editor.		

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 5.3: Invoer met een Picture Array Processor
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek naar de toepassing van parallelle processen in Picture Processing
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek, programmatuur
- 2d. Onderdeel van project AI 5: Computer Graphics
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject

Een steeds belangrijker vorm van grafische invoer is die waarbij een visueel beeld wordt omgezet in een zgn. beeldmatrix, een twee-dimensionaal array van lichtwaarden waarop een patroonherkenningsproces werkt. Voor praktische toepassingen is een snelle indicatie van de herkende patronen vaak een vereiste. Een beeldmatrix van voldoende resolutie bevat echter een hoeveelheid informatie die door een normale sequentiële processor meestal niet binnen korte tijd tot relevante patronen is te herleiden. De eerste fase van de verwerking van de beeldmatrix heeft dan ook tot taak de zeer redundante informatie te reduceren en om te zetten in een formaat dat aansluit bij de primitieven van het hogere niveau herkenningsproces. Dit kunnen grafische primitieven zijn zoals ILP die kent. Op deze wijze zou een grafische input-handler kunnen worden verwezenlijkt. Deze tijdrovende eerste bewerkingsfase is een goede kandidaat voor versneling door parallellisme, aangezien een belangrijk deel van deze datareductie bewerkstelligd kan worden door lokale en parallelle algoritmen. Als we de beeldmatrix beschouwen als de toestand van twee-dimensionaal netwerk van cellulaire automaten, dan wil lokaal in dit verband zeggen dat de nieuwe toestand van iedere cel slechts afhangt van zijn oude waarde plus de output van zijn directe omgeving, terwijl parallel wil zeggen dat alle cellen onafhankelijk van elkaar transformeren. Dit vormt in feite een statisch twee-dimensionaal netwerk van L-systemen. Zo'n netwerk zal hier verder als Picture Array Processor (PAP) worden aangeduid.

Wetenschappelijk belang

Een PAP van voldoende resolutie zal binnen enige jaren economisch haalbaar zijn en, gezien het belang van real-time visuele herkenning op een groot aantal gebieden, ook zeker in toenemende mate wor-

den toegepast. Tot nu toe zijn naar schatting enige tientallen PAP's voorgesteld en enkele daarvan (gedeeltelijk) gerealiseerd. De indruk bestaat dat de ontwerpen van deze PAP's niet in voldoende mate zijn voorafgegaan door een grondige analyse van de te gebruiken algoritmen. Dit heeft tot gevolg gehad dat de ontwerpen veelal gekenmerkt worden door ad hoc beslissingen en dat de gekozen architectuur de algoritmen bepaalt. Dit deelproject probeert er toe bij te dragen dat de architectuur sterker wordt bepaald door de gewenste algoritmen.

L. Cordella, M.J.B. Duff & S. Levialdi, Comparing sequential and parallel processing of pictures, Proceedings 3rd Int. J. Conf. on Pattern Recognition (1976), 703-707.

M.J.B. Duff & D.M. Watson, The cellular logic array processor, Comp. J. 20 (1977), 68-72.

A.H. Veen & A. Lindenmayer, Diffusion mechanism for phyllotaxis, plant physiol (1977), 60, 127-139.

A.H. Veen & L.D. Peachey, TROTS: A computer graphics system for three-dimensional reconstruction from serial sections, Comp. & Graphics, 2 (1977), 135-150.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal A.H. Veen M.Sc.	Functie wet.med.	Manjaar in 1980 0.6
5. Duur deelproject	Begin : 1980 Einde : 1984		
6a. Resultaten 1978	niet van toepassing		
6b. Publicaties 1978	niet van toepassing		
7a. Werkplan 1979-80	Een zo volledig mogelijk literatuuronderzoek met als doel: 1. Het onderbrengen van gerealiseerde en voorgestelde PAP's in categorieën, gekarakteriseerd naar complexiteit van de cellen, controle- en verbidingsstructuur en de aard van de bijbehorende algoritmen. 2. Het samenstellen van een overzicht van de voorgestelde lokale en parallelle algoritmen. 3. Onderzoek naar de geschiktheid van bestaande programmeertalen voor het beschrijven van de algoritmen en het programmeren van een PAP.		

Naast rapportering zal deze fase ook moeten leiden tot een schatting van de vruchtbaarheid van onderzoek naar hetzij realisering van een efficiënte PAP, hetzij definitie van een PAP-programmeertaal.

7b. Werkplan na 1980

Afhankelijk van de uitkomst van de eerste fase zal een keuze gemaakt worden uit definitie van een PAP-programmeertaal, ontwikkelen van algoritmen en efficiëntiecriteria, de invloed van de complexiteit van cellen op efficiëntie, de bruikbaarheid van bestaande hardware (micro- en arrayprocessors) als componenten van een PAP, ontwikkelen van programmatuur voor simulatie en meting.

Het is uitdrukkelijk de bedoeling om in deze fase het onderzoek op slechts een of twee van deze gebieden te concentreren, afhankelijk van de uitkomsten van de eerste fase.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 5.4: Informatica Laboratorium
- 2b. Omschrijving
deelproject Het scheppen van een zodanige omgeving dat informatica-onderzoek gedaan kan worden, op een wijze die vergelijkbaar is met de onderzoekssituatie in andere laboratoria
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek, programmatuur, ondersteuning onderzoek van de Afdeling Informatica.
- 2d. Onderdeel van
project AI 5: Computer Graphics
AI 6: Computer Architectuur
3. Probleemstelling
en wetenschappel-
lijk belang
deelproject Het deelproject AI 5.4 is in principe onafhankelijk van alle andere projecten. Om historische redenen en omdat de mankracht vooral uit de groep van AI 5 voortkomt, is het project onder AI 5 geplaatst.

Onder een "informatica laboratorium" wordt verstaan een werkomgeving, waarin informatica onderzoek optimaal mogelijk is. Dit kan bereikt worden door oplossingsmethoden en gestandaardiseerd gereedschap te ontwikkelen, en/of beschikbaar te stellen in het laboratorium.

Het laboratorium heeft een duidelijke dienstverlenende taak t.a.v. het informatica onderzoek van de Afdeling Informatica. Dit onderzoek betreft computer graphics, programmeertalen, compilers en interpretators, interactieve systemen en bedrijfs-systemen voor microcomputers. Incidenteel wordt een beroep gedaan op het laboratorium door andere afdelingen of diensten binnen het MC of door het bedrijfsleven.

Het werkterrein kan onderscheiden worden in twee gebieden:

1. Werkomgeving, d.w.z. algemene faciliteiten, die niet van een specifieke toepassing afhangen:
 1. hardware faciliteiten; dit betekent vooral onderhoud, aanpassing en onderzoek naar de geschiktheid van computers, randapparatuur en communicatielijnen;
 2. software faciliteiten: dit betekent vooral ontwerp, onderhoud en aanpassing van bedrijfssystemen en communicatieprotocollen.
2. Gereedschap, het beschikbaar stellen van grote hoeveelheden van eenvoudige algemeen toepasbare

hulpmiddelen voor het oplossen van specifieke problemen. Hulpmiddelen:

1. macroprocessors
2. parsergenerators
3. programmeertalen
4. meetmethoden
5. symbolische debugging
6. grafische representatie van datastructuren
7. verificatie en analyse van programma's
8. tekstverwerking voor synthese van programma's en documentatie.

De combinatie van werkomgeving en gereedschap moet leiden tot een efficiënte onderzoeksomgeving. De nadruk ligt daarom vooral op goed gereedschap. Hiervan zal gedeeltelijk eigen onderzoek gedaan moeten worden. Elders ontwikkeld gereedschap moet worden onderzocht op toepasbaarheid en zonodig beschikbaar gesteld worden. Tenslotte dient men op te merken dat in deze opzet ook ruime aandacht besteed moet worden aan instructie en consultatie t.b.v. gebruikers van het laboratorium.

Momenteel zijn de werkzaamheden voor dat deelproject in hoge mate afhankelijk van het enthousiasme van sommige gebruikers. Voor consultatie, instructie en onderhoud is zodoende helaas weinig tijd beschikbaar.

4. Samenstelling groep	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Naam of aantal</th> <th>Functie</th> <th>Manjaar in 1980</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Drs. T. Hagen</td> <td>wet.med.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drs. P. Klint</td> <td>wet.med.</td> <td>TOTAAL 1.1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>wet.ass.</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>J.N. Akkerhuis</td> <td>progr./ techn.</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>P. Beertema</td> <td>syst.progr.</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>	Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980	Drs. T. Hagen	wet.med.		Drs. P. Klint	wet.med.	TOTAAL 1.1	1	wet.ass.	0.5	J.N. Akkerhuis	progr./ techn.	1.0	P. Beertema	syst.progr.	1.0
Naam of aantal	Functie	Manjaar in 1980																	
Drs. T. Hagen	wet.med.																		
Drs. P. Klint	wet.med.	TOTAAL 1.1																	
1	wet.ass.	0.5																	
J.N. Akkerhuis	progr./ techn.	1.0																	
P. Beertema	syst.progr.	1.0																	
5. Duur deelproject	Begin : 1978, doorlopend project																		
6a. Resultaten 1978	<p>Uitbreiding en aanpassing van de bestaande installatie. Gereedgekomen software in 1978:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de programmatuur voor de SARA-verbinding via het MOD II-protocol. 2. het ontwerp en de bouw van een interface om de MDS-4345-kettingprinter te testen. 3. het ontwerp en implementatie van een bedrijfs-systeem voor de LSI 11-tekstinvoereenheid. 4. de implementatie van grafische filters, welke grafische programmatuur machine-onafhankelijk maakt. 5. de aanpassing van een grote hoeveelheid programmatuur, zoals tape utilities, commando- 																		

interpretator, en compilers.

6. de aanpassing van het bedrijfssysteem ten behoeve van specifieke informaticaproeven.

6b. Publicaties 1978 niet van toepassing

7a. Werkplan 1979-80

1. Dagelijks onderhoud en beheerswerkzaamheden.
2. Modernisering en aanpassing van het bedrijfssysteem op de PDP11/45.
3. Voor de aan te schaffen computer VAX11/780: het gereedmaken van het bedrijfssysteem en het beschikbaar stellen van reeds ontwikkeld gereedschap.
4. Uittesten en onderhouden van het MOD II-protocol voor de verbinding met SARA.
5. Besturing van HRD-1 vanuit de LSI 11 microcomputer.
6. Ondersteuning, consultatie en instructie ten behoeve van gereedschap en bedrijfssysteem op de tekstverwerkende computerapparatuur.
7. Ontwerp en bouw van het interface met de Qume twin-trac printer.
8. Voorbereiding, verhuizing van en installering van apparatuur (en software) in de nieuwe behuizing van het Mathematisch Centrum.

7b. Werkplan na 1980

1. Dagelijks onderhoud en beheer van computerapparatuur.
2. Integratie van de specifieke mogelijkheden van de VAX11/780-computer, zoals microprogrammering en geheugenpaginering.
3. Integratie van eisen van informaticaprojecten in het bedrijfssysteem en in het gebruikersgereedschap, b.v. het grafische interactie gereedschap, microprogrammering en het gereedschap zoals vermeld onder 6a, punt 3.
4. Ontwerp en bouw van specifieke hardware.

9. Apparatuur

Specifiek gereedschap zoals microcomputers en eigen ontwikkelde hardware ten behoeve van andere informaticaprojecten, zoals het deelproject interactie (AI 5.2) en het project machine-architectuur (AI 6).

- | | |
|--|---|
| 1. Afdeling | Informatica (AI) |
| 2a. Titel project | AI 6: Computerarchitectuur en taalontwerp |
| 2b. Omschrijving project | Onderzoek van de architectuur van computers in relatie tot het ontwerpen van algoritmen, datastructuren en programmeertalen |
| 2c. Aard project | Wetenschappelijk onderzoek |
| 2d. Deelprojecten | AI 6.1: Primitieven voor stringmanipulatie en patroonherkenning
AI 6.2: Een architectuur voor stringmanipulatie en patroonherkenning
AI 5.4: Informatica Laboratorium (deelproject gemeenschappelijk met AI 5) |
| 3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang project | 1. Zij gegeven een nieuw programmeertaalconcept (b.v. een nieuw datatype, zoals een verzameling met daarop gedefinieerde operaties "doorsnede", "is element van"). Dit programmeertaalconcept wordt eerst onderzocht om te komen tot:
1. een motivering voor de bruikbaarheid van het concept, en
2. een analyse van de impementeerbaarheid ervan, in het kader van een groter systeem. |

Op grond van deze theoretische studie wordt een aantal primitieve acties ontworpen die het concept realiseerbaar maken. Deze primitieven worden beschreven in de vorm van een z.g.n. tussentaal. Vervolgens wordt onderzocht hoe deze tussentaal op (eventueel nieuw te ontwerpen) hardware afgebeeld kan worden en hoe de concepten aan een hogere programmeertaal toegevoegd kunnen worden. Tijdens het ontwerpen van beide afbeeldingen (hogere programmeertaal naar tussentaal, tussentaal naar hardware) kan terugkoppeling optreden, waardoor voorgaande ontwerpbeslissingen herzien dienen te worden. Deze terugkoppeling heeft tot gevolg dat ontwerp van hardware en software elkaar wederzijds beïnvloeden.

Het kan verwacht worden, dat de hier geschetste geïntegreerde ontwerpmethode zal leiden tot een verkleining van de afstand tussen hogere programmeertalen en computerarchitectuur (zie 2).

Hoewel de aard van het project het mogelijk maakt een aantal zeer uiteenlopende concepten op deze wijze te onderzoeken, is het nadrukkelijk de bedoeling een gering aantal, voornamelijk nieuwe, concepten in beschouwing te nemen. Voorlopig worden alle concepten ontleend aan het gebied van de stringmanipulatie en patroonherkenning. In een later stadium kan wlllicht ook onderzoek verricht worden naar de primitieven die aan bedrijfsystemen ten grondslag liggen. Hierbij zou ook de communicatie tussen bedrijfsystemen en in hogere programmeertalen geschreven programma's aan de orde kunnen komen.

2. Motivering

De hierboven geschetste methode garandeert dat software- en hardware-ontwerp elkaar op basis van gelijkheid beïnvloeden. Tot nu toe hebben ontwikkelingen op softwaregebied nauwelijks invloed op hardwaregebied gehad. Bij programmeertaalontwerp echter hebben technologische beperkingen steeds in meerdere of mindere mate een rol gespeeld, zoals b.v.:

1. eindige geheugencapaciteit; deze beperking wordt momenteel omzeild bijvoorbeeld door een ingewikkelde software-oplossing (overlays, load on call), of een rigide hardware-oplossing (paging, segmentation);
2. eindige integercapaciteit; kan momenteel alleen omzeild worden door integers als strings te representeren en de aritmetiek volledig in software te simuleren;
3. sterke nadruk op sequentiële executie van programma's waardoor in vele gevallen overspecificatie van de executievolgorde ontstaat (b.v. het sommeren van de elementen van een lineaire vector);
4. het (om efficiency-redenen) vermijden van associatieve zoekoperaties.

Hoewel dergelijke beperkingen altijd een rol zullen blijven spelen, is het van groot belang om hulpmiddelen te ontwikkelen die de invloed van dergelijke technologische beperkingen op taalontwerp en programmeermethodologie vermindern. Twee voorbeelden illustreren dit:

1. in een CAPP (content addressable parallel processor) hangt het aantal operaties vereist voor een lineaire zoekactie, alléén af van het aantal bits informatie dat de te doorzoeken elementen bevatten, en niet van het aantal elementen. In een dergelijke pro-

- cessor is de meest eenvoudige zoekalgoritme tevens de meest efficiënte;
2. in een microprogrammeerbare computer kan, door het definiëren van een uitzonderingstoestand, een onbeperkte integercapaciteit verkregen worden.

Het is momenteel gebruikelijk dat de meeste informatie over een programma in een hogere programmeertaal (type en naam van variabelen, flow-of-control) niet meer, dan wel in zeer impliciete vorm is terug te vinden in de versie van het programma zoals het door de hardware uitgevoerd wordt (object-code). Behoud van deze informatie kan leiden tot efficiëntere en betrouwbaarder verwerking van programma's en biedt de mogelijkheid om eventueel meer specifieke foutmeldingen te produceren. Bovendien is er meestal een groot verschil tussen het gegeven instructierepertoire van een bepaalde computer, en het instructierepertoire dat het meest geschikt is voor de implementatie van een hogere programmeertaal.

Om deze kloof te overbruggen kan men een tussentaal introduceren die de afbeelding van hogere programmeertaal naar hardware splitst in meestal eenvoudiger deelproblemen. Men dient op te merken dat tussentalen hier ingevoerd worden op grond van gedeeltelijk andere overwegingen dan bij het ontwerp van "universele" codegenerators voor compilers.

Een microprogrammeerbare computerarchitectuur kan in dit verband waardevol zijn bij het realiseren van een of meerdere tussentalen uit de hiërarchie.

3. Literatuur:

C.C. Foster, Content adressable parallel processors, van Nostrand Reinhold, New York, 1976.

R. Rice & W.R. Smith, SYMBOL - a major departure from classic software dominated von Neumann computing systems AFIPS-SJCC (1971), pp. 575-587.

M. Rem, Associations and the closure statement (dissertatie), MC Tract 76, 1976.

M.D. Shapiro, A SNOBOL machine; functional

architectural concepts of a string processor,
Ph. D. thesis, Purdue University, 1972.

4. Samenstelling groep	1980	1981	1982	1983	1984	1985
	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

6. Wijzigingen Een (bij voorkeur microprgrammeerbare) computer, niet eerder dan 1980. In de realisatiefase van AI 6.2 microprocessors en andere (standaard) hardwarecomponenten.

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 6.1: Primitieven voor stringmanipulatie en patroonherkenning
- 2b. Omschrijving deelproject Onderzoek van stringmanipulatie en patroonherkenning, dat moet leiden tot een verzameling primitieven, een model voor patroonherkenning en integratie van de primitieven in een hogere programmeertaal.
- 2c. Aard deelproject Wetenschappelijk onderzoek
- 2d. Onderdeel van project AI 6: Computerarchitectuur en taalontwerp
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject In 1977 en 1978 is onder project AI 5 de programmeertaal SPRING ontworpen en geïmplementeerd. Deze taal bevat zeer machtige operaties voor stringmanipulatie en patroonherkenning. Deze operaties blijken echter, juist door hun macht, problemen op te leveren die alle samenhangen met de wisselwerking tussen patroonherkenning en evaluatie van expressies. In het gebruikte model, dat op backtracking gebaseerd is, is het namelijk nodig om de effecten van de evaluatie van sommige expressies ongedaan te maken. Dit geldt voor expressies die geëvalueerd zijn tijdens een falend gedeelte van het herkenningsproces.

Om primitieven voor stringmanipulatie en patroonherkenning op bevredigende wijze te integreren in een hogere programmeertaal, volgens de principes zoals geschetst in de inleiding van dit project, moeten derhalve de volgende kernproblemen worden opgelost:

1. Het opnieuw definiëren van een verzameling operaties op het niveau van een hogere programmeertaal. Hierbij wordt gebruik gemaakt van ervaring met de taal SPRING.
2. Definitie van primitieven in een tussentaal, die geschikt zijn voor de realisatie van de operaties in de hogere taal. Dit leidt tot een analyse hoe dergelijke primitieven met behulp van parallellisme en associatieve zoekoperaties zo efficiënt mogelijk geïmplementeerd kunnen worden.
3. Ontwerp van een model dat de interactie tussen patroonherkenning en evaluatie van expressies kan beschrijven. Onderzocht moet worden hoe de executieomgeving van een programma op ef-

ficiënte wijze bewaard en hersteld kan worden om bepaalde wijzigingen van de omgeving ongedaan te kunnen maken.

4. Samenstelling groep	Naam of aantal Drs. P. Klint Drs. H.J. Sint 1 J. Heering	Functie wet.med. wet.med. wet.med. sr.progr.	Manjaar in 1980 totaal: 1.2 0.5
5. Duur deelproject	Begin : januari 1979 Einde : 1982		
6a. Resultaten 1978	niet van toepassing		
6b. Publicaties 1978	niet van toepassing		
7a. Werkplan 1979-80	Definitie van hoger niveau operaties en lager niveau primitieven. Formulering van een model dat de relatie tussen patroonherkenning en expressie-evaluatie beschrijft. Incorporatie van de hoger niveau operaties in een (mogelijk op SPRING gebaseerde) programmeertaal.		
7b. Werkplan na 1980	Realisatie van model en primitieven. Hierbij wordt gelet op de implicaties voor een architectuur waarin de primitieven ingepast kunnen worden.		

1. Afdeling Informatica (AI)
- 2a. Titel deelproject AI 6.2: Een architectuur voor stringmanipulatie en patroonherkenning
- 2b. Omschrijving deelproject
1. Integratie van de in AI 6.1 gedefinieerde primitieven binnen een volledige architectuur.
 2. Onderzoek van de eisen die deze primitieven stellen ten aanzien van geheugenorganisatie.
- 2d. Onderdeel van project AI 6: Computerarchitectuur en taalontwerp
3. Probleemstelling en wetenschappelijk belang deelproject
- Dit deelproject beoogt de bestudering van de implicaties van stringmanipulatie en patroonherkenning voor computerarchitectuur. In de eerste fase ligt de nadruk vooral op het selecteren van hulpmiddelen, zoals architectuurbeschrijvingsmethodes en systemen voor ontwerp en simulatie van elektronische schakelingen. Met deze hulpmiddelen wordt allereerst onderzoek gedaan naar geheugenorganisaties die geschikt zijn voor stringmanipulatie. Vervolgens worden de in AI 6.1 gedefinieerde primitieven ingepast in een volledige architectuur. Hierbij wordt gelet op mogelijkheden om van parallellisme gebruik te maken.
- Bovendien wordt onderzocht of het mogelijk is om het ongedaan maken van de effecten van expressies, die tijdens een falend herkenningsproces geëvalueerd zijn, vanuit de architectuur te ondersteunen. Een mogelijkheid hiertoe is de introductie van zogenaamde "recovery caches", waarin de modificaties van de executie-omgeving tijdens het herkenningsproces geadministreerd worden.
4. Samenstelling groep
- | Naam of aantal | Functie | Manjaar in 1980 |
|----------------|-----------|-----------------|
| Drs. P. Klint | wet.med. | |
| Drs. H.J. Sint | wet.med. | |
| 1 | wet.med. | totaal: 0.8 |
| J. Heering | sr.progr. | 0.5 |
5. Duur deelproject
- Begin : januari 1979
Einde : januari 1983
- 6a. Resultaten 1978 niet van toepassing
- 6b. Publicaties 1978 niet van toepassing
- 7a. Werkplan 1979-80
1. Bestudering van architectuurbeschrijvingsmethodes.

2. Ontwerp van een geheugenorganisatie voor
stringmanipulatie.

7b. Werkplan na 1980 Zie punt 3.

NOTA voor ZWO in verband met subsidiëring MC gedurende de komende vijf jarenI. De positie van het MC in Nederland

De stichting Mathematisch Centrum, dertig jaar geleden opgericht, heeft als statutair doel de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde in de meest ruime zin. De middelen om dit doel te bereiken zijn, zoals de statuten melden:

- enerzijds het bevorderen van de onderlinge samenwerking van de Nederlandse wiskundigen en het bevorderen van de samenwerking met buitenlandse wiskundigen en met binnen- en buitenlandse beoefenaren van andere gebieden van de wetenschap, techniek en maatschappelijk leven, waarin de wiskunde wordt toegepast.
- anderzijds het uitvoeren van wiskundig onderzoek, het leiden en begeleiden van wetenschappelijk onderzoek van jonge wiskundigen, het uitgeven en ondersteunen van wiskundige publikaties, het organiseren van colloquia, voordrachten en cursussen, het verrichten van consultatie, het uitvoeren van opdrachten, het verlenen van computerfaciliteiten, het instandhouden van een bibliotheek, enz.

Het MC heeft bij het realiseren van zijn statutaire doel in hoofdzaak de laatstgenoemde groep van middelen aangewend, die dan ook geleid hebben tot het huidige wiskundige instituut. Aan de statutaire mogelijkheid om de onderlinge samenwerking der Nederlandse wiskundigen te bevorderen is echter veel minder aandacht gegeven. In de ontwikkelde plannen voor 1972 - 1973 zei het MC te zullen streven naar meer openheid naar de wiskundige wereld en naar meer samenwerking met wiskundigen van andere wetenschappelijke instellingen en bedrijven. Hiertoe zou een Raad van Advies opgericht moeten worden. Het MC zal in de komende jaren door middel van de inmiddels opgerichte Raad van Advies en de opgerichte en nog op te richten Adviescommissies voor vakgebieden van de wiskunde en informatica aan de wiskundige wereld buiten het MC meer invloed geven op de gang van zaken, o.a. door te laten adviseren over de wetenschappelijke programma's. Het MC zal voorts eraan meewerken, dat in de komende jaren een kader voor landelijke samenwerking en coördinatie in wetenschappelijke programma's zal kunnen ontstaan. Het is zich daarbij ervan bewust, dat deze samenwerking en coördinatie door afstemming op elkaar van wetenschappelijk onderzoek buiten en binnen het MC, aanzienlijke veranderingen in de wetenschappelijke programma's van het MC tot gevolg zal kunnen hebben.

Aan het einde van 1975 heeft het MC in een algemener schrijven aan de Secties Wiskunde en Informatica van de Academische Raad o.a. meegedeeld, dat het gaarne het initiatief neemt tot het stimuleren van het tot stand komen van landelijke werkgemeenschappen. Van de Sectie Wiskunde is inmiddels een positieve reactie op het schrijven ontvangen. Om hieraan inhoud te geven, en om een mogelijk begin voor een kader voor landelijke samenwerking en coördinatie te hebben, stelt het MC voor om in de komende tijd voor een in overleg met Nederlandse wiskundigen en informatici nader te bepalen vakgebied, een experiment met een landelijke werkgemeenschap, in de zin van ZWO, te doen starten. Het stelt daarbij, desgewenst, de diensten van het bureau van de Stichting ter beschikking. Het is duidelijk, dat, wat het MC betreft, dit experiment in volledig overleg met en nauwe begeleiding door zijn Raad van Advies en zijn betrokken adviescommissie zou moeten plaatsvinden. Het is vanzelfsprekend, dat de wetenschappelijke programma's van het MC voor het gekozen vakgebied dan niet alleen voor het verkrijgen van advies aan de Raad van Advies en de betrokken adviescommissies worden voorgelegd, maar tevens in deze "experimentele landelijke werkgemeenschap" ter beoordeling worden ingebracht.

Het MC gaat ervan uit dat in de komende jaren in Nederland een wettelijk geregelde organisatievorm voor de wetenschapsbeoefening zal ontstaan. Het MC acht daarom dit experiment belangrijk, omdat zo zou kunnen worden nagegaan of een toekomstige organisatievorm van landelijke werkgemeenschappen voor de beoefening van (delen van) de wiskunde en informatica voor de betrokken wetenschapsbeoefenaren gewenst of acceptabel is. Tevens zou bij de uitwerking van het experiment betrokken moeten worden of een eventuele financiering door ZWO van de in deze experimentele landelijke werkgemeenschap ingebrachte wetenschappelijke programma's via de Stichting Mathematisch Centrum zou kunnen verlopen.

De Stichting Mathematisch Centrum verklaart zich als ZWO-Stichting bereid om, indien gewenst door wiskundig Nederland en daartoe in staat gesteld door ZWO, naast de te financieren wetenschappelijke programma's van het "instituut Mathematisch Centrum" ook de verzorging en financiering van de tweede-geldstroomprogramma's elders in het land te behartigen. De Stichting Mathematisch Centrum realiseert zich daarbij zeer wel, dat dit enerzijds b.v. kan betekenen, dat deze nieuwe functie van de Stichting sterke invloed kan hebben op de samenstelling van het Curatorium en anderzijds b.v., dat in dat geval de door de Stichting Mathematisch Centrum gesalarieerde wetenschapsbeoefenaren niet noodzakelijkerwijze gehuisvest zijn in het gebouw van het "instituut" MC, maar ook aan een door de "Stichting" MC gefinancierd wetenschappelijk programma elders in Nederland kunnen werken.

II. Personeel en nieuwbouw

In de komende jaren zal het MC trachten te komen tot het vormen van werkgroepen. Een geschikte grootte voor zo'n werkgroep wordt geacht ca. vijf (full time) personen (of vijf manjaren/jaar) te zijn. De centrale rol in zo'n werkgroep wordt bij voorkeur vervuld door een ervaren, gepromoveerd senior-medewerker, souschef, afdelingschef of wetenschappelijk adviseur. De eerste drie functies worden vervuld door personeelsleden van het MC met in principe een aanstelling voor onbepaalde tijd. Het dienstverband van de overige (ca. vier) wetenschappelijke medewerkers van zo'n werkgroep is in principe van tijdelijke aard. De aanstelling geschiedt in de regel voor een periode van maximaal vier jaar (meestal in de vorm van 1 + 3 jaar). Hierna is in uitzonderingsgevallen éénmaal een verlenging mogelijk. Onderzocht wordt de mogelijkheid van realiseren van werkgroepen met een zwaardere samenstelling, de z.g. "onderzoekskernen". De centrale rol zou dan toevallen aan een gepromoveerd wiskundige van hoogleraars- of lectorniveau met een aanstelling voor onbepaalde tijd. Tot die onderzoekskern zouden verder behoren twee gepromoveerden met een tijdelijke aanstelling voor een gering aantal jaren en twee wetenschappelijke medewerkers met een tijdelijke aanstelling als hierboven beschreven voor de normale werkgroep. Het MC presenteert de beschrijving van te verrichten wetenschappelijk onderzoek in het algemeen reeds in de vorm van wetenschappelijke programma's voor dergelijke werkgroepen van wetenschappelijk personeel. Door de zwaardere samenstelling en de geschikte keuze van onderwerpen voor de onderzoekskernen kan het MC voor die onderwerpen onderzoek op hoog niveau verrichten, terwijl toch, mede bij de overige werkgroepen, het principe van doorstroming voor het grootste deel van het wetenschappelijk personeel gehandhaafd blijft. Dit laatste blijft belangrijk, juist nu uit een recent gepubliceerd FOM-onderzoek blijkt, dat in tegenstelling tot andere studierichtingen, zoals natuur- en scheikunde, een duidelijke groei in het aantal studenten wiskunde en informatica aan de universiteiten en hogescholen opgetreden is (dit aantal studenten was in 1973 27% groter dan in 1971). Daarnaast stelt de onderzoekskern goede wiskundigen enkele jaren in de gelegenheid verder onderzoek te doen en te publiceren, waardoor tevens goede selectiemogelijkheden voor het benoemen van hoogleraren en lectoren geschapen worden.

In het verleden zijn door het MC voor het wetenschappelijk onderzoek en de daaruit afgeleide educatieve en dienstverlenende werkzaamheden verscheidene malen sluitende plannen ontwikkeld, die leiden tot het aantal van 220 personeelsleden. Aangezien door de toenemende mathematisering in andere, ook steeds weer nieuwe, wetenschapsgebieden, niet alleen binnen de natuurwetenschappen maar ook voor maatschappij- en levenswetenschappen, wiskunde en informatica uitbreidende takken van wetenschapsbeoefening zijn en steeds veelvuldiger toepassing vinden, meende het MC tot voor kort dat, met alle besef voor de realiteit, dit aantal van 220 personeelsleden aangehouden zou moeten worden en de nieuwbouw voor het MC daarop gebaseerd zou moeten zijn.

Het grote belang, dat het MC aan deze zaak hecht, mede, gegeven de huidige behuizing, in verband met de zeer noodzakelijke nieuwbouw, heeft geleid tot een nadere bezinning. Bleek reeds eerder duidelijk besef voor de maatschappelijke realiteit, thans meent het MC, gezien de ernstige beperkingen die de overheid in acht heeft te nemen, dat het MC daarin thans heeft bij te dragen door af te zien van het aantal van 220 personeelsleden en een duidelijke temporisering in de gewenste groei aan te brengen. Met handhaving van het standpunt over het toenemend belang van wiskunde en informatica en lettende op de eerder gememoreerde groei van het aantal studenten wiskunde en informatica, meent het MC dat een uiteindelijk totaal personeelsbestand van 195, te bereiken in 1984, vijf jaren na het betrekken van de nieuwbouw in 1979, noodzakelijk is. Enerzijds is dit aantal gebaseerd op een groei van ca. 3% per jaar (hetgeen neerkomt op ca. 30% in acht jaar vanaf nu) ten opzichte van het aantal personeelsleden, dat al sinds 1972 omstreeks 150 bedraagt. Anderzijds geeft dit aantal aan het MC de mogelijkheid zijn belangrijkste taken te blijven vervullen, zij het op een enkel punt vertraagd of ondanks het niet tot stand komen van enkele werkgroepen, die wel in de plannen voor uiteindelijk 220 personeelsleden waren opgenomen. Om misverstanden te voorkomen, wordt met deze 195 bedoeld het totaal aantal MC-personeelsleden, gesalarieerd door de Stichting Mathematisch Centrum en werkzaam in het gebouw van het MC. Hoe groot eventueel het aantal wetenschapsbeoefenaren in het kader van wetenschappelijke programma's gesalarieerd door de Stichting MC, doch elders werkend, zal zijn, is thans uiteraard niet te overzien.

III. Evaluatie van de afgelopen periode

Het MC heeft in de afgelopen periode voor zijn wiskundig onderzoek plannen ontwikkeld in globale termen (ontwerp-ontwikkelingsplan 1972-1975, geda-teerd juni 1972 en voorts tot en met 1974 bijlagen bij de respectievelijke begrotingen) en meer gedetailleerde termen (wetenschappelijke programma's 1975 en 1976, meerjarenplannen voor 1976-1980 en voor 1977-1981). Elk van de meerjarenplannen leidde tot een gewenste groei tot 220 personeelsleden in vijf jaar. In de afgelopen periode is, in afwijking van de beoogde groei het aantal leden van wetenschappelijk personeel gelijk gebleven. Hoewel de begrotingen en de personeelsaantallen elk jaar herzien werden, is dit niet gebeurd met globale, respectievelijk de in latere jaren meer gedetailleerde wetenschappelijke programma's. Gerealiseerd is dan ook (slechts) dat deel van het onderzoek uit die programma's, die golden voor het aanwezige personeel. Details over het realiseren van de plannen zijn te vinden in de jaarverslagen, waarin het verslag over het wetenschappelijk onderzoek de indeling in "projecten" en "deelprojecten" volgt.

Het reglement voor de Raad van Advies en het conceptreglement voor de Adviescommissies vermelden dat deze colleges als taak hebben, enerzijds te

adviseren over de in te dienen wetenschappelijke programma's voor een begrotingsjaar en anderzijds na afloop van dat jaar het gevoerde wetenschappelijke beleid te beoordelen door evaluatie van de bereikte resultaten. Om dit mogelijk te maken, wordt met ingang van 1976 niet alleen de begroting en het aantal personeelsleden, maar ook het wetenschappelijk programma herzien.

Er wordt opgemerkt, dat naast de thans gecreëerde mogelijkheid van externe evaluatie, die overigens door het MC geïnitieerd is en die zinvoller wordt geacht dan een interne evaluatie van globaal beschreven plannen, het MC sinds ca. 1950 al een (sinds ca. 1960 geautomatiseerde) "projectregistratie" voert.

Enkele voorbeelden van hoogtepunten van wetenschappelijk onderzoek uit de afgelopen periode worden genoemd bij de in "IV. Voorgenomen onderzoeksbeleid" geschetste onderzoekslijnen op het MC.

Resultaten van het verrichten van wetenschappelijk onderzoek in de afgelopen periode zijn o.a. het aantal promoties, het aantal van de medewerkers, die (buitengewoon, bijzonder) hoogleraar of lector werden en het aantal publikaties. Deze worden in het volgende overzicht vermeld.

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>
Promoties	2	4	2	4	2
Medewerkers, benoemd tot hoogleraar/lector	3	2	1	-	2
MC Tracts	6	4	7	8	4
MC Syllabi	5	1	7	1	2
Publikaties in wetenschappelijke tijdschriften	9	28	20	24	44
MC-rapporten w.o. een aantal preprints	87	71	86	76	115

Voorzover thans bekend, zal in 1976 een medewerker tot hoogleraar en zo goed als zeker twee medewerkers tot lector worden benoemd. Het aantal promoties in 1976 bedraagt tot nu toe twee, terwijl tenminste nog twee promoties worden verwacht.

Daarnaast werden in de afgelopen periode door een aantal medewerkers, met name de laatste jaren, gedurende langere tijd functies als visiting assistant professor aan buitenlandse wetenschappelijke instellingen vervuld en werden bijdragen geleverd in b.v. IFIP-Working Groups, programmacommissies van belangrijke congressen en conferenties en redacties van wetenschappelijke tijdschriften. Voorts ontvingen medewerkers van het MC uitnodigingen voor het houden van voordrachten in het buitenland en waren een twintigtal buitenlandse gasten voor langere tijd aan het MC verbonden.

In de afgelopen periode is de EL X8 van het MC buiten gebruik gesteld. Behalve voor speciale projecten, die een eigen computer behoeven, is het MC voor de dienstverlening met de computer thans aangewezen op de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA), die daartoe met de beide Amsterdamse universiteiten is opgericht. Door bemiddeling van het MC maken twee FOM-instituten in Amsterdam, het FOM-instituut in Jutphaas en enkele FOM-werkgroepen, w.o. één in Nijmegen, gebruik van de SARA-computerfaciliteiten. Ook worden deze faciliteiten, waar nodig, ter beschikking gesteld voor de door ZWO gefinancierde onderzoeken. Deze dienstverlening vindt plaats in het kader van het besluit van ZWO, dat de aanvragen voor financiering van computerfaciliteiten binnen de aanvragen voor financiering van onderzoek niet gehonoreerd worden en dat daarbij verwezen wordt naar het MC.

Na intensief overleg, ook met de a.s. bewoners van het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer, maar vooral met SARA, dat met het MC in één gebouw(encomplex) gevestigd zal worden, is aan het einde van 1975 het programma van eisen voor de nieuwbouw van het MC aan ZWO ter goedkeuring aangeboden. In het overleg is bijzonder veel aandacht besteed aan de coördinatie met en het gezamenlijk gebruiken van ruimten en diensten van die a.s. bewoners, t.w. NIKHEF (sectie H), IKO, SARA en MC.

Een ander belangrijk punt betreft de langdurige bezinning op de topstructuur van het MC en de functies en de organisatie van de niet-wetenschappelijke diensten. Daartoe zijn door twee organisatiebureaus rapporten uitgebracht. Met de uitvoering van de uit die rapporten overgenomen adviezen is begonnen, resp. zal in de komende periode worden begonnen.

IV. Voorgenomen onderzoeksbeleid

Gestreefd wordt naar het verrichten van onderzoek dat elders niet (even goed of beter) verricht kan of zal worden of dat in het kader van landelijke samenwerking en coördinatie heel wel mede bij het MC kan plaatsvinden ("prioriteit" van onderzoek). Mede om een inzicht te krijgen welk onderzoek dit dan zou betreffen, zal het MC, als eerder gememoreerd, meewerken aan het ontstaan van zo'n kader en biedt het MC thans reeds zijn wetenschappelijke programma's en zijn langere-termijnplannen voor advies aan de Raad van Advies aan.

De "onderzoekskernen", waarvan de totstandkoming in studie is (zie eerder), geven door hun zwaardere bemanning de mogelijkheid om op een aantal gebieden excellent onderzoek te verrichten. De onderwerpen dienen in overleg met de Nederlandse wiskundigen gekozen te worden. Daarbij zal rekening gehouden dienen te worden met eerder en thans verricht goed wetenschappelijk werk, alsmede met de continuïteit van het onderzoek.

Daarnaast wordt uiteraard gebruik gemaakt van de grote diversiteit aan specialismen, die op het MC aanwezig is. Zo loopt het onderzoek op het gebied van de theoretische informatica, van de analyse, van de discrete wiskunde en van de numerieke programmatuur, om enkele voorbeelden te noemen, dwars door de afdeling van het MC heen. Meer dan in het verleden zal dit aspect in de presentatie van de wetenschappelijke programma's naar voren gebracht worden.

Belangrijk bij deze samenwerking is de ondersteuning, die door de zuiver wiskundigen van het MC aan het onderzoek op het MC gegeven wordt.

Het is thans het voornemen onderzoek te blijven verrichten op de gebieden discrete wiskunde, analyse (met topologie), toegepaste analyse, biomathematica, asymptotische en verdelingsvrije methoden, waarschijnlijkheidsrekening en toegepaste statistiek, dynamische, combinatorische en mathematische

programmering en speltheorie, numerieke analyse en getaltheorie met de computer, numerieke programmatuur, theoretische informatica, programmeertalen, grafische systemen en tekstverwerking. Daarnaast zal programmatuur ontwikkeld worden voor statistische, besliskundige en informaticaprogrammatheken. Voorts bestaat thans het voornemen om in de komende periode onderzoek te gaan verrichten op de gebieden algebra, logica en grondslagentheorie, alsmede numerieke algebra.

Voor de motivering van het voornemen dit onderzoek te blijven, resp. te gaan doen wordt verwezen naar het (herzien) wetenschappelijk programma 1976 en het MC-meerjarenplan 1977-1981 (Cur 530, 8 september 1975).

Indien een Nederlandse toetreding tot het International Institute on Advanced Systems Analysis (IIASA) te Wenen wordt gerealiseerd, zal, indien de wenselijkheid daartoe bestaat en de mogelijkheid wordt geschapen, het MC, in aanvulling op de bestaande meerjarenplannen, gaarne enkele wiskundigen in dienst nemen, die moeten werken op het gebied van de wiskundige ondersteuning van de systeemanalyse. Aangezien dit een nieuwe ontwikkeling voor het MC is, wil het MC echter hierover advies van de Raad van Advies en de betrokken adviescommissie(s). Opgemerkt wordt, dat het MC op een aantal gebieden onderzoek verricht (b.v. optimalisering, toegepaste grafentheorie, biomathematica), die tot de randgebieden van de systeemanalyse gerekend kunnen worden. De toetreding zal enige organisatie en coördinatie tot gevolg hebben. Ook op dit gebied is het MC bereid om, indien gewenst, diensten te verlenen. Overigens is het MC reeds betrokken geraakt bij de oriënterende gesprekken over deze eventuele toetreding tot het IIASA.

Het onderzoeksbeleid is geënt op de in het verleden gevolgde tactiek van het ontwikkelen van lijnen van onderzoek, die leiden tot internationaal erkend onderzoek. De voorgenomen onderzoeken zijn voortzettingen in deze onderzoekslijnen. Enkele voorbeelden hiervan, die internationale erkenning hebben gekregen, worden hieronder genoemd. Een dergelijke, reeds vaker in dit verband genoemde lijn van onderzoek is die, welke, direct nadat het MC in 1946 opgericht was mede om na de oorlogsjaren aan de versterking van het wiskundig kader te kunnen bijdragen, begon met de studie van de numerieke methoden en het ontwikkelen van rekenautomaten. Daarna volgden de fase van het ontwikkelen van programmeertalen als ALGOL 60 en ALGOL 68 en de fase van het op het hoogste niveau ontwikkelen van programmatuur. Thans wordt op het MC internationaal erkend onderzoek verricht op het gebied van de theoretische informatica (programmeertheorie, complexiteitstheorie, Lindenmeyersystemen). Voorts hebben de studie van numerieke methoden en het ontwikkelen van programmatuur geleid tot geavanceerd werk op numeriek gebied en de numerieke programmatheken.

Een tweede voorbeeld van een onderzoekslijn is de introductie op grote schaal in de wetenschappelijke wereld en het bedrijfsleven van de statistiek door middel van kadercursussen en consultatie. Daarna volgde de ontwikkeling van verdelingsvrije methoden, die een bijdrage op internationaal niveau betekende ("Amsterdamse school"). Een nieuwe fase is het onderzoek op het gebied van de asymptotiek. Daarbij wordt thans de introductie in Nederland van de in het buitenland ontwikkelde robuuste methoden sterk bevorderd door een groep statistici onder leiding van de twee afdelingsadviseurs. Nu het gebruik van de computer als routine in de statistiek toeneemt, is er behoefte aan grondige begeleiding. Zonder die begeleiding wordt mogelijk verkeerd gebruik van de computer in b.v. gedragswetenschappelijk en medisch onderzoek niet uitge-

sloten geacht. Hoge prioriteit dient thans dan ook gegeven te worden aan het vervaardigen van statistische programmatuur.

De consultatie is overigens een vaste onderstroom geworden, die naar verwachting niet overbodig zal worden.

Als laatste voorbeeld wordt hier genoemd een andere belangrijke onderzoekslijn van het MC, die, als afsplitsing uit de statistiek, begint met de introductie door het MC van de mathematische besliskunde in Nederland. Daarna volgt onderzoek op het gebied van de Markovprogrammering, dat zeker in de laatste jaren van internationaal niveau is. Een nieuwe tak is het onderzoek naar schedulingproblemen (volgorde-, routerings- en roosterproblemen), dat internationale erkenning begint te krijgen.

Daarnaast wordt opgemerkt, dat het MC op nieuwe ontwikkelingen attent geweest is en zal blijven. Voorbeelden van het door het MC inhaken op nieuwe ontwikkelingen zijn de introductie op grote schaal en de studie van de mathematische besliskunde, de complexiteitstheorie en de gegeneraliseerde functies.

V. Educatieve en dienstverlenende werkzaamheden

Naast de onderzoekstaak heeft het MC ook taken op het gebied van educatieve en dienstverlenende werkzaamheden.

Resultaten van onderzoek worden niet alleen via publikaties doorgegeven, maar ook via de vele colloquia, werkbeprekingen, werk- en studieweken, cursussen, enz., die elk jaar georganiseerd worden. Om hieraan bekendheid te geven wordt op ruime schaal een voor- en najaarsrooster met uitgebreide informatie uitgegeven. Vrijwel al deze activiteiten zijn van postacademisch niveau. Het MC is bereid om deze activiteiten in te passen in de in Nederland tot stand te brengen regeling voor postacademisch en postdoctoraal onderwijs.

Daarnaast is het MC bereid om cursussen op het gebied van wiskunde en informatica van meer elementair niveau te geven, indien daaraan in een regio behoefte bestaat en in die regio geen andere instelling in staat is een dergelijke cursus te geven.

Wat de dienstverlening betreft, is reeds gewezen op de taak, die het MC op het gebied van de computerfaciliteiten voor ZWO heeft. Daarnaast verleent het MC deze computerfaciliteiten o.a. ook aan wetenschappelijke diensten van (semi-)overheidsinstellingen.

Een andere vorm van dienstverlening is het verrichten van wiskundig onderzoek, waartoe het verzoek van buiten het MC komt, zoals instituten en wetenschapsbeoefenaren binnen de ZWO-gemeenschap, wetenschapsbeoefenaren van andere vakgebieden dan wiskunde en informatica, wetenschappelijke diensten van (semi-)overheidsinstellingen en het bedrijfsleven.

Ook door de groep programmeurs van het MC worden, naast de belangrijke diensten die deze groep verleent aan de wetenschappelijke afdelingen en diensten van het MC, diensten verleend aan deze zelfde derden. De omvang van de dienstverlening strekt zich uit van enerzijds het verstrekken van eenvoudige computerfaciliteiten tot anderzijds het verlenen van een totaal dienstenpakket.

Een voorbeeld van dit laatste is de relatie met de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Voor deze Rijksdienst zijn interessante besliskundige onderzoeken verricht, overigens met een direct aansprekend maatschappelijk resultaat, nl. een grote financiële besparing (zie MC-jaarverslag 1972, p.7). Daarnaast zijn voor deze Rijksdienst cursussen gegeven en programmeringsopdrachten verwerkt, terwijl tevens door bemiddeling van het MC een eindstation op SARA aangesloten is.

Een tweede voorbeeld van een uitgebreide en maatschappelijke relevante dienstverlening is de relatie met het Nationaal Ziekenhuisinstituut. Het MC is hierbij ingeschakeld voor computerverwerking, programmering en wiskundige, speciaal statistische advisering voor bestandsopbouw en statistische analyse ten behoeve van het opsporen en kwantificeren van de kosten- en produktiestructuur voor Nederlandse instellingen van gezondheidszorg. Voor het Basisonderzoek Kostenstructuur Ziekenhuizen zie MC jaarverslag 1973, p.8.

Volledigheidshalve worden de diensten van de bibliotheek, en wel met name de tijdschriftencollectie, gememoreerd. Ook wordt gewezen op het feit dat de Rijkscommissie van Advies inzake het Bibliotheekwezen in haar coördinatie-plan voor de aanvullende voorziening van buitenlandse wetenschappelijke literatuur (1974) de hoofdverantwoordelijkheid voor het grootste gedeelte van de wiskunde bij de bibliotheek van het MC wil leggen.

De dienstverlening, met name die op het gebied van de wetenschappelijke consultatie, geeft steeds weer impulsen aan het wetenschappelijk onderzoek op het MC. Omgekeerd zorgen deze impulsen ervoor dat de richtingen van onderzoek en de ervaringen met de toepassing van onderzoek, of dat nu is voor mathematische biologie en theoretische linguïstiek of voor de hierboven geschetste duidelijk maatschappelijk relevante dienstverlening, zodanig zijn dat het MC een centrale positie heeft en wiskundige adviezen kan geven, waarvoor men elders niet licht terecht kan.

VI. Financiële aspecten

In de komende periode dienen de volgende posten gefinancierd te worden:

- de personele en overige exploitatiekosten
- MC-subsidie aan SARA (exploitatie en kapitaalsdienst)
- investeringsbegroting MC (apparatuur en programmatuur; bouw/verbouw/huur, zolang het MC in het huidige gebouw gehuisvest is)
- kosten voor nieuwbouw MC, inclusief vervanging of uitbreiding huidige MC-computersysteem en uitbreiding van het aantal eindstations op SARA bij het betrekken van de nieuwbouw
- aandeel MC in kosten voor nieuwbouw SARA.

Voor de orde van grootte van de betrokken bedragen wordt verwezen naar de meerjarenraming 1977 - 1981.