

BELEIDSBEGROTING 1986
MEERJARENRAMING 1987-1991
STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

Copyright © 1985, Stichting Mathematisch Centrum
Kruislaan 413, 1098 SJ Amsterdam
Postbus 4079, 1009 AB Amsterdam

Inhoud

Inleiding

Algemeen beleid

Het wetenschappelijk onderzoek binnen de SMC

Financiële consequenties van het voorgenomen beleid

- Inleiding
- Begroting gewone dienst 1986 CWI
- Toelichting bij de begroting gewone dienst
- Meerjarenraming 1987-1991 gewone dienst CWI
- Toelichting op de meerjarenraming 1987-1991
- Investeringsbeleid 1986-1990
- Begroting 1986, meerjarenraming 1986-1990 landelijke projecten
- Toelichting bij de tabellen

Wetenschappelijk beleid van de CWI-afdelingen

Wetenschappelijk beleid van de werkgemeenschappen en landelijke samenwerkingsverbanden

Inleiding

De Stichting Mathematisch Centrum (SMC) is een onder ZWO ressorterende stichting met als statutaire doelstelling: de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde in de meest ruime zin.

Eén van de middelen om dit doel te bereiken is het in stand houden van een instituut: het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI).

Binnen het CWI functioneren acht wetenschappelijke afdelingen:

- Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW);
- Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW);
- Afdeling Mathematische Statistiek (MS);
- Afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie (MB);
- Afdeling Numerieke Wiskunde (NW);
- Afdeling Programmatuur (AP);
- Afdeling Algoritmie en Architectuur (AA);
- Afdeling Interactieve Systemen (IS).

Met ingang van 1 maart 1985 is de Afdeling Informatica (AI) gesplitst in de afdelingen AP, AA en IS. Deze splitsing komt nog niet overal in deze beleidsbegroting tot uiting, omdat de meeste teksten al voor 1 maart waren geschreven. Met name is de splitsing niet volledig geëffectueerd in het hoofdstuk waarin het beleid per afdeling is gegeven.

Ter ondersteuning van de wetenschappelijke activiteit bestaat binnen het CWI een Algemene Dienst. Binnen deze Algemene Dienst functioneert de Dienst Opdrachten en Ondersteuning (O&O), waarbinnen een aantal wetenschappelijke medewerkers en (systeem)programmeurs werkzaam zijn; de Bibliotheek met de facto een landelijke functie op het gebied van de wiskunde en op deelgebieden van de informatica; de Publikatiedienst die ook veel werk verzorgt voor externe opdrachtgevers (waaronder andere ZWO-stichtingen) en enkele diensten voor de financiële, personele en secretariële ondersteuning van bestuur en directie, de afdelingen en de WGM/LSV-en.

Een ander middel om de stichtingsdoelstelling te realiseren is de financiering van binnen de tweede geldstroom passend projectonderzoek bij de Nederlandse universiteiten en hogescholen. Hiertoe ressorteren onder de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC vijf Werkgemeenschappen (WGM) en twee Landelijke Samenwerkingsverbanden (LSV), te weten:

- WGM Numerieke Wiskunde;
- WGM Stochastiek;
- WGM Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie;
- WGM Discrete Wiskunde;
- WGM Analyse;
- LSV Algebra en Meetkunde;
- LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde.

Bovendien is in samenwerking met de Stichting FOM het

- LSV Mathematische Fysica

in oprichting. SMC en FOM hebben het voornemen een verzoek tot formele erkenning van dit samenwerkingsverband nog in 1985 aan ZWO voor te leggen. Inmiddels zal dit LSV i.o. voor wat betreft de projectaanvragen voor 1986 reeds volledig kunnen functioneren volgens de reglementen die voor landelijke samenwerkingsverbanden binnen de Stichting gelden.

Het Bureau van de SMC draagt zorg voor de ondersteuning van de WGM-en en LSV-en en voor de begeleiding van de projecten.

De betrokkenheid van de SMC, via het CWI, bij het onderzoek op het gebied van de informatica vereist enige nadere aandacht. Vanaf zijn oprichting in 1946 heeft het CWI, voorheen onder de naam Mathematisch Centrum, een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van de informatica in Nederland. Sindsdien heeft de informatica zich ontwikkeld tot een zelfstandige discipline, hetgeen zijn weerslag heeft gevonden in het ontstaan van SION, de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland, die als doelstelling heeft: de bevordering van het fundamentele onderzoek op het gebied van de informatica. Het Bureau van SION is gevestigd bij het CWI.

De beide disciplines, wiskunde en informatica, hebben echter niet slechts historische banden. Von Weizsäcker schaaft beide disciplines onder de groep structuurwetenschappen. Inhoudelijk is er tussen beide disciplines een belangrijke wederzijds bevruchtende werking. Juist dit aspect maakt het CWI tot een instituut met unieke mogelijkheden binnen Nederland. Om ook op beleidsniveau deze samenwerking optimaal te doen functioneren, is een Vaste Overlegcommissie SMC-SION werkzaam sinds de oprichting van SION. Via deze overlegcommissie wordt SION betrokken bij de beleidsvorming en de evaluatie t.a.v. het CWI-onderzoek op het gebied van de informatica.

Algemeen Beleid

Centraal in de doelstellingen van de SMC staat de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde en de informatica. Bij de uitwerking van deze doelstelling tot een algemeen beleid zijn drie aspecten van belang:

- de bevordering van een hoge kwaliteit van het Nederlandse onderzoek;
- de bevordering van een goede coördinatie binnen het Nederlandse onderzoek;
- het initiëren van nieuw onderzoek en het versterken van bestaand onderzoek op die gebieden waar dat, op grond van wetenschappelijk en maatschappelijk belang en urgentie, nodig wordt geacht.

Realisering hiervan kan worden gezocht in het opstellen van een goed afgewogen overzicht van het totale Nederlandse onderzoek, om op basis daarvan prioriteiten voor onderzoek vast te stellen. Echter, een groot deel van het wiskunde- en informatica-onderzoek in Nederland vindt plaats binnen de universiteiten en hogescholen, gefinancierd via de 'eerste geldstroom'. Het moet dan ook worden vastgesteld dat de SMC - i.e. het CWI, de Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden - als 'tweede-geldstroom'-organisatie onvoldoende is uitgerust om een goed afgewogen overzicht van het totale wiskunde-onderzoek in Nederland te geven. Bovendien is bij de coördinatie van het informatica-onderzoek binnen ZWO ook de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland, SION, betrokken. Nog afgezien van praktische mogelijkheden bestaat er ook twijfel of, vooral ten aanzien van het wiskunde-onderzoek binnen de landelijke projecten, een prioriteitsstelling vooraf vruchtbaar is. De wiskunde is een gebied waar resultaten nog al eens berusten op 'serendipity': men vond een resultaat waarnaar niet werd gezocht. Het beleid van een initiërende en stimulerende onderzoeksorganisatie zoals de SMC dient hier vooral te zijn gericht op het creëren van ruimte en mogelijkheden voor het ontplooiën van initiatieven door individuen en kleine groepen. A priori eisen betreffende planning en te behalen resultaten moeten tot een uiterste worden beperkt.

Het is in het licht van bovenstaande opmerkingen dat de voorliggende beleidsbegroting moet worden gelezen. In het volgende hoofdstuk is wel gepoogd een beeld te geven van het wiskunde-onderzoek dat nationaal en internationaal wordt uitgevoerd. Echter hierbij ligt de nadruk op het onderzoek dat binnen de Stichting wordt verricht en dan nog vooral op het onderzoek dat bij het CWI wordt uitgevoerd. Het betreffende hoofdstuk biedt vooral een context waarbinnen het SMC-onderzoek kan worden geplaatst en algemene argumenten die pleiten voor een versterkte aandacht voor dit onderzoek.

Bij de motivatie van de activiteiten en de keuze van onderzoeksthema's bij het CWI spelen ook andere ontwikkelingen een belangrijke rol. In januari 1984 werd door de ministers van Onderwijs en Wetenschappen, van Economische Zaken en van Landbouw en Visserij in het aan de Tweede Kamer voorgelegde Informatica-Stimuleringsplan het voornemen kenbaar gemaakt het CWI de gelegenheid te bieden 'uit te groeien tot een toonaangevend centrum voor fundamenteel toepassingsgericht informatica-onderzoek'. In oktober 1984 werd hiertoe door de SMC het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek via ZWO aan de bewindslieden aangeboden. Met de in dit plan voorgestelde financiering van apparatuur in 1984 ten bedrage van 2 miljoen gulden zijn de bewindslieden inmiddels akkoord gegaan, terwijl een nadere invulling van het ontwikkelingsplan voor 1985 in maart 1985 via ZWO aan de bewindslieden is voorgelegd. Ten aanzien van de besteding van de fondsen in het kader van deze 'informaticastimulering' voor de jaren 1986 t/m 1988 is door de SMC een nadere uitwerking gegeven die tegelijkertijd met deze beleidsbegroting aan ZWO wordt voorgelegd. In bedoelde uitwerking wordt nader beschreven hoe het CWI gestalte denkt te geven aan de toegedachte rol op het gebied van informatica- en wiskunde-onderzoek in Nederland. Bij deze uitwerking weet het CWI zich gesteund door de resultaten van de discussies die aan de hand van het ontwikkelingsplan met vertegenwoordigers van de universiteiten en hogescholen, de grote technische instituten, het bedrijfsleven en de overheid werden gevoerd op een in mei 1985 georganiseerde workshop.

Zoals in het ontwikkelingsplan ook wordt benadrukt, is het CWI een centrum dat zich primair richt en moet blijven richten op het uitvoeren van fundamenteel (zuiver-wetenschappelijk en toepassingsgericht) onderzoek. Hierbij wordt het belang van strategisch en toegepast onderzoek op het CWI, voor zover in duidelijke relatie met het verrichte fundamentele onderzoek, zeker onderkend. Dit uitgangspunt en de daaruit voortvloeiende doelstellingen, zoals in het ontwikkelingsplan genoemd, heeft in de uitwerking geleid tot een nadere belichting van drie aspecten:

- De uitvoering van *excellent onderzoek* op het gebied van wiskunde en informatica. Hierbij komen de onderzoeksthema-keuze en het wetenschappelijk programma aan de orde. Van belang zijn hier initiatieven en voorstellen tot verbetering van bestaande planningsmechanismen en adviseringsstructuren, mede gericht op een afstemming met de strategische belangen van bedrijfsleven en overheid.
- Het realiseren van de *kennistransfer* en *kadervorming* die gewenst wordt geacht, gezien de gekozen rol voor het CWI. Het betreft hier de kennisoverdracht via de gebruikelijke kanalen en via samenwerking met het bedrijfsleven. De kadervorming bij het CWI betreft vooral het aspect van de vorming van excellente onderzoekers die kunnen doorstromen naar het wetenschappelijk onderwijs, het bedrijfsleven e.d. De organisatie van cursussen wordt vooral bevorderd voor zover het eigen expertiseterreinen betreft. Een uitgebreide functie van het CWI binnen het bedrijfsgerichte tweede-fase-onderwijs of het post-academisch onderwijs wordt niet wenselijk geacht.
- De versterking van de rol van het CWI als *centraal punt* binnen de Nederlandse wereld van wiskunde- en informatica-onderzoek en als *ontmoetingsplaats* voor Nederlandse en buitenlandse onderzoekers op deze gebieden. De mogelijkheid tot verder uitbouwen van dit aspect hangt sterk af van het kwalitatieve niveau van onderzoek dat wordt gerealiseerd. Stimulerende maatregelen liggen vooral op het vlak van infrastructurele faciliteiten en versterking van ondersteuning bij congresorganisatie e.d.

De beleidskeuze van het CWI binnen de geboden stimuleringsmogelijkheden op het gebied van de informatica heeft - er werd ook in eerder verband reeds op gewezen - voor ZWO belangrijke financiële gevolgen in de jaren 1989 e.v. Het, met behulp van de additionele fondsen in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan, opgebouwde onderzoek en de daarbij behorende ondersteunende structuur, vereist vanaf 1989 structurele financiering die grotendeels van ZWO zal moeten worden verkregen. Het is van groot belang voor de uitvoering van de plannen van het CWI om op korte termijn hieromtrent toezeggingen van ZWO te krijgen. Dergelijke toezeggingen zouden tot uitdrukking kunnen worden gebracht in de meerjarenraming behorend bij de aanvraag rijksbijdrage 1987 van ZWO. Voor een cijfermatige uitwerking hiervan wordt verwezen naar de financiële meerjarenraming elders in deze

beleidsbegroting.

Het Wetenschappelijk Onderzoek binnen de SMC

Mathematics is an ancient art, and from the outset it has been both the most highly esoteric and the most intensely practical of human endeavors.

(Arthur Jaffe. Ordering the universe: The role of mathematics, 1984)

In *Renewing U.S. Mathematics*, het rapport van de 'Ad Hoc Committee on resources for the Mathematical Sciences', een commissie van de National Research Council in de USA, waaraan ook bovenstaand citaat is ontleend, treffen we op pag. 15 de volgende passage aan.

'The period since World War II has been one of dazzling accomplishments in science and technology, especially in mathematics, which is riding the crest of a wave of development rare in intellectual history. This flourishing of the discipline has run hand-in-hand with burgeoning applications. These applications, unknown before the War, today permeate the theoretical fabrics of many disciplines and make up important parts of the intellectual tool kits of working scientists, engineers, social scientists, and managers.

The mathematical sciences have become enormously diverse. Over the postwar decades, mathematical statistics came to full maturity; operations research was born; discrete mathematics with combinatorial formulations came into prominent use; mathematics in engineering, concerned with control and operations, optimization and design, flourished, numerical analysis allied with computing touched many fields. Traditional applied mathematics also greatly extended its reach and power and the discipline of mathematics itself developed at a breathtaking pace'.

Deze uitspraken, die in het genoemde rapport nader worden onderbouwd, geven treffend de positie aan van het internationale wiskunde-onderzoek in de laatste decennia. De wiskunde en haar technieken zijn van essentieel belang geworden voor de andere wetenschappelijke disciplines en zeker niet alleen voor de technische wetenschappen of de natuurwetenschappen. Na een periode, in de eerste helft van deze eeuw, met een tendens tot specialisatie, waarnaast echter ook steeds integrerende tendensen aanwezig waren, is in de laatste decennia de interactie tussen wetenschappelijke

specialismen weer sterk op de voorgrond getreden. Dit geldt niet alleen voor de wisselwerking tussen de wiskunde en andere wetenschappelijke disciplines, maar ook voor specialismen binnen de wiskunde onderling. De interacties tussen wiskundige specialismen onderling, tussen de wiskunde en de informatica en tussen de wiskunde en andere wetenschappelijke disciplines (natuurwetenschappen, technische wetenschappen, economische, medische en sociale wetenschappen) spelen in het beleid van de SMC een belangrijke rol.

De interactie tussen wiskundige specialismen onderling en tussen de wiskunde en andere disciplines komt tot uiting op veel gebieden die klassiek met *zuivere wiskunde* en *toegepaste wiskunde* worden aangeduid. Het betreft hier binnen de Stichting de CWI-afdelingen ZW en TW, de Werkgemeenschappen Analyse en Discrete Wiskunde en de Landelijke Samenwerkingsverbanden Algebra en Meetkunde, Logica en Grondslagen van de Wiskunde en Mathematische Fysica (de laatste in oprichting). Het gaat hier om een veelheid van onderzoeksgebieden, met publikaties in veel tijdschriften van verschillende disciplines.

De geringe omvang van het Nederlandse onderzoekspotentieel binnen het totale internationale onderzoek laat dan ook geen overdekking toe van het totale gebied. Belangrijke Nederlandse onderzoeksactiviteiten vinden plaats in:

- intuitionisme en constructieve wiskunde;
- combinatorische logica en lambda calculus;
- algebraïsche en analytische meetkunde;
- groepen en algebra's;
- meetkunde en topologie, waaronder differentiaaltopologie en -meetkunde;
- getaltheorie;
- reële analyse, inclusief maat- en integraaltheorie, potentiaaltheorie en approximatietheorie;
- complexe analyse in één of meer variabelen;
- abstracte harmonische analyse en analyse op Lie-groepen;
- lineaire en niet-lineaire functionaalanalyse, inclusief operatortheorie en integraalvergelijkingen;
- globale analyse, analyse op variëteiten, niet-lineaire analyse en variatierkening; actueel zijn hier de integreerbare systemen;
- lineaire en niet-lineaire, gewone en partiële differentiaalvergelijkingen en dynamische systemen;
- mechanica, inclusief vloeistofmechanica en mechanica van vaste stoffen;
- eindige meetkunde, coderingstheorie en combinatoriek.

Algebraïsche en topologische structuurprincipes spelen in vele van de bovengenoemde gebieden een belangrijke rol, maar ook t.a.v. vele andere fundamentele aspecten is er sprake van een omvangrijke uitwisseling van methoden en problemen. Met name is er sprake van een vruchtbare interactie tussen een aantal van de genoemde onderwerpen enerzijds en de stochastiek en de informatica anderzijds.

De mathematische fysica is traditioneel het gebied van interactie tussen de wiskunde en de natuurwetenschappen. De doelstelling in dit gebied is om langs wiskundige weg het inzicht in natuurwetenschappelijke processen te vergroten. In het verleden betrof dit vooral toepassingen in de fysica in engere zin. Dankzij het beschikbaar komen van theoretische instrumenten zoals bifurcatietheorie en resultaten betreffende chaos en van experimentele mogelijkheden (computer), beleven de mechanica en de vloeistofmechanica daar een opbloei. Maar er komen nu meer gebieden bij, zoals de biologie en de meteorologie, terwijl ook gebruik kan worden gemaakt van moderne methoden uit de statistiek en de informatica. Binnen het CWI wordt overwogen een 'dynamisch-systeem-laboratorium' op te zetten teneinde de experimentele mogelijkheden die de computer biedt, te kunnen uitbuiten.

Ook de discrete wiskunde kent een omvangrijke uitwisseling van methoden en problemen met o.a. algebra, meetkunde, besliskunde, informatietheorie en informatica. Zwaartepunten van het in Nederland verrichte onderzoek liggen op het gebied van de eindige meetkunde, de coderingstheorie, de grafentheorie en de combinatorische optimalisering. Veel resultaten zijn direct of indirect toepasbaar,

bijvoorbeeld in de telecommunicatie of in de cryptografie.

Op het gebied van de *mathematische statistiek* en de *stochastiek* - waarbinnen de afdeling MS en de WGM Stochastiek functioneren - spelen nieuwe stimulansen uit toepassingsgebieden (b.v. de psychometrie, econometrie, demografie, epidemiologie e.d.) en van toepassingsmiddelen (b.v. de beeldverwerkingstechnieken uit de informatica) een belangrijke rol. Bij deze ontwikkelingen zijn vooral ook de toenemende complexiteit van gegevens en de toegenomen mogelijkheden van computers van belang.

Internationaal gezien zijn de mathematische statistiek en de kansrekening in ons land relatief laat tot ontwikkeling gekomen. Niettemin hebben Nederlandse onderzoekers de afgelopen decennia bijdragen van betekenis geleverd aan het internationale onderzoek, met name op het terrein van:

- de *asymptotische statistiek*, i.h.b. verdelingsvrije methoden, empirische processen, empirische Bayes-methoden, order statistics, kansen van grote afwijkingen en hogere orde asymptotiek;
- *analytisch georiënteerde onderwerpen uit de kansrekening*, zoals wachttijden, oneindige deelbaarheid, extreme waarden en vernieuwingstheorie.

In de kansrekening verschuift het accent, mede onder invloed van internationale ontwikkelingen, meer naar de theorie van stochastische processen. Deze procestheorie speelt mede een rol in de mathematische statistiek, zowel bij de statistische modelbouw als bij de asymptotische analyse.

In de statistiek ligt het onderzoekszwaartepunt nog steeds bij de asymptotische statistiek, waarbij thans ook wordt gewerkt aan semiparametrische methoden. Tot dusver bestaat in Nederland enige achterstand op het gebied van de toegepaste statistiek, hoewel de aandacht voor problemen in dit gebied groeiend is (niet-standaard regressie, robuuste methoden, tijdreeksen, analyse van gecensureerde data en discriminantanalyse). Deels gaat het onderzoek in de toegepaste statistiek in Nederland schuil onder namen als biometrie, psychometrie, econometrie e.d. Bepaalde toepassingen van de waarschijnlijkheidsrekening (b.v. de theorie van wachtrijen e.d.) worden vaak ondergebracht bij de besliskunde.

Op het gebied van de *mathematische besliskunde en systeemtheorie* functioneren binnen de stichting een afdeling en een WGM onder deze naam. Dit gebied omvat onder meer het onderzoek naar kwantitatieve modellen en methoden ter ondersteuning van optimaal handelen in beslissingssituaties. Daarnaast is b.v. het ontwerpen van control circuits en zich adaptief aanpassende schakelingen van belang. Motiverende problemen treden op in de economie en de bedrijfskunde, in de communicatie- en regeltechniek, in de landbouwwetenschappen en in de sociale en politieke wetenschappen. In methodologische zin betreft dit gebied een verzameling sterk uiteenlopende onderwerpen. Er wordt een beroep gedaan op resultaten en technieken uit vrijwel alle onderdelen van de wiskunde en informatica.

Binnen de combinatorische optimalisering is er een toenemende aandacht voor meetkundige methoden, waarvan de ellipsoïdemethoden van Khachian en Karmarkar zelfs de internationale pers haalden. Een andere ontwikkeling is het gebruik van de kanstheorie bij het modelleren van beslissingssituaties en bij het ontwerpen en analyseren van algoritmen. De invloed van de informatica blijkt uit de aandacht voor berekeningscomplexiteit, voor parallelle algoritmen en, aan de meer praktische kant bij het CWI, voor de implementatie van interactieve planningsmethoden met behulp van rastergrafiek.

Het onderzoek op het gebied van de systeem- en regeltheorie in Nederland sluit nauw aan bij de internationale zwaartepunten van onderzoek en concentreert zich op stochastische systeemtheorie (realisatie- en filterproblemen, puntprocesssystemen, adaptief regelen) en deterministische systeemtheorie (meetkundige benadering, modelvorming voor oneindig-dimensionale systemen). Het CWI-onderzoek op dit gebied vervult binnen Nederland een voortrekkersfunctie.

Een derde gebied is de telematica. In theoretische zin gaat het hier om de modellering, analyse en besturing van informatiestromen in communicatienetwerken. In praktische zin betreft het de constructie van telefoonnetten die aan het begin van deze eeuw tot het ontstaan van de wachttijdtheorie leidde

en de prestatie-analyse van computersystemen die internationaal in de belangstelling staat. De wachttijdtheorie heeft in Nederland een zeer geavanceerd niveau bereikt. De samenwerking tussen dit gebied en de informatica kan tot vruchtbaar onderzoek leiden voor wat betreft de prestatie-analyse van computersystemen.

De *numerieke wiskunde* houdt zich bezig met ontwerp en onderzoek van benaderende oplossingsmethoden voor wiskundige problemen. Ook de algoritmen, die door computers in een (groot doch) eindig aantal stappen moeten worden uitgevoerd, en de daaraan ten grondslag liggende methoden en technieken worden binnen de numerieke wiskunde bestudeerd. Belangrijke bronnen van inspiratie en motivatie zijn de problemen uit de toepassingen der wiskunde, die hetzij in termen van differentiaal- en/of integraalvergelijkingen, hetzij in termen van grote algebraïsche stelsels, kunnen worden geformuleerd. Als gevolg hiervan is interactie met andere wiskundige specialismen en toepassingsgebieden van de wiskunde van belang. Bovendien is er een belangrijk raakvlak met de informatica. De ontwikkelingen in de computerapparatuur, zowel qua omvang en snelheid als qua architectuur, hadden en hebben een belangrijke invloed op de numerieke wiskunde. Zo leidde de ontwikkeling van hogere programmeertalen rond 1960 tot het ontwikkelen van standaardalgoritmen en programmatheken en de ontwikkelingen rond 1970 op het gebied van grote, hiërarchisch ingedeelde geheugens gingen hand in hand met onderzoek van zeer grote, maar ijle stelsels vergelijkingen.

Voor het komende decennium wordt een belangrijke invloed en stimulans verwacht van de ontwikkelingen op het gebied van parallel rekenen. Het gebruik van supercomputers zal leiden tot onderzoek naar de 'vectoriseerbaarheid' van numerieke algoritmen. Deze computers hebben ook aanzienlijke ontwikkelingen mogelijk gemaakt op het grensvlak van de numerieke en de zuivere wiskunde. Vooral de recente resultaten met betrekking tot het 'vermoeden van Mertens' en de berekeningen van de Riemann- zetafunctie trekken internationaal en ook in de gewone pers zeer de aandacht.

Voor het onderzoek bij het CWI is de beschikbaarheid bij SARA van een CYBER 205 supercomputer van groot belang. Het Centrum kan een centrale rol spelen bij het gebruik van deze en soortgelijke computers in Nederland.

Het *informatica-onderzoek* wordt binnen de stichting uitgevoerd bij het CWI. Sinds 1 maart 1985 is de voormalige afdeling Informatica (AI) gesplitst in drie afdelingen: de afdeling Programmatuur (AP), de afdeling Algoritmiek en Architectuur (AA) en de afdeling Interactieve Systemen (IS). Het onderzoek ondervindt een grote stimulans van de ontwikkelingen op apparatuurgebied, vooral van het goedkoop en op grote schaal beschikbaar komen van capaciteit voor gegevensverwerking door de schaalvergroting van geïntegreerde schakelingen ('chips') en de daaruit voortvloeiende maatschappelijke ontwikkelingen. Enkele sleutelbegrippen zijn gedistribueerde verwerking, interactief computergebruik en produktiviteit bij programmatuurontwikkeling.

De schaalvergroting van de apparatuur gaat gepaard met een toenemend belang van vormen van gedistribueerde verwerking, hetzij binnen een chip of een (super)computer, hetzij door middel van via een netwerk verbonden processoren. Methoden en resultaten die ontworpen zijn voor sequentiële verwerking, verliezen hun geldigheid wanneer de volgorde van de elementaire stappen niet meer strikt in de tijd vastligt. Nieuwe onderzoeksvragen die hier relevant zijn, liggen onder meer op het gebied van de semantiek, specificatiemethoden, ontwerpmethoden, gespreide besturings- en informatiesystemen en complexiteitstheorie.

De prijsdaling van apparatuur veroorzaakt een sterk stijgende vraag naar programmatuur, vooral voor interactief, veelal 'persoonlijk' computergebruik. Het aanbod van programmatuur van redelijke kwaliteit blijft hierbij ver achter. Hier is van belang het onderzoek dat gericht is op kwaliteits- en produktiviteitsverhoging, zoals programmeermethodologie en -technologie ('software engineering') en programmeertalen en -omgevingen, terwijl vanuit de toepassingsmogelijkheden informatiesystemen niet onvermeld mogen blijven. Een andere ontwikkeling op apparatuurgebied, die vooral van belang is voor interactief computergebruik, is de technologische vernieuwing van grafische beeldschermen,

zoals rasterschermen, gebruikt in geavanceerde werkstations. Het interactief kunnen manipuleren van gegevens via een representatie op het beeldscherm is een uitermate belangrijke ontwikkeling.

De internationale aandacht voor de 'kunstmatige intelligentie' en 'vijfde generatie computers', vooral door de Japanse plannen op dit gebied, moet hier zeker worden genoemd. Het onderwerp 'kunstmatige intelligentie' is in feite een breed en heterogeen gebied met raakvlakken naar vele kanten, ook naar de wiskunde. Hierbij is vooral de verwachting van belang dat de verwerkingscapaciteit van nieuwe generaties computerarchitectuur de praktische toepassing van resultaten mogelijk zal maken.

In het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek is, op basis van argumenten die op deze plaats niet zullen worden herhaald, er voor gekozen in de eerstvolgende jaren het informatica- en informatica-gelieerd onderzoek bij het CWI te concentreren op de volgende aandachtsthema's:

- *algoritmiëk;*
- *programmatuur;*
- *gedistribueerde en interactieve systemen;*
- *patroonherkenning en kunstmatige intelligentie.*

De indeling van de nieuwe informatica-afdelingen is niet geheel conform deze thema's. Hierop wordt in de gedetailleerde beschrijving per afdeling (nog voor de oude afdeling AI) ingegaan. Bij het onderzoek binnen deze aandachtsthema's zijn ook andere CWI-afdelingen dan de informatica-afdelingen betrokken. Dit geldt voor de afdeling MB (bij Gedistribueerde algoritmen en Interactieve planningsmethoden binnen het thema Algoritmiëk; en bij Prestatie-analyse van computersystemen binnen het thema Gedistribueerde en interactieve systemen), de afdeling NW (bij Vectoralgoritmen voor supercomputers binnen het thema Algoritmiëk) en de afdeling MS (bij Statistische analyse van beeldgegevens binnen het thema Patroonherkenning en kunstmatige intelligentie).

Financiële Consequenties van het Voorgenomen Beleid

INLEIDING

De voorliggende beleidsbegroting 1986 annex meerjarenraming 1987-1991 beoogt inzicht te geven in de doelen die de Stichting Mathematisch Centrum (SMC) voor ogen staan voor de beleidsvoering in 1986 en de daarop aansluitende vijfjarige periode. Centraal bij de doelstellingen staat enerzijds de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde, anderzijds en nauw daarmee verweven, de informatica-beoefening.

Onder de SMC ressorteert het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI), terwijl verder via werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden de landelijke projecten op het gebied van de wiskunde mede tot het aandachtsterrein behoren. In de beleidsstukken komt dit tot uitdrukking door volgend op de uiteenzetting van het algemeen beleid en van het wetenschappelijk onderzoek binnen de SMC apart in te gaan op het wetenschappelijk beleid van de CWI-afdelingen en dat van de landelijke organen.

Voor wat het financiële kader betreft, wordt in de eerste plaats opgemerkt dat onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende inkomstenstromen. Een van de stromen, de belangrijkste, is het reguliere ZWO-subsidie met betrekking tot de exploitatie van het CWI. Omdat voor dit reguliere deel door ZWO aanwijzingen zijn gegeven in relatie tot haar rijksaanvraag voor 1986 (f 11.000.000,-) wordt in de stukken een drietal scenario's voor het door het CWI benodigde reguliere ZWO-subsidie onderscheiden, n.l.: het nullijn-scenario, het midden-scenario en het volledige scenario.

Bij het nullijn-scenario wordt aangenomen dat aflopende personeelscontracten in 1986 wel tot nieuwe aanstellingen op de betreffende plaatsen zullen leiden (vacaturevervulling), maar dat geen uitbreiding van het personeel in het reguliere kader plaatsvindt. Het benodigde reguliere ZWO-subsidie wordt dan begroot op f 11.500.000,-. Dit bedrag komt in de buurt van het door ZWO in haar rijksaanvraag 1986 voor het CWI opgenomen bedrag. Een vacaturestop voor 1986 zou het benodigde reguliere subsidiebedrag slechts met ongeveer f 100.000,- verminderen. Uit wetenschappelijk oogpunt zijn tegen het nullijn-scenario vanzelfsprekend grote bedenkingen aan te voeren; het creëert in feite een onverantwoorde situatie voor een aantal projecten. Voor enkele projecten dreigt, nu reeds eerder ontstane vacatures opnieuw een jaar niet kunnen worden vervuld, een kritische grens te worden bereikt. Voor andere projecten is het noodzakelijk om de ondersteuning van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek uit de reguliere middelen op peil te houden of iets te versterken nu, mede via andere financieringsbronnen, versterking in de toepassingsgerichte sector gerealiseerd wordt. In het midden-scenario zijn de meest urgente uitbreidingen gerealiseerd.

Volgen we dit scenario dan impliceert het in 1986 voor het CWI een groei in het reguliere kader ten opzichte van de verwachte situatie ultimo 1985 van ongeveer 12 fte. Dit betekent, rekening houdend met relaterende financiële effecten, een additioneel benodigd regulier subsidie ten bedrage van f 745.000,-; derhalve een benodigd subsidie van f 12.245.000,-.

Het volledige scenario is gebaseerd op de totale reguliere wens volgens de wetenschappelijke CWI-beleidsstukken. Dit zou betekenen een uitbreiding met ongeveer 22 fte of wel een benodigd regulier exploitatiesubsidie voor het CWI van ca. f 13.000.000,- voor 1986.

Voor de meerjarenraming is als basis het midden-scenario gekozen. Volledigheidshalve kan nog worden vermeld dat het meerjarenperspectief bij het toepassen van het volledige scenario een additioneel subsidie van f 650.000,- per jaar vereist voor de jaren 1987 t/m 1991 als aanvulling op hetgeen op basis van het midden-scenario (zie de betreffende raming verder in dit hoofdstuk) nodig is.

Uit deze meerjarenraming blijkt een verhoging van het ZWO-subsidie in 1989 van f 1.240.000,- en in 1990 van f 685.000,-; dus totaal vanaf 1990 per jaar f 1.925.000,- ter structurele compensatie van de in die jaren wegvallende ISP-inkomsten (ten bedrage van totaal f 3.700.000,-). Er wordt hierbij verondersteld dat het mogelijk is tijdens de ISP-planperiode de overige inkomsten structureel met ongeveer f 1.000.000,- te verhogen.

Voor een goede beleidsuitvoering in de komende periode 1986-1991 is het van belang zo spoedig mogelijk duidelijkheid te verkrijgen betreffende het financieel perspectief voor 1989 en volgende jaren. De SMC verzoekt daarom ZWO hieromtrent in de meerjarenraming, behorend bij de aanvraag rijksbijdrage, een uitspraak te doen over de te verwachten structurele verhoging van het subsidie vanaf 1989.

De begrotingsstukken in dit hoofdstuk betreffen verder de beleidsbegroting investeringen van het CWI en de financiële begroting, c.q. meerjarenraming betreffende de landelijke projecten.

BEGROTING GEWONE DIENST 1986 CWI

	LSV/WGM	SION	SPI (bedragen # f 1000)	STW	OVERIG	TOTALEN
<u>UITGAVEN</u>						
<u>Personeelskosten</u>						
Salarissen #)	50	45	95	20	8.300	8.510
- Gemiddelde bezetting in fte	1.1	1.0	2.0	0.5	162.4	167.0
Overige salarieringscomponenten (38.2%)	20	15	35	10	3.175	3.255
Adviseurs					125	125
Reis- en verblijfkosten			20		405	425
Kosten losse medewerkers					300	300
Totaal personeelskosten in kf	70	60	150	30	12.305	12.615
<u>Materielele kosten</u>						
Onderhoud rekenapp. en accessoires					300	300
Hulpmaterialen rekenapparatuur					90	90
Techn.app. en voorzieningen					100	100
Kantoorautomatisering					100	100
Huisvestingskosten					350	350
Inventaris en onderhoud					100	100
Verwarming, verlichting etc.					200	200
Verzekeringen					50	50
Bureaukosten					250	250
Ingekochte diensten PTT					225	225
Accountantskosten					60	60
Algemene kosten					125	125
Aanschaffingen bibliotheek					425	425
Omzetbelasting					25	25
Totaal materiële kosten in kf					2.400	2.400
<u>Diversen</u>						
Buitenlandse bezoekers (via Vertrouwens- commissie WG)					100	100
Bijdrage gem.voorz. WCW					250	250
Bijdrage exploitatie SARA					1.800	1.800
Totaal diversen in kf					2.150	2.150
Begroot batig saldo **)					100	100
Totaal UITGAVEN in kf	70	60	150	30	16.955	17.265

*) Salarispeil 1 januari 1984

***) Bestemd voor aflossing van een door ZWO in 1985 verstrekte lening ad fl. 250.000,00.

	LSV/WGM	SION	SPI	ISP	STW	OVERIG	TOTALEN
<u>INKOMSTEN</u>							
Subsidie ZWO	70	60	150	2.300	30	11.500	14.110
Subsidie Vrije Univ.						75	75
EEG (ESPRIT/Ada)						800	800
Totaal subsidies	70	60	150	2.300	30	12.375	14.985
Opdrachten- en machine-uren- vergoedingen						1.600	1.600
Cursussen						100	100
Verkoop publikaties						180	180
Overige inkomsten						400	400
Totaal INKOMSTEN in kf	70	60	150	2.300	30	14.655	17.265
	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

De hier voorgelegde begroting is gebaseerd op een personeelsbestand dat, afgezien van projectgebonden financieringen in het kader van ISP, STW, NFI e.d., gedurende het jaar 1986 gelijk blijft op het niveau van 31 december 1985, d.w.z. een z.g. nullijn-scenario.

SPI : Speciaal Programma ZWO (Informatica)
ISP : Informatica-Stimuleringsplan

TOELICHTING BIJ DE BEGROTING GEWONE DIENST

Inkomsten

Subsidies. Voor een specificatie van de inkomsten wordt verwezen naar de begroting.

Bij deze inkomsten is vooralsnog geen rekening gehouden met mogelijke subsidies via NFI. Deze inkomsten dekken overigens de uitgaven, zodat het gevraagde subsidiebedrag daardoor niet wordt beïnvloed.

De bijdragen van de Commissie Europese Gemeenschappen zijn gebaseerd op de verwachtingen betreffende vier bekende projecten. Een tweetal hiervan moet op het moment van opstellen van deze begroting nog formeel bekrachtigd worden. Bovendien is aangenomen dat verlenging per oktober 1986 zal plaatsvinden conform de aanvraag.

Opdrachten- en machine-uren-vergoedingen. De onder dit hoofd begrote inkomsten zijn vrij hoog geraamd. Dit bedrag moet worden gezien als taakstellend, waarvoor extra inspanning op acquisitiegebied zeker noodzakelijk zal zijn.

Het deel van de gerealiseerde opbrengst dat uitgaat boven f 1.500.000,- zal tot een maximum van f 100.000,- worden aangewend voor aflossing van de door ZWO in 1985 verstrekte geldlening ad f 250.000,-, bestemd ter dekking van het begrotingstekort in 1985.

Inkomsten ex art. 9 van de SARA- samenwerkingsovereenkomst zijn als eigen inkomsten beschouwd (CYBER 750).

Cursussen. Het begrote bedrag is gebaseerd op de verzorging van een vier- tot zestal cursussen, waarvan twee à vier PAO-cursussen.

Verkoop publikaties. Hierin wordt geen belangrijke verandering t.o.v. vorige jaren voorzien.

Overige inkomsten. Hiertoe behoren opbrengsten uit licenties voor GKS, publikatieroyalties, fototypesetting, advertenties, verkoop/verhuur van programmatuur, reprowerk voor derden en de vergoeding voor de verzorging van secretariaten.

Uitgaven

Personeelskosten. Peildatum 1 januari 1984.

De post 'overige salarieringscomponenten' is begroot op 38.2% van de post salarissen, hetgeen is gebaseerd op het werkelijke percentage in 1984. Dit percentage omvat de vakantietoelage (7,5%), de interimuitkering ziektekosten of het werkgeversaandeel ziekenfondspremie, de premie AOW/AWW, premie ABP en de overige van toepassing zijnde wettelijke sociale lasten, reiskostenvergoedingen woon-werk-verkeer en overige personele kosten in de sociale sfeer, alsmede de inhoudingen krachtens de Inhoudingswet Overheidspersoneel 1982 en de Wet Interim Inhouding Salarissen Onderwijs (WIISO).

Op aanwijzing van ZWO zijn bij de berekening van de opslag sociale lasten de voor 1984 van kracht zijnde percentages en grenzen toegepast. Evenzo is de premie ABP berekend op basis van het voor 1984 van 21 naar 16.9 verlaagde percentage. Er is overigens geen rekening gehouden met de effecten van de AOW/AWW-operatie overheidspersoneel per 1 juni 1985.

Indien deze maatregel, samen met de t.z.t. voor 1986 vast te stellen premiegrenzen en premie- en inhoudingspercentages, per saldo zal leiden tot hogere uitgaven dan begroot, dan zal bij ZWO een aanvullende subsidie-aanvraag worden ingediend.

Bij begroting van de premie pensioenverzekering is geen rekening gehouden met de backservice verschuldigd aan Centraal Beheer voor het zeker stellen van de verworven pensioenrechten. Door ZWO werd in 1979 voor dit doel een subsidie toegekend van f 1.000.000,- dat vooralsnog toereikend

wordt geacht.

De begrote personeelsbezetting is (zie hiervoor het overzicht van de personeelsaantallen, dat is opgenomen bij de meerjarenraming), met uitzondering van de ten laste van het ISP te financieren bezetting en een aantal extern gefinancierde projecten (STW, NFI, SION, SPI e.d.), gebaseerd op een personeelsbestand dat gedurende het jaar 1986 constant blijft op het niveau van 31 december 1985 (de nullijn). Dit betekent dat wordt gerekend met opvulling van een vijftal vacatures die gedurende 1986 zullen ontstaan wegens het aflopen van contracten. Niet opvullen van de vacatures betekent, op jaarbasis 1.75 fte, zijnde ongeveer f 100.000,-, minder personeelslasten.

In de begroting wordt in opvulling van vacatures, ontstaan door natuurlijk verloop, eveneens voorzien.

In de bezetting van de Algemene Dienst zijn 2 fte voorzien, die worden gefinancierd uit het in het kader van de '1% herbezetting' met f 100.000,- structureel verhoogd ZWO-subsidie.

Materiele kosten. Als gevolg van de sterke groei van de investeringen in computerapparatuur sedert 1985, in belangrijke mate gefinancierd uit het ISP, stijgen ook jaarlijks de exploitatielasten zoals onderhoud apparatuur, hulpmaterialen, technische voorzieningen, verzekeringspremies enz.

De post Aanschaffingen bibliotheek is in belangrijke mate verhoogd ten einde de gevolgen van de in 1984 ingezette sterke prijsstijgingen te kunnen opvangen. Met name de kosten van tijdschriftabonnementen stijgen explosief.

Bijdrage in gemeenschappelijke voorzieningen WCW. Ten behoeve van de in het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW) gehuisveste instellingen wordt een aantal voorzieningen getroffen die ten dienste staan van deze instellingen. Het betreft hier o.a. terreinbewaking, onderhoud gebouwen en terreinen, kantine, colloquiumzalen, ketelhuis met werktuigkundige en warmtetechnische installaties, verzorging drukwerk, bodediensten, afvoer huisvuil en de financiële administratie van deze voorzieningen. In afwachting van een definitieve regeling voor het beheer van de gemeenschappelijke voorzieningen zijn voor 1986 nog aangehouden het in 1983 gewijzigde concept voorstel voor verdeling van kosten in 1980 (ZWOCOCO-29) en de interimregeling voor WCW-beheerzaken 1980 (ZWOCOCO-30).

Wegens het nog niet beschikbaar zijn van een begroting 1986 Gemeenschappelijke Voorzieningen WCW is de door de SMC te betalen bijdrage voor 1986 geschat op f 300.000,-. Hiervan wordt f 50.000,- verrekend via de post Personeelskosten door middel van het beschikbaar stellen van personeel uit de Algemene Dienst ter grootte van 1.0 fte.

Bijdrage in exploitatie SARA. In het begrote bedrag zijn niet begrepen de aan SARA verschuldigde bijdragen uit hoofde van het gebruik van de CYBER 205/825 supercomputer en de IBM-apparatuur met FAS door ZWO, FOM en CWI. Hiervoor zullen afzonderlijke aanvragen worden ingediend bij ZWO. De voor 1986 geraamde bijdrage ad f 1.800.000,- is gebaseerd op de verwachting dat het gebruik van de basisconfiguratie van SARA in 1986 op hetzelfde niveau zal liggen als in 1985.

MEERJARENRAMING 1987-1991 GEWONE DIENST CWI

Meerjarenraming 1987-1991 van het Centrum voor Wiskunde en Informatica

Uitgaven	1986	1987	1988	1989	1990	1991
	(bedragen in f 1000,-)					
Personeelskosten *)	13.365	14.920	15.135	15.135	14.490	14.490
Overige exploitatiekosten	2.795	3.045	3.055	2.855	2.625	2.625
Bijdrage in exploitatie SARA	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Totaal exploitatielasten	17.960	19.765	19.990	19.790	18.915	18.915
bij: aflossing lening ZWO	.100	.100	.050	-	-	-
Totale uitgaven	18.060	19.865	20.040	19.790	18.915	18.915
Inkomsten						
Opbrengsten leveringen en diensten	3.515	3.665	3.765	4.175	4.415	4.415
Subsidie ISP	2.300	3.700	3.700	1.800	-	-
Subsidie ZWO (regulier)	12.245	12.500	12.575	13.815	14.500	14.500
Totale inkomsten	18.060	19.865	20.040	19.790	18.915	18.915

Gemiddelde personeelsbezetting

Volle plaatsen (fte)	1986	1987	1988	1989	1990	1991
	178.5	199.1	202.2	207.2	201.0	201.0

*) Salarispeil 1 januari 1984

TOELICHTING OP DE MEERJARENRAMING 1987-1991

- In de 'opbrengsten leveringen en diensten' zijn begrepen de inkomsten uit opdrachten, uit subsidies van de Europese Commissies, uit verkoop van licenties e.d. uit eventueel te verwerven subsidies voor deelname aan Innovatieve Onderzoekprogramma's (IOP's) en projecten in SPIN-verband enz. Bovendien zijn hierin opgenomen de inkomsten uit publikaties en de vergoeding voor bureaupersoneel voor SION en landelijke projecten SMC.
- In de personeelsaantallen zijn niet begrepen de plaatsen die worden gefinancierd door STW, NFI, SION en het Prioriteitsprogramma ZWO.
- In de raming wordt ervan uitgegaan dat van ZWO in 1986 een subsidie wordt verkregen ad f 12.245.00,-. Een dergelijk bedrag is nodig om de dringend gewenste uitbreiding van personeel van totaal 11.5 fte te realiseren. In 1987 en 1988 wordt vervolgens nog slechts een lichte groei voorgesteld. In 1989 wordt een structurele verhoging van het ZWO-subsidie verondersteld van f 1.240.000,- en in 1990 van nog eens f 685.000,- ter compensatie van de in die jaren wegvallende ISP-inkomsten (ten bedrage van totaal f 3.700.000,-).
- De ISP-versterking zal in de jaren 1986 t/m 1989 tevens worden gebruikt om tot een structurele verhoging te komen van de opbrengsten leveringen en diensten. Deze post zal van 1986 t/m 1989 groeien van f 3.515.000,- tot f 4.415.000,-.
- In de voorgelegde meerjarenraming is niet aangegeven hoe de aangegane verplichtingen zich bij het CWI ontwikkelen. Enerzijds is voor de meeste begrotingsposten moeilijk aan te geven welk deel een aangegane verplichting is en welk deel niet, anderzijds dient t.a.v. het personeelsbeleid te worden opgemerkt dat een aflopend contract niet noodzakelijk tot het ontstaan van vrije beleidsruimte leidt. Dit moet worden beoordeeld in het kader van de wetenschappelijke projecten die bij het CWI niet automatisch aflopen, zoals dit bijvoorbeeld bij de landelijke projecten dikwijls het geval is. In vele gevallen zal opvulling van de ontstane vacature bij het betreffende project gewenst zijn. Om deze redenen is volstaan met de echte, taakstellende meerjarenraming

van het CWI.

Overzicht van de aantallen fte over de jaren 1985-1991 uitgesplitst naar financieringsbronnen

	stand 31-12-85	nullijn 1986	begroting 1986	1987	1988	1989	1990	1991
W.p. regulier	72.8	72.8	80.9	83.5	86.9	102.9	108.9	108.9
W.p. ISP	15.0	15.5	15.5	27.0	27.0	12.0	-	-
W.p. externe fin.	10.5	16.2	16.2	16.1	11.1	10.0	9.0	10.0
Totaal w.p.	98.3	104.5	112.6	126.6	125.00	124.9	117.9	118.9
N.w.p. regulier	66.6	66.6	70.0	73.5	73.2	82.2	90.0	90.0
N.w.p. ISP	10.0	10.0	10.0	13.0	13.0	8.0	-	-
N.w.p. overig	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Totaal n.w.p.	78.7	78.7	82.1	88.6	88.3	92.3	92.1	92.1
Totaal	177.0	183.2	194.7	215.2	213.3	217.2	210.0	211.0

W.p.: wetenschappelijk personeel

N.w.p.: niet-wetenschappelijk personeel

Toelichting bij het overzicht personeelsaantallen

- Als uitgangspunt voor het overzicht is genomen het scenario waarin in 1986 11.5 fte (8.1 w.p. + 3.4 n.w.p.) personeelsuitbreiding boven de nullijn is gerealiseerd.
- De aantallen personeelsplaatsen bij het Computerlaboratorium en in de programmeurspool van de dienst O&O zijn opgenomen in de aantallen die zijn gegeven voor het niet-wetenschappelijk personeel.
- Uit dit overzicht blijkt niet hoeveel plaatsen feitelijk worden gefinancierd uit het ZWO-subsidie en hoeveel uit contracten met de EG (ESPRIT, BRITE, Ada) en het bedrijfsleven. Inzicht in deze verhouding kan worden verkregen uit de financiële meerjarenraming.
- In de post 'w.p. externe financiering' zijn de plaatsen opgenomen die worden gefinancierd door STW, NFI, SION, Prioriteitsprogramma Informatica van ZWO, en van door het bedrijfsleven gedetacheerden medewerkers. Dit kunnen zowel aanstellingen bij de SMC als elders (ZWO of bedrijfsleven) betreffen.
- De post 'n.w.p. overig' betreft de vergoeding via landelijke projecten SMC en SION voor bureaupersoneel.

INVESTERINGSBELEID 1986-1990 CWI

CWI-investeringen

De benodigde infrastructuur bestaande uit computerapparatuur, voorzieningen voor datacommunicatie enz. kan worden verdeeld in twee categorieën: algemene, niet-project-gebonden faciliteiten en gespecialiseerde, projectgebonden faciliteiten. Voor het op peil houden van de huidige, algemene, medium level, computerinfrastructuur ter grootte van ca. 6VE (VAX-Equivalent) is een investering in de orde van 1.2 Mf per jaar nodig.

Het aantal gebruikers zal echter de eerstvolgende jaren blijven groeien, enerzijds door een toenemende gebruik van de eigen computers door wiskundigen en O&O-programmeurs in het kader van UNIX-georiënteerd werk en anderzijds door toename van het aantal informaticamedewerkers. Om deze groei op te vangen, dient de apparatuur de eerstkomende jaren verder uitgebreid te worden met

een bedrag van ca. 0.5 Mf per jaar.

Daarnaast zal er behoefte zijn aan high level projectgebonden apparatuur voor informaticaresearch op hoog niveau. Daarbij wordt gedacht aan speciale processors, specifieke datacommunicatievoorzieningen, niet-standaard randapparatuur enz. Het hiervoor benodigde budget is naar schatting ca. 0.5 Mf per jaar.

Ten slotte dient rekening gehouden te worden met investeringen ten behoeve van niet-computer gerelateerde apparatuur bestemd voor de publikatiedienst en de bibliotheek. Hiervoor moet gemiddeld 0.1 Mf per jaar gereserveerd worden.

In de volgende tabel wordt het voorgaande geresumeerd.

Apparatuurinvesteringen in Mf

jaar	medium level		high level spec.purpose	overige apparatuur	totaal
	op peil houden	uitbreiding			
1986	1.2	0.5	0.5	0.1	2.3
1987	1.4	0.5	0.5	0.1	2.5
1988	1.6	0.4	0.3	0.1	2.4
1989	1.8	0.2	0.2	0.1	2.3
1990	1.8	0.1	0.2	0.1	2.2
totaal	7.8	1.7	1.7	0.5	11.7

Deze bedragen worden voor een deel opgebracht vanuit de ISP-financiering. Het accent van de investeringen in het kader van het ISP lag echter in de jaren 1984 en 1985. Globaal wordt er vanuit gegaan dat het op peil houden en de uitbreiding van de medium level voorzieningen via ZWO wordt gefinancierd, terwijl de special purpose apparatuur uit de ISP-gelden moet komen. Een en ander geeft de volgende tabel.

Benodigde financiering in Mf

jaar	ZWO	ISP	overige	totaal
1986	1.5	0.5	0.3	2.3
1987	1.7	0.5	0.3	2.5
1988	1.8	0.3	0.3	2.4
1989	2.0	-	0.3	2.3
1990	1.9	-	0.3	2.2
totaal	8.9	1.3	1.5	11.7

Investeringen m.b.t. de kapitaalsdienst van SARA

Verwacht mag worden dat de investeringen m.b.t. de kapitaalsdienst van SARA in de komende jaren niet in belangrijke mate zullen afwijken van de huidige bedragen. Dit betekent een jaarlijkse investering van 0.2 Mf.

Overzicht van de kosten m.b.t. de CWI-investeringen en de kapitaalsdienst van SARA (in Mf, incl. BTW)

	1986	1987	1988	1989	1990
ZWO-regulier					
CWI	1.5	1.7	1.8	2.0	1.9
SARA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ISP	0.5	0.5	0.3	-	-
overig	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

- = n.v.t.

Stichtingsnummer:	Academici		Overig personeel		Materiële kosten				Totaal
	plaatsen	fte	plaatsen	fte	reiskosten binnenl.	reiskosten buitenl.	overige	totaal	
Continueringen		29.2	-	-	-	-	-	-	-
- bedrag	-	1554	-	-	10	40	-	50	1604
Nieuwe aanvragen	9	5.8	-	-	-	-	-	-	-
- bedrag	-	296	-	-	2	8	40	50	346
Overige kosten	2	0.6	2	0.5	-	-	-	-	-
- bedrag		46		23	5	-	20	25	94
Totaal	42	35.6	2	0.5	-	-	-	-	-
- bedrag	-	1896	-	23	17	48	60	125	2044

Salarispeil 1 januari 1985

fte = full time equivalent

Tabel B Meerjarenraming 1986 t/m 1990 (bedragen x 1.000)

Stichtingsnummer:	1986			1987			1988			1989			1990		
	Ac fte	Ov. fte	Mat.	Ac. fte	Ov. fte	Mat.	Ac fte	Ov. fte	Mat.	Ac fte	Ov. fte	Mat.	Ac fte	Ov. fte	Mat.
Projecten	35	-	-	37	-	-	39	-	-	40	-	-	40.0	-	-
- bedrag	1850	-	100	1950	-	125	2050	-	150	2100	-	175	2100	-	175
Overige kosten	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-
- bedrag	46	23	25	48	24	25	50	25	25	50	25	25	50	25	25
Totaal	35.6	0.5	-	37.6	0.5	-	39.6	0.5	-	40.6	0.5	-	40.6	0.5	-
- bedrag	1896	23	125	1998	24	150	2100	25	175	2150	25	200	2150	25	200
Doorwerking toekenningen 1985															
Projecten	29.2	-	-	21.6	-	-	14.9	-	-	1.3	-	-	-	-	-
- bedrag	1554	-	60	1174	-	43	776	-	30	90	-	3	-	-	-
Overige kosten	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-	0.6	0.5	-
- bedrag	46	23	23	48	24	23	50	25	23	50	25	23	50	25	23
Totaal	29.8	0.5	-	22.2	0.5	-	15.5	0.5	-	1.9	0.5	-	0.6	0.5	-
- bedrag	1600	23	83	1222	24	66	826	25	53	140	25	26	50	25	23

Tabel C Doorwerking van de toekenningen 1985 in 1986 t/m 1990 uitgesplitst naar WGM-en

WGM/LSV	Personeel projecten (f.t.e.)						Personeel projecten (kf)					
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Numerieke Wiskunde	2.0	1.6	1.0	0.9	-	-	48	51	53	51	-	-
Stochastiek	5.8	4.5	3.5	2.4	0.2	-	301	237	189	131	14	-
Mathematische Beslis- kunde en Systeemtheo- rie	5.3	6.0	5.5	4.7	0.6	-	269	320	294	224	43	-
Discrete Wiskunde	1.0	1.0	0.8	-	-	-	51	53	46	-	-	-
Analyse	10.8	8.4	5.6	2.7	0.2	-	567	447	312	145	14	-
Algebra & Meetkunde	7.8	7.7	5.2	4.2	0.3	-	408	409	280	225	19	-
Logica en Grondslagen	0.3	0.7	-	-	-	-	24	37	-	-	-	-
Mathematische Fysica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL	33.0	29.9	21.6	14.9	1.3	-	1668.	1554	1174	776	90	-

Salariespeil 1 januari 1985

WGM Numerieke Wiskunde

Specificatie van de toekenningen 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-60-06	Axelsson	KUN	Iteratieve methoden voor 1 in. en niet-1 in. p.d.v.-en	Polman	12	reiskosten	4
10-60	TOTAAL				12		4

Consequenties van de toekenningen 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-60-06	Axelsson	KUN	1.0	1.0	0.9							
Totaal			1.0	1.0	0.9							

tabel 1a

WGM Stochastiek

Specificatie van de toekenningen 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-62-03	Keane	THD	Coderingsproblemen in ergoden- theorie	van den Berg de Valk	2		
10-62-04	Scheffer	THD	Statistische analyse van tijdreksen	Sieders	12		
10-62-07	Vervaat	KUN	Structuur van limietstellingen in de kanstheorie	Gerritse	4		
10-62-08	de Haan	EUR	Het convex omhulsel van een steekproef in R_k	Brozius	12		
10-62-10	Rousseuw	THD	Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt	nog niet bekend	12		
10-62	TOTAAL				54	reiskosten	9

tabel 2

WGM Stochastiek

Consequenties van de toekenningen 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-62-03	Keane	THD	1.2	1.0	0.7							
10-62-04	Scheffer	THD	1.0	0.5								
10-62-07	Vervaat	KUN	0.3									
10-62-08	de Haan	EUR	1.0	1.0	0.7							
10-62-10	Rousseuw	THD	1.0	1.0	1.0	0.2						
Totaal			4.5	3.5	2.4	0.2						

tabel 2a

WGM Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

Specificatie van de toekenningen 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-64-05	Cohen	RUU	Stochastische wandelingen en wachttijdmodellen	de Klein	12		
10-64-06	Curtain	RUG	Meetkundige aspecten van oneindig dimensionale systemen	Zwart	12		
10-64-08	Hautus	THE	Singuliere en singulier gestoorde optimale besturingsproblemen	nog niet bekend	12		
10-64-02	Schrijver	KHT	Polyhedrale en polynomiale methoden	nog niet bekend	12		
10-64-10	Tijs	KUN	Structurele eigenschappen van stochastische spelen	nog niet bekend	12		
10-64-11	v.d. Hoek	EUR	Methoden voor niet-lineaire geheeltallige optimalisatie	nog niet bekend	12		12
10-64	TOTAAL				72	reiskosten	12

WGM Mathematische Besliskunde en Systemtheorie
 Consequenties van de toekenningen 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-64-02	Schrijver	KHT	1.0	1.0	1.0	0.2						
10-64-05	Cohen	RUU	1.0	0.5								
10-64-06	Curtain	RUG	1.0	1.0	0.8							
10-64-08	Hautus	THE	1.0	1.0	0.9							
10-64-10	Tijs	KUN	1.0	1.0	1.0	0.2						
10-64-11	van der Hoek	EUR	1.0	1.0	1.0	0.2						
Totaal			6.0	5.5	4.7	0.6						

tabel 3a

WGM Discrete Wiskunde

Specificatie van de toekenningen 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-66-02	van Lint	THE	Grenzen en constructies voor codes	Tiersma	12		
						reiskosten	2
10-66	TOTAAL				12		2

Consequenties van de toekenningen 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-66-02	van Lint	THE	1.0	0.8								
Totaal			1.0	0.8								

tabel 4a

WGM Analyse

Specificatie van de toekenningen 1985, blad 1

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-70-04	Kaashoek c.s.	VUA	Spectraalanalyse van Wiener-Hopfintegraalvergelijkingen	Roosmond	8		
10-70-10	Braaksma	RUG	Invariante tori in dynamische systemen	Huitema	12		
10-75-01	Eckhaus c.s.	RUU	Asymptotische methoden voor de analyse van singul.storingen	van Hassel	8		
10-75-07	Sanders/Verhulst	VUA/ RUU	Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen	Fekken	12		
10-70-11	Korevaar	UvA	Toepassingen van methoden van functionaal analyse en harmonische analyse	Brummelhuis	12		
10-70-12	Thomas	RUG	Harmonische analyse op gegen. Gelfand paren	van Rossum du Chatel	12		
10-75-08	Clément	THD	Semi-lineaire elliptische eigenwaarde problemen	Sweers	12		
10-75-12	van den Burgh	THD	Asymptotische analyse van resonantie	van Horsen	12		
	Transport				88		

WGM Analyse

Specificatie van de toekenningen 1985, blad 2

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-70-14	Transport Reijn/van den Burgh	THD	Asymptotische analyse van stroming-geïnduceerde trillingen	nog niet bekend	98 12		
						reiskosten	17
10-70	TOTAAL				110		17

tabel 5

WGM Analyse

Consequenties van de toekenning 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-70-04	Kaashoek c.s.	VUA	0.7									
10-70-10	Braaksma	RUG	1.0	0.1								
10-70-11	Korevaar	UvA	1.0	1.0	0.2							
10-70-12	Thomas	RUG	1.0	1.0								
10-75-01	Eckhaus c.s.	RUU	0.7									
10-75-07	Sanders/Verhulst	VUA/ RUU	1.0	0.5								
10-75-08	Clément	THD	1.0	1.0	0.8							
10-75-12	van der Burgh	THD	1.0	1.0	0.7							
10-70-14	Reijn/van der Burgh	THD	1.0	1.0	1.0	0.2						
Totaal			8.4	5.6	2.7	0.2						

tabel 5a

Specificatie van de toekenningen 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-80-04	Peters c.s.	RUL	Moduli	Top Faber	12		
10-80-05	Steenbrink c.s.	RUL	Singulariteitentheorie	de Jong van Straten postdoc	12		
10-80-09	Tijdeman/Beukers	RUL	Diophantische approximaties	de Weger	12		
10-80-12	Lenstra H.W. jr.	UvA	Primaliteitstests	nog niet bekend	12		
10-80-13	van der Put	RUG	Differentiaalvergelijkingen en formele groepen	van der Marel	12		
10-80	TOTAAL				92	reiskosten	15

LSV Algebra en Meetkunde

Consequenties van de toekenningen 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-80-04	Peters c.s.	RUL	2.0	2.0	1.3							
10-80-05	Steenbrink c.s.	RUL	2.7	1.0	0.7							
10-80-09	Tijdeman/Beukers	RUL	1.0	0.2	0.2							
10-80-12	Lenstra H.W. jr.	UvA	1.0	1.0	1.0	0.2						
10-80-13	van der Put	RUG	1.0	1.0	1.0	0.1						
Totaal			7.7	5.2	4.2	0.3						

tabel 6a

LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde
 Specificatie van de toekenningen 1985

Doss.nr.	Aanvrager (s)		Korte titel van het onderzoek	Onderzoeker (s)		Materiële kosten (in kf)	
	Naam	Inst.		Naam	maanden in 1986	Omschrijving	Bedrag
10-90-02	Troelstra/van Dalen	UvA/ RUU	Intuitionistische metamathemica en toepassingen	Moerdijk	8		
						reiskosten	1
10-90	TOTAAL				8		1

tabel 7

LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde

Consequenties van de toekenningen 1985 naar de jaren 1986 t/m 1990

Doss.nr.	Aanvrager(s)		Personeel (manjaren academici)					Materieel (in kf)				
	Naam	Inst.	1986	1987	1988	1989	1990	1986	1987	1988	1989	1990
10-90-02	Troelstra/van Dalen	UvA/ RUU	0.7									
Totaal			0.7									

TOELICHTING BIJ DE TABELLEN

- De Stichting vraagt voor reiskosten voor congressen betreffende projectmedewerkers een totaalbedrag. Dit is weliswaar per WGM/LSV aangegeven, maar hieraan kunnen geen rechten worden ontleend. Dit geldt ook voor in het kader van projecten uit te nodigen buitenlandse bezoekers. Het totaalbedrag is gebaseerd op f 1.700,- per fte per jaar. Toekenning geschiedt op basis van concrete aanvragen bij de Stichting.
- De post 'Nieuwe aanvragen' is niet uitgesplitst naar werkgemeenschappen en landelijke samenwerkingsverbanden. Dit zou de gewenste beslissingsruimte, die nodig is voor het toekennen in december van projecten op basis van wetenschappelijke kwaliteit, te zeer inperken.
- De post 'overige materiële kosten' bij de projecten betreft vooral zaken zoals micro-computer, grafische terminals e.d. Voor 1986 is hiervoor een bedrag ad f 40.000,- opgevoerd.

Wetenschappelijk Beleid van de CWI-afdelingen

AFDELING ZUIVERE WISKUNDE

In de beschrijving van het wetenschappelijk onderzoek binnen de SMC, eerder in deze nota, is vrij uitgebreid ingegaan op interactiegebieden binnen de algemene wiskunde die motiveren tot interessante onderzoeksvragen. De daar genoemde voorbeelden van interactiegebieden zijn van grote invloed op de keuze van de zuiver-wetenschappelijke onderzoeksprojecten binnen de afdeling. Daarbij kan nog worden opgemerkt dat er sprake is van een samenbindend element: het thema *symmetrie* en meer specifiek het uitbuiten en beschrijven ervan in zoveel mogelijk situaties. In het onderzoek spelen ook contacten met de informatica een belangrijke rol, b.v. bij de cryptografie, de computeralgebra en het symbolisch rekenen.

Daarnaast is het afdelingsbeleid gericht op de versterking van het CWI als een plek waar expertise wordt opgebouwd en onderhouden en waarop een beroep kan worden gedaan door de onderzoekswereld, de overheid en de industrie. Deze rol vervult de afdeling ZW ook ten opzichte van de andere afdelingen. Het ZW - onderzoek staat zelf meestal één stap verder van onmiddellijke toepassingen, zodat de afdeling minder direct betrokken is bij toepassingsgerichte projecten en consultaties. Met nadruk moet er echter op gewezen worden dat de functie van de afdeling niet mag en kan bestaan uit het hoofdzakelijk dienen als vraagbaak voor problemen die elders opduiken. Zuivere wiskunde, zo genoemd, heeft een eigen dynamiek. De mathematische structuur van een eenmaal wiskundig gemodelleerd probleem kan een goede leidraad zijn voor de richtingen van verder onderzoek. Dit leidt vaak tot diepgravende, ogenschijnlijke omwegen die onverwachte en verrassende oplossingen geven op basis van inzichten die waarschijnlijk niet bereikt zouden zijn als de toepassing steeds centraal was gebleven. 'Zuivere wiskunde' creëert onder meer stukken gereedschap, hulpmiddelen bij denken, analyseren en synthetiseren; veelvuldig zeer universeel bruikbare stukken gereedschap. Al vaak is in het verleden gebleken dat de eigen dynamiek van het vak stukken gereedschap heeft geschapen die veel later ideaal bleken in toepassingsgebieden die toen nog niet bestonden. De voorbeelden, zoals groepen- en representatietheorie met zijn latere toepassingen in de quantummechanica, zijn eigenlijk te bekend om hier weer in extenso te herhalen.

Binnen de afdeling is de aandacht gericht op de volgende onderzoeksprojecten.

ZW 11 Algebra en discrete wiskunde

Het is juist de interactie tussen de meetkunde, gezien als incidentiesysteem, groepentheorie, combinatoriek en algebraïsche meetkunde, waar zich hier de interessante probleemstellingen voordoen. Dit komt b.v. naar voren bij de bestudering van afstandsreguliere grafen, codes en designs. Ook kunnen groepen door eindige meetkundige representaties gegeven goed bestudeerd worden. Ook kunnen groepen-theoretische ideeën gebruikt worden om globale informatie in te winnen uit lokale structuur van allerlei meetkunden. Hierbij komen symmetrieën van die meetkunden naar voren, waarvan het bestaan niet van te voren was aangenomen. Een thema hierbij is: in hoeverre forceert de lokale structuur van een meetkunde globale eigenschappen.

Onderdeel van dit project is de cryptografie (de beveiliging van databankgegevens en computerprogramma's). Het gaat hier vooral om de vercijferalgoritme DES, een populaire algoritme waaraan nog vele praktische en theoretische problemen kleven. Speciaal op het gebied van de cryptografie wil de afdeling de 'clearing house'-functie van het CWI versterken. Contacten met de informatici spelen hierbij een belangrijke rol.

ZW 12 Analyse

Centraal in dit project staan de analyse op Lie-groepen en speciale functies. Ook hier gaat het weer om symmetrie, zoals G.W. Mackey onlangs in een groot overzichtsartikel opmerkte: 'Harmonische analyse is eigenlijk het systematisch uitbuiten van symmetrie-verschijnselen'.

Het onderzoek richt zich op twee facetten. In de eerste plaats op de analyse op halfenkelvoudige pseudo-Riemannse symmetrische ruimten, i.h.b. de Plancherel-ontbinding als generalisatie van Harish-Chandra's monumentale werk. In de tweede plaats op speciale functies en klassieke analyse. Het betreft hier de klassieke relatie tussen Lie-groepen en de speciale functies uit de mathematische fysica, die recent weer sterk in de internationale belangstelling is gekomen door werk van Askey.

ZW 13 Algebraïsche mathematische fysica

Tot voor kort waren ongeveer vier modellen in de mathematische fysica (zowel de klassieke fysica als de quantumfysica) exact oplosbaar. Nu, ongeveer 20 jaar nadat de eerste integreerbare systemen ontdekt werden, zijn het er ruim dertig, waaronder sommige van de belangrijkste partiële differentiaalvergelijkingen van de mathematische fysica. Symmetrie-aspecten spelen ook bij integreerbare systemen een belangrijke rol. Het gaat hier nu om een groot onderzoeksgebied, waaraan internationaal door diverse groepen, ieder met hun eigen (meestal succesvolle) methode, wordt gewerkt. De relatie tussen deze methoden is niet duidelijk. Binnen dit project wordt vooral aandacht besteed aan de samenhang tussen deze verschillende benaderingswijzen.

ZW 14 Dynamische systemen

Het gebied van de dynamische systemen is in de laatste decennia sterk in de belangstelling gekomen. Het gaat hier niet alleen om de kwalitatieve theorie van differentiaalvergelijkingen, maar ook om de universaliteitseigenschappen van geïtereerde afbeeldingen. Het doel van dit project is op dit gebied ook de technieken en inzichten van de theorie van de topologische transformatiegroepen, een gebied met een grote expertise bij het CWI, toe te passen en omgekeerd ook te onderzoeken wat bestaande benaderingsmethoden in het gebied van de dynamische systemen kunnen bijdragen tot het inzicht in de topologische transformatiegroepen. Tussen de onderzoekers van dit project, TW 1 (Dynamische systemen met stochastische storingen) en MB 3 (Systeem- en regeltheorie) bestaat een goede samenwerking.

AFDELING TOEGEPASTE WISKUNDE

Essentieel bij het onderzoek in deze afdeling is de wisselwerking tussen de natuurwetenschappen en de wiskunde. Het gaat om modellerings-, analyse- en interpretatieproblemen. Het zwaartepunt van het afdelingsonderzoek ligt bij de ontwikkeling van nieuwe analytische methoden, waarbij in toenemende mate hulpmiddelen uit de statistiek en de informatica een rol spelen. De aandacht wordt vooral gericht op nieuwere toepassingsgebieden zoals de biologie en de meteorologie, waar de klassieke methoden niet bruikbaar zijn. In het onderzoek spelen ook numerieke experimenten een belangrijke rol.

De afdeling kent drie lopende projecten waarvan de continuïteit van groot belang wordt geacht, t.w.:

TW1: Dynamische systemen met stochastische storingen;

TW2: Asymptotiek;

TW3: Niet-lineaire analyse en biomathematica.

Daarnaast wordt de noodzaak ervaren tot het starten van nieuw onderzoek. Dit betreft vooral interafdelingsonderzoek met een zwaar accent op de toegepaste informatica. Het gaat hier om het project:

TW4: Computertomografie.

Deze vier projecten worden hieronder kort beschreven.

TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen

De analyse van niet-lineaire dynamische systemen is van buitengewoon belang gebleken voor de begripsvorming m.b.t. fysische en biologische processen. Hierbij kan, door de invloed van in het vereenvoudigde wiskundige model verwaarloosde grootheden als stochastische storingen te beschrijven, de realiteitswaarde aanzienlijk worden versterkt. Bij willekeurige storingen in fysische en biologische processen kan men enerzijds denken aan externe factoren (b.v. de wisselende krachten van golven op een platform in zee) en anderzijds aan fundamentele stochastische effecten (zoals quantummechanische ruis in een micro-elektronische schakeling).

Een belangrijke eigenschap van niet-lineaire systemen is de mogelijkheid van het bestaan van meer dan één stabiele oplossing. De toestand waarin zo'n systeem zich bevindt hangt af van de beginttoestand. Door stochastische storingen kan het voorkomen dat zo'n stabiele toestand wordt verlaten en een andere stabiele toestand wordt aangenomen. Dit gedrag wordt onderzocht bij atmosferische stromingen en in de populatiedynamica.

In dit project is ook een deelproject opgenomen onder de titel: *Data-analyse en modelvorming van biologische processen*. Het betreft hier de wiskundige analyse van celproliferatie bij bestraling, in samenwerking met het Laboratorium voor Radiobiologie van de Universiteit van Amsterdam.

Er wordt samengewerkt met onderzoekers van de projecten ZW 14 en MB 3.

TW 2 Asymptotiek

Asymptotische methoden spelen in alle onderdelen van de toegepaste wiskunde een belangrijke rol. Ze worden gebruikt om in gecompliceerde problemen inzicht te verschaffen in het gedrag van oplossingen of om approximaties daarvan te verkrijgen.

Dit project wordt in belangrijke mate gemotiveerd door de wenselijkheid bestaande expertise op het gebied van de traditionele analyse (speciale functies, complexe functietheorie, asymptotische methoden) te behouden en uit te breiden. Er zijn twee deelprojecten, t.w.:

1. *Asymptotiek van integralen*. De nadruk ligt hier op een systematisch onderzoek van asymptotische verschijnselen bij integralen en de bestudering van algemeen voorkomende standaardvormen, die deze verschijnselen als typische kenmerken vertonen. Het betreft vooral een analytische aanpak, die ondersteund wordt door computerexperimenten. Ook wordt aandacht besteed aan inventarisatie en numerieke evaluatie van functies uit de mathematische fysica en de

statistiek.

2. *Relaxatietrillingen.* Het betreft hier vooral overdracht van bestaande expertise bij het CWI op het gebied van relaxatietrillingen door het schrijven van een samenvattende publikatie op dit gebied, waarin ook aandacht zal worden besteed aan toepassingen in de elektronica en de biologie.

TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica

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

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

TW 4 Computertomografie

Beeldreconstructie door middel van projecties is in diverse wetenschapsgebieden op een onafhankelijke manier naar voren gekomen. Vooral in de medische wetenschappen liggen echter belangrijke toepassingen bij de analyse van inwendige structuren van het menselijk lichaam door middel van een groot aantal projecties verkregen door b.v. straling. Dit proces wordt aangeduid met computertomografie (waarbij we ook de nieuwste methoden gebaseerd op kernspinresonantie rekenen). De wiskundige basis voor dit vakgebied wordt gevonden in het werk van Radon (1917).

De introductie van dit project op het CWI heeft binnen het instituut drie belangrijke neveneffecten:

- Versterking van de kennis op het gebied van discrete Fourier-technieken;
- Toepassing van de binnen het CWI bestaande kennis op het gebied van computer graphics;
- Toepassing van de statistische analyse van beelden. Het in het ISP-kader te starten project in de afdeling MS kan door werkzaamheden op het gebied van computertomografie aanzienlijk worden gestimuleerd. In feite kan dit gebruikers leveren voor het MS-project.

AFDELING MATHEMATISCHE STATISTIEK

Het onderzoek in de mathematische statistiek is geconcentreerd op het gebied van de 'abstract inference': het bedrijven van statistiek in situaties waar parameters of waarnemingen (data) zich niet in eindig-dimensionale Euclidische ruimten bevinden (een klein aantal numerieke gegevens), maar in verzamelingen van veel ingewikkelder structuur. Hieraan moet meteen worden toegevoegd dat het woord 'abstract' uitsluitend in zijn technische betekenis wordt gehanteerd: het onderzoek is erop gericht de meest dringende praktische vragen uit de toegepaste statistiek te beantwoorden, waarbij het beleid is gericht op zowel het ontwikkelen van nieuwe theorie als op de toepassing hiervan.

In de actuele onderzoeksplannen van de afdeling worden een drietal projecten of aandachtsgebieden onderscheiden:

- MS1: Semiparametrische statistiek;
- MS2: Stochastische processen;
- MS3: Toegepaste statistiek.

De grenzen tussen deze projecten zijn niet scherp: het is juist een beleidspunt om interactie tussen de verschillende aandachtsgebieden te bevorderen.

In het eerste en tweede project worden de twee kanten van de abstracte inferentie (abstracte parameter, respectievelijk waarneming) behandeld. Bovendien vindt in het tweede project fundamenteel onderzoek in de theorie van stochastische processen plaats. In deze eerste twee projecten ligt de

nadruk op de ontwikkeling van theorie, hoewel gemotiveerd door praktische toepassingen. In het derde project zijn de accenten omgekeerd; hier zijn de impulsen uit de praktijk vooral van belang.

De drie projecten worden hieronder nader omschreven en gemotiveerd. Bovendien wordt apart aandacht besteed aan nieuw te starten activiteiten op het interactiegebied tussen statistiek en informatica.

MS 1 Semiparametrische statistiek

Dit project is vooral gericht op het 'abstracte parameter' gedeelte van 'abstract inference' en bovendien op de meer theorievormingsaspecten hiervan. Het betreft hier onderzoek naar een parametrische behandeling van niet-parametrische problemen (een poging om twee hoofdtakken van de statistiek, die de laatste decennia uit elkaar zijn gegroeid, te herenigen), ontwikkeling van algemene principes waaruit statistische procedures voor specifieke problemen afgeleid kunnen worden en het ontwerpen van criteria voor optimaliteit en regulariteit waarmee deze procedures beoordeeld kunnen worden en het ontwerpen van criteria voor optimaliteit en regulariteit waarmee deze procedures beoordeeld kunnen worden.

MS 2 Stochastische processen

Dit project heeft twee hoofdcomponenten: fundamenteel onderzoek in de theorie van stochastische processen en onderzoek direct gericht op statistische toepassingen. Verder wordt incidentele ondersteuning aan het vele andere onderzoek op het CWI op het gebied van stochastische processen als onderdeel van dit project beschouwd. Wat de tweede component betreft is waarnemingen van realisaties van een stochastisch proces een van de belangrijkste voorbeelden van het 'abstracte waarneming' gedeelte van 'abstract inference'.

Bij de eerste component is vooral de theorie van stochastische processen met een één-dimensionale tijdsparemeter is goed ontwikkeld, maar processen in 'meer-dimensionale tijd' (b.v. tijd én ruimte) zijn veel minder goed begrepen. Er wordt hier gewerkt aan fundamentele problemen uit de theorie van stochastische processen. Het beleid is erop gericht in de toekomst speciale aandacht voor processen in de tijd én ruimte te geven. Het geplande onderzoek is van direct belang voor de theoretische natuurkunde en op langere termijn voor de statistiek van ruimtelijke processen en 'image analysis', waar het ontbreken van kennis over mogelijke modellen een groot obstakel is voor verdere voortgang.

MS 3 Toegepaste statistiek

In dit project wordt vooral aan de interactie met de praktijk gestalte gegeven. Hieronder vallen de consultatieve werkzaamheden van de afdeling. De doelstelling is om de vruchten van theoretisch werk beschikbaar te stellen aan en toegankelijk te maken voor toegepaste statistici en (potentiële) gebruikers van statistiek op andere vakgebieden. Dit wordt bereikt onder meer door samenwerkingsverbanden en consultaties. Een tweede doelstelling is contact te maken met gebieden waaruit een nieuwe uitdaging of een nieuwe impuls voor de statistiek naar voren komt, ten einde flexibiliteit te behouden en nieuwe richtingen in te kunnen slaan. Een aantal nieuwe onderwerpen (b.v. analyse van celdelingstijden in de biologie) zouden hier ter hand genomen kunnen worden.

Informatica en statistiek

Voor de toegepaste statistiek komt momenteel een grote uitdaging uit de informatica. Dit is ook duidelijk te zien in het theoretisch statistisch onderzoek, waarop de nadruk ligt in het afdelingsbeleid. Hoewel onderzoek en consultatie van de afdeling op vele manieren worden beïnvloed door de informatica, bestaat er op dit ogenblik geen directe, praktische informatica-gebonden activiteit op de afdeling MS. In het kader van de versterking van het informatica-onderzoek bij het CWI, is in het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek als een van de aandachtsthema's voorgesteld: *Patroonherkenning en kunstmatige intelligentie*. Van de kant van de afdeling MS zal hier, te beginnen in 1987, een bijdrage worden geleverd op het gebied van de statistische analyse van beeldgegevens. Dit zal in nauwe samenwerking gebeuren met het project TW 4: *Computertomografie*.

AFDELING MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

Bij het selecteren van onderzoeksprojecten realiseert de afdeling zich dat het niet mogelijk is het gehele terrein van de mathematische besliskunde en de systeemtheorie te bestrijken. Een redelijke spreiding van de activiteiten is echter gewenst. Zo is het essentieel dat zowel de deterministische als de stochastische aspecten van besliskunde en systeemtheorie aandacht krijgen.

De afdeling streeft voorts naar het aangaan van samenwerkingsovereenkomsten, het aantrekken van advieswerk en het ontwikkelen van programmatuur, mits dit aansluit bij het onderzoek en leidt tot originele en geavanceerde resultaten.

Dit beleid heeft de afgelopen jaren geleid tot de keuze van drie zwaartepunten van onderzoek:

MB 1: Combinatorische optimalisering;

MB 2: Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken;

MB 3: Systeem- en regeltheorie.

Deze projecten worden hieronder in meer detail besproken.

Een toetsing van de huidige en geplande activiteiten van de afdeling aan de gestelde uitgangspunten levert het volgende beeld op. De drie projecten tezamen bezitten de gewenste breedte. Ieder project biedt mogelijkheden voor grensverleggend onderzoek van zuivere en toepassingsgerichte aard; bij MB1 en MB3 zijn beide typen onderzoek daadwerkelijk geïntegreerd. Bij ieder project is er sprake van een actieve deelname in de internationale ontwikkelingen; op nationaal niveau zijn MB1 en MB3 toonaangevend. Project MB2 dreigt te stagneren door een gebrek aan continuïteit in de personele bezetting.

De eerste prioriteit van de afdeling is de realisatie van project MB2. Wanneer het niet mogelijk blijkt hiervoor binnen twee jaar een hooggekwalificeerde groep van drie à vier man aan te trekken, moet een heroriëntatie van onze activiteiten binnen de stochastische besliskunde worden overwogen.

De tweede prioriteit is de realisatie van de vanuit het ISP ondersteunde deelprojecten op het gebied van de *interactive planningsmethoden* (MB1), *prestatie-analyse* (MB2) en *kunstmatige intelligentie* (MB3).

MB 1 Combinatorische optimalisering

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

Het onderzoek betreft in het algemeen de complexiteitsanalyse van problemen, het ontwerp van polynomiale algoritmen en van aftellings- en benaderingsmethoden, en de empirische en theoretische analyse van algoritmen. Er is een toenemend gebruik van meetkundige en kanstheoretische technieken en, vanuit de informatica, een toenemende aandacht voor parallelle, gerandomiseerde en interactieve methoden.

Specifieke onderwerpen van onderzoek binnen het project zijn *parallelle aftellingsmethoden* en *interactieve planningsmethoden*, dit laatste mede in het kader van een STW-project. De afdeling hoopt onderzoek te kunnen starten naar optimaliseringsalgoritmen voor *stochastische geheeltallige programmering*, ten verfolge op eerder onderzoek naar benaderingsmethoden voor dergelijke problemen.

Dit project ontvangt ruime financiële steun vanuit het ISP, de NFI en de STW ten behoeve van toepassingsgericht onderzoek naar interactieve planningsystemen. In deze situatie is het van bijzonder belang dat er plaats blijft ingeruimd voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, mede ter ondersteuning van het toepassingsgerichte werk. Ter vervulling van een reeds eind 1984 ontstane vacature en een per september 1986 verwachte vacature wordt een nieuwe aanstelling ingaande 1986 van de hoogste prioriteit geacht.

MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken

Het vakgebied omvat de wiskundige modellering, analyse en besturing van informatiestromen in telecommunicatienetwerken. Het toepassingsgebied wordt wel *telematica* genoemd en betreft naast telefonie en telegrafie ook de communicatie via satellieten en mobilifoonsystemen en tussen computers.

Het studie-object wordt abstract geformuleerd in termen van een netwerk van bedieningsorganen en klanten die daarvan gebruik maken. Concepten en resultaten uit de wachtrijtheorie vormen derhalve het belangrijkste instrumentarium voor het onderzoek.

Binnen het project wordt aandacht besteed aan het *tijdsafhankelijk gedrag* van wachtrijsystemen, d.w.z. het gedrag vóórdat een stationaire toestand is bereikt, en aan de *telefoonverkeertheorie*, in samenwerking met de PTT. Een nieuw onderwerp is de *prestatie-analyse* van computersystemen, waarbij de bestudering van concrete situaties centraal zal staan.

MB 3 Systeem- en regeltheorie

Het vakgebied omvat de wiskundige modellering en analyse van dynamische verschijnselen en de ontwikkeling van algoritmen voor regel- en voorspellingsproblemen. Het maatschappelijk belang ligt in de groeiende behoefte aan automatische regeling en gegevensverwerking, zoals de besturing van robots, elektriciteitsnetwerken, satellieten, wegverkeer, de voorspelling van economische indicatoren en spraak- en beeldverwerking.

Abstrahering van praktische problemen en de dynamiek van het onderzoeksveld leiden tot actuele internationale onderzoeksthema's. Hieruit is een keuze gemaakt op basis van het potentiële maatschappelijke belang en de te verwachten bijdrage aan de theorie.

Binnen het project wordt aandacht geschonken aan deterministische, stochastische en algebraïsch-meetkundige aspecten van de systeemtheorie. Specifieke onderwerpen van onderzoek zijn *adaptieve regelproblemen* en *puntprocessystemen*, dit laatste mede in het kader van een STW-project. De afdeling hoopt onderzoek te kunnen starten naar *systemen met gegeneraliseerde toestandsruimte*, waarin algebraïsche beperkingen op het dynamisch gedrag voorkomen, en (met een lagere prioriteit) naar *lerende systemen in de kunstmatige intelligentie*, ter ontwikkeling en toepassing van adaptieve regeltheorie voor leerprocessen.

Er wordt samengewerkt met onderzoekers van de projecten ZW 14 en TW 1.

AFDELING NUMERIEKE WISKUNDE

Binnen de numerieke wiskunde kan men een viertal probleemgebieden onderscheiden:

- differentiaal-, integraal-, differentie-differentiaal- en integro-differentiaalvergelijkingen;
- lineaire algebra (berekening van eigenwaarden en -vectoren en oplossing van grote stelsels met ijle coëfficiëntenmatrices);
- approximatietheorie (integratie, interpolatie, speciale functies, minimaxberekeningen);
- stelsels niet-lineaire (algebraïsche) vergelijkingen.

Voor de afdeling is het eerste gebied al sinds een aantal jaren het voornaamste aandachtsgebied. Ook internationaal werken de meeste numerici aan onderwerpen uit dit gebied. Het betreft hier zowel zuiver-wetenschappelijk als toegepast onderzoek.

De ontwikkelingen op het gebied van de computerapparatuur, vooral de beschikbaarheid van vectorcomputers in Nederland (o.a. bij SARA), hebben daarnaast de aandacht doen richten op het onderzoek naar vectoriseerbaarheid van numerieke algoritmen. De afdeling streeft hierbij naar een centrale functie voor het CWI op dit gebied in Nederland. Bovenstaande constatering en de algemene CWI-uitgangspunten, waarbij vooral ook aandacht wordt gegeven aan de toepasbaarheid van de resultaten in concrete situaties, hebben geleid tot de volgende afdelingsprojecten.

NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen

Het onderzoek betreft 4 deelprojecten, waarvan 3 van theoretische aard:

- analyse van stabiliteit en convergentie van praktisch toepasbare methoden voor algemene testproblemen dan de gebruikelijke zeer eenvoudige lineaire testvergelijking $y' = ay$;
- het ontwerpen van differentieschema's voor 2-dimensionale hyperbolische vergelijkingen met minimale dispersieve eigenschappen;
- bestudering van de incompressibele Navier-Stokes-vergelijking in de numerieke stromingsleer.

Een deel van dit onderzoek dient als achtergrondonderzoek voor een vierde deelproject, het STW-project:

- ondiep-water-berekeningen; dit deelproject betreft de toepassing van de laatste ontwikkelingen op het gebied van de numerieke wiskunde in een *utilisatiegericht* rekenprogramma. Het betreft hier oplossingsmethoden voor ondiep-water-modellen, bijvoorbeeld van groot belang voor doorrekening van een Oosterscheldemodel.

NW 2 Multiroostertechnieken

Het onderzoek omvat 5 deelprojecten, waarvan 4 van theoretische aard:

- Defect-correctie-technieken. De nadruk zal de komende tijd liggen op stelsels hyperbolische behoudswetten, waarbij aandacht wordt gegeven aan convergentie-analyse en implementatie van hogere-orde methoden.
- Singulier-gestoorte randwaardeproblemen. De bij het CWI opgebouwde expertise op dit gebied wordt nu gericht op studie van contact-discontinuïteiten in de oplossing van de Euler-vergelijkingen.
- Adaptieve methoden. Ook hier wordt bij de toepassing van de resultaten in de eerste plaats gedacht aan de ontwikkeling van betere oplossingsmethoden voor de Euler-vergelijkingen.
- Toepassing op stromingsproblemen. Hierbij wordt gedacht aan andere dan de Euler-vergelijkingen. Bijvoorbeeld de Navier-Stokes-vergelijkingen of halfgeleiderproblemen.

Het laatstgenoemde deelproject voorziet in het achtergrondonderzoek voor het vijfde deelproject, het STW-project:

- Euler-vergelijkingen; dit deelproject richt zich op de ontwikkeling van robuuste en efficiënte methoden voor het berekenen van niet-visceuze (gas)stromingen. Toepassing van de multigrid-methode met gebruik van een vectorcomputer is hier van belang i.v.m. het voorkomen van bijzonder grote stelsels niet-lineaire vergelijkingen.

NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer

Dit onderzoek, dat wordt uitgevoerd in samenwerking met de afdeling ZW, beweegt zich op het grensvlak van de numerieke en de zuivere wiskunde. Recente resultaten m.b.t. het 'vermoeden van Mertens' en de berekening van de nulpunten van de Riemann-zetafunctie trekken internationaal zeer de aandacht. Bij dit onderzoek speelt het gebruik van vectorcomputers een belangrijke rol.

NW 4 Ada-programmatuur

Dit project speelt in op een internationaal gesteunde poging van het Department of Defence van de USA om een universele programmeertaal te introduceren. In het kader van een deels door de EG gesteund project tezamen met een aantal partners uit de UK wordt een programmatheek in ADA ontwikkeld. Hiertoe is de opbouw van een substantiële onderzoeksgroep van wezenlijk belang.

NW 6 Vectorprogrammatuur

Het doel van dit project is het ontwikkelen en beschikbaar stellen van programmatuur voor vector- of supercomputers, die zo efficiënt mogelijk werkt en een zo breed mogelijk scala van toepassingsgebieden kent. De beschikbaarheid bij SARA van een CYBER 205 biedt hiervoor uitstekende mogelijkheden. Het project is mede gericht op het opbouwen van een centrale ondersteunende functie op het gebied van vectorprogrammatuur in Nederland.

AFDELING INFORMATICA ¹

Voor de huidige fase in de ontwikkeling van het zich snel uitbreidende vakgebied informatica geldt dat de belangrijkste vorderingen geboekt worden in het samenkomen van oorspronkelijk divergerende deeldisciplines. Het verwezenlijken van de CWI-doelstellingen vereist daarom naast een optimaal gebruik van aanwezige expertise het opbouwen van nieuwe expertise op thema's in opkomst. Het is daartoe noodzakelijk dat het scala van onderzoeksactiviteiten een zekere breedte heeft, variërend van grondslagen tot toepassingsgerichte informatica en van grensverleggend onderzoek tot (pre-)ontwikkeling. Om de gewenste diepgang te bereiken die voor een wezenlijke bijdrage aan de ontwikkeling van de informatica, zowel in Nederland als internationaal, vereist is, is het binnen dit uitgangspunt gewenst de aandacht op een beperkt aantal thema's te richten. De motivering voor de gemaakte keuzen is eerder uitvoerig weergegeven in het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek CWI en zal hier niet worden herhaald.

Een integraal onderdeel van het onderzoeksbeleid van de afdeling is het streven naast strategisch, op lange termijn gericht onderzoek, ook onderzoek te doen plaatsvinden dat gemotiveerd is door toepassingsaspecten op korte termijn.

Op alle onderzoeksterreinen bestaat een levendige uitwisseling met onderzoekers elders. Bij daarvoor in aanmerking komend onderzoek wordt gestreefd naar contact met de industrie, deels door gezamenlijke projecten (zoals in ESPRIT-verband), deels door middel van contract-onderzoek en ook op ad-hoc basis.

In de hierna volgende nadere uiteenzetting van de onderzoeksplannen worden deze in een drietal projectgroepen ondergebracht, te weten:

- AI1: Programmatuur;
- AI2: Algoritmie en architectuur;
- AI3: Interactieve systemen.

AI 1 Programmatuur

Het onderzoek in de sector Programmatuur richt zich op de deelgebieden programmeertheorie, programmeermethodologie en programmeertechnologie. Op het deelgebied programmeertheorie wordt in het bijzonder aandacht besteed aan de semantiek van concurrency en object-gericht programmeren en van niet-imperatieve programmeerstijlen zoals toegepast bij functional programming, logic programming en dataflow. Een gedeelte van het werk vindt plaats binnen het SION Landelijk Project Concurrency, in samenwerking met de RU Leiden en de KU Nijmegen. Voorts wordt als subcontractor meegewerkt aan het ESPRIT-project Parallel Architectures and Languages (met Philips als primecontractor), waar, onder meer, de semantische grondslagen van nieuwe-generatie-architectuurontwerpen worden bestudeerd.

Op de deelgebieden programmeermethodologie en programmeertechnologie wordt gewerkt aan een drietal projecten.

Specificatietalen. Deelonderwerpen zijn: procesalgebra, algebraïsche specificaties, parametrische datatypen, object-georiënteerde specificaties en herschrijfgeregels. Een gedeelte van het werk vindt plaats binnen het ESPRIT-project: An Integrated Formal Approach to Industrial Software Development

1. Na het opstellen van deze tekst is de Afdeling Informatica in drie afdelingen gesplitst, overeenkomstig de hieronder gehanteerde indeling in de projectgroepen AI 1, AI 2 en AI 3.

(METEOR), met partners Philips, GGE(F), APT(B), COPS(IRL), TXT(I), Univ. Passau(O). In 1986 zal speciaal aandacht worden gezonken aan specificatietalen voor concurrente programmering. De vele lopende en verwachte verplichtingen maken het noodzakelijk vacatures binnen dit deelproject direct op te vullen.

Uitbreidbare programmeeromgevingen. Deelonderwerpen zijn: generatie van interactieve programmeeromgevingen op basis van formele specificaties, algebraïsche specificaties i.h.b. modularisatie en implementatie en hulpmiddelen bij het ontwerpen van (grote) algebraïsche specificaties. Een gedeelte van het werk vindt plaats binnen het ESPRIT-project Generating Interactive Programming Environments (partners INRIA(F), SEMA(F), BSO(NL)).

Tekstverwerking. Een interactief systeem voor het verwerken van teksten wordt verder ontworpen en geïmplementeerd, waarbij tijdens het invoeren van de tekst de uiteindelijke uitvoer meteen op een beeldscherm zichtbaar wordt gemaakt. Bij de opzet van het systeem wordt zoveel mogelijk uitgegaan van de in ontwikkeling zijnde ISO-standaard voor text interchange and processing.

De drie laatstgenoemde projecten worden gecombineerd bij het geven van PAO-cursussen op het gebied van software engineering, en bij een project op het gebied van softwarecertificatie (i.s.m. IWIS/TNO).

Binnen deze projectgroep zal gewerkt worden op het gebied van de *kunstmatige intelligentie*, i.h.b. aan raakvlakken hiervan met de informatica zoals: methodologische grondslagen van expertsystemen en 'knowledge engineering', ontwerp van semantische netwerken, specificatie en manipulatie van inferentieregels, en in een later stadium, volledige programmeeromgevingen.

AI 2 Algoritmiëk en architectuur

Het onderzoek in deze projectgroep richt zich op het ontwerpen en construeren van systemen zoals talen, besturingssystemen en informatiesystemen. Het woord 'architectuur' in de titel moet dan ook niet worden verstaan als uitsluitend, of zelfs in de eerste plaats, betrekking hebbend op apparatuur. Een accentverschil met het onder A11 ondergebrachte onderzoek is dat efficiënte realiseerbaarheid bij deze projectgroep een wezenlijke doelstelling vormt. Een belangrijk aandachtsthema in deze projectgroep wordt gevormd door gespreide algoritmen en systemen.

Bij het onderzoek binnen deze groep wordt in het algemeen gestreefd naar de daadwerkelijke realisering, in de vorm van een prototype-systeem, van behaalde resultaten om deze zodoende ook praktisch te kunnen toetsen. Bij gebleken bruikbaarheid zal de toepasbaarheid van deze prototypen zo mogelijk door pre-ontwikkeling verder worden verhoogd.

Op het gebied van de *algoritmiëk* wordt samengewerkt met de afdeling MB, terwijl ook een nauwe samenwerking bestaat met de vakgroep Informatica van de VU Amsterdam op het gebied van *gespreide besturingssystemen*. Op beide gebieden zijn reeds waardevolle resultaten behaald. Het gebied *informatiesystemen* bevindt zich thans nog in een opbouwfase, ook wat de noodzakelijke expertise betreft; het is nog te vroeg om aan te geven wat hier het potentieel is. De ontwikkeling van de eenvoudige, interactieve, gestructureerde *programmeertaal ABC* (voorheen 'B') bevindt zich in een vergevorderd stadium. Een aantal prototype-systemen wordt inmiddels op verschillende plaatsen op de wereld gebruikt, terwijl ook in het onderwijs een groeiende belangstelling voor deze taal is waar te nemen. Het werk op het gebied van *VLSI-ontwerp*, in samenwerking met de TH Eindhoven, richt zich op het gebruik van trace-theorie voor het specificeren, en op den duur construeren, van vertragingsongevoelige schakelingen.

AI 3 Interactieve systemen

Het onderzoek op het gebied van interactieve systemen richt zich op fundamentele problemen die zich voordoen bij het communiceren van een computersysteem met een externe stimulus. Daarnaast worden systeemcomputers ontworpen en geconstrueerd om deze uitwisselingen mogelijk te maken.

Interactieve systemen kunnen worden onderverdeeld in systemen die informatie uitwisselen met een menselijke gebruiker, en systemen die een extern proces besturen (b.v. een robot of een chemisch proces). Al zijn de technische realiseringen veelal zeer verschillend, de fundamentele problemen voor beide klassen van systemen vertonen veel overeenkomst.

Het onderzoek is vooral gericht op die interactieve systemen waarbij de informatie-uitwisseling plaatsvindt door middel van beelden. Het construeren van interactieve systeemcomponenten voor het toepassen van computergrafiek staat daarbij op de voorgrond.

Het huidige onderzoek is geconcentreerd rond drie belangrijke thema's: *computergrafiek*, ontwerp en constructie van *geavanceerde werkstations* en *specificatiemethoden voor interactieve systemen* (inclusief procesbesturing) met daaraan gekoppeld een programmeeromgeving voor *dialogoprogrammering*.

Een vierde thema is in voorstudie. Het behelst ontwikkeling van *interactieve methodenbanken*. Dit zijn informatiesystemen waarbij niet aanwezige gegevens via opgeslagen 'methoden' gegenereerd kunnen worden (b.v. volgens regels afgeleid uit andere gegevens). Deze methoden kunnen op zich weer interactief zijn.

Binnen dit project is personeelsuitbreiding voorzien in het kader van het ISP. Daarnaast is het echter noodzakelijk ook de bestaande reguliere inspanning op peil te houden gezien de vele externe verplichtingen die zijn aangegaan en voor het behoud van de hieruit voortvloeiende inkomsten. Dit vereist vervulling van inmiddels ontstane vacatures.

Wetenschappelijk Beleid van de Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden

WGM NUMERIEKE WISKUNDE

In Nederland wordt binnen het vakgebied van de numerieke wiskunde aandacht besteed aan: numerieke algebra, optimalisering, numerieke analyse van differentiaalvergelijkingen, numerieke programmatuur (opbouw van programmatheken, relatie met programmeertalen en gebruik van supercomputers) en numerieke methoden in toepassingsgebieden (stromingsleer, statistiek, systeemtheorie).

Aandachtsgebieden

Uit ervaring is gebleken dat veel wiskundig onderzoek zich niet op middellange termijn laat plannen. Voorbeelden hiervan in de numerieke wiskunde zijn b.v. de recente ontwikkelingen m.b.t. ICCG- en multigridmethoden, waarvan het belang 5-10 jaar geleden niet te voorspellen was. Het blijft daarom belangrijk op betrekkelijk korte termijn op nieuwe ontwikkelingen te kunnen inspelen door subsidiëring van projectonderzoek.

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

Een tweede thema betreft onderzoek aan *numerieke algoritmen* in verband met de nieuwste hardware-ontwikkelingen. Hoewel onderzoek aan supercomputers (vectormachines of pipeline machines CRAY 1, CYBER 205) op gang begint te komen (vectorresearch), wordt in Nederland op het ogenblik nauwelijks onderzoek gedaan aan andere recente architecturen (ICL-DAP, DENELCOR-HEP, real-time computation enz.). De beschikbare know-how op dit gebied is (evenals de beschikbaarheid van de hardware) in Nederland waarschijnlijk te gering. Een stimulans op dit terrein,

dat een typisch grensgebied is tussen de wiskunde en informatica, is wenselijk.

Lopend onderzoek

- Gestabiliseerde Galerkin- methoden voor stijve beginwaarde- en randwaarde-problemen (prof.dr. M. van Veldhuizen, VU Amsterdam)
- Iteratieve methoden voor lineaire en niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen (prof.dr. A.O.H. Axelsson, KU Nijmegen)

WGM STOCHASTIEK

Het onderzoek in de mathematische statistiek en kansrekening wordt sterk bepaald door de aanwezige deskundigheid en belangstelling van de onderzoeksleiders aan de verschillende universitaire instellingen en het CWI. Het grootste deel van het onderzoek wordt bovendien gefinancierd door de universitaire instellingen. Dit impliceert dat de WGM niet zozeer een zelfstandige programmatische planning van onderzoek in het vakgebied moet nastreven, maar zich veeleer dient te richten op ondersteuning en versterking van bestaande onderzoeksstromen, daarbij rekening houdend met op korte termijn te verwachten ontwikkelingen. Voor de coördinatie van het onderzoek in ons land wordt voornamelijk zorg gedragen door de Werkgemeenschapscommissie die door een brede samenstelling het hele vakgebied goed kan overzien. De jaarlijkse bijeenkomsten van stochastici in Lunteren, mede georganiseerd door CWI en VVS, zijn een bijzonder vruchtbare gelegenheid voor onderling contact tussen Nederlandse onderzoekers. De deelname van buitenlandse toponderzoekers maakt het mogelijk de nieuwste ontwikkelingen goed te volgen.

Aandachtsgebieden

Aansluitend op de in de algemene inleiding geschetste ontwikkelingen streeft de WGM ernaar drie aandachtsgebieden met een zekere prioriteit te ondersteunen.

Asymptotische statistiek. Het gaat hier om een breed scala van asymptotische methoden en technieken. Enerzijds verschaffen deze veel inzicht in de structurele relaties binnen de theorie, anderzijds vormen ze onmisbaar gereedschap voor de praktische statistiek, omdat de ervaring leert dat asymptotische resultaten vaak reeds bij betrekkelijk kleine steekproeven bruikbaar zijn. Veel nieuwe theoretische ontwikkelingen vinden juist op dit terrein plaats en het Nederlandse onderzoek heeft hierin een positie van betekenis die behouden dient te blijven.

Statistiek van meer variabelen. Dit is een thema uit de toegepaste statistiek waarin veel nieuwe ontwikkelingen zijn te verwachten. De computer speelt er dikwijls een grote rol in. Goede voorbeelden zijn 'projection pursuit', robuuste regressietechnieken, correspondentie-analyse en discriminantanalyse. Het biedt tevens de gelegenheid direct in te spelen op problemen uit de toepassingsgebieden.

Stochastische processen. Het betreft hier een groot terrein van fundamenteel onderzoek waarin veel van de moderne ontwikkelingen in de 'zuivere' kansrekening plaatsvinden. De kansmodellen hebben vooral betrekking op een ontwikkeling in de tijd. Hierbij wordt de aandacht gericht op diverse grootheden in relatie met het proces, maar vooral op de structuur van de realisaties (padstructuur) van het proces.

Anderzijds spelen ook limietstellingen een grote rol. Stochastische integralen kunnen hierbij een gewichtig hulpmiddel zijn. Bijzondere onderwerpen zijn Brownse beweging en verwante processen, excursietheorie, speciale stochastische processen, ergodentheorie, percolatie en wachttijdprocessen.

Hoewel abstract van aard, zijn er verrassend veel toepassingen, niet alleen in de theoretische fysica (dynamische systemen!) maar ook in de statistiek en de informatica; zo komen uit de informatica veel vragen naar voren over stochastische scheduling en allocatie.

Overigens zij nadrukkelijk opgemerkt, dat de WGM- projecten op andere gebieden niet wil

buitensluiten; de kwaliteit van het onderzoeksvoorstel blijft een uiterst gewichtig criterium. De WGM is echter van mening, dat bovenstaande aandachtsgebieden in de nabije toekomst de meeste steun behoeven.

Lopend onderzoek

- Coderingsproblemen in ergodentheorie (prof.dr. M.S. Keane, TH Delft)
- Statistische analyse van tijdreeksen (prof.dr. C.L. Scheffer, TH Delft)
- Structuur van limietstellingen in de kanstheorie (prof.dr. W. Vervaat, KU Nijmegen)
- Het convex omhulsel van een steekproef in \mathbb{R}_k (prof.dr. L.F.M. de Haan, EU Rotterdam)
- Multivariate statistische analyse met hoog brekpunt (prof.dr. P. Rousseeuw, TH Delft)

WGM MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

Actuele problemen in de mathematische besliskunde worden gemotiveerd door vragen in uitvoerende organisaties en voor technische installaties. De aanpak van dergelijke problemen wordt mede mogelijk gemaakt door de voortgaande toepassing van computers in bedrijven en instellingen. Concrete voorbeelden zijn produktieplanning, distributie- en lokatieplanning en besturing van computer- en communicatienetwerken.

Actuele problemen in de systeemtheorie zijn afkomstig uit de regeltechniek en de communicatietechniek, maar ook uit de econometrie en de informatica. Specifieke voorbeelden zijn de besturing van robots, regeltechnische problemen in de lucht- en ruimtevaart en de chemische technologie, signaalverwerking en voorspellingsproblemen in de econometrie en voor milieu-indicatoren.

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

Aandachtsgebieden

Toekomstige onderzoeksactiviteiten verwacht de Werkgemeenschapscommissie, gezien de bovengenoemde actuele problemen, in de volgende deelgebieden:

1. de mathematische besliskunde:
 - *optimalisering*: polyhedrale combinatoriek, probabilistische analyse, parallelle berekeningen, niet-differentieerbare en globale optimalisering;
 - *stochastische modellen*: wachtrijtheorie, analyse en besturing van computer- en communicatienetwerken, flexibele produktiesystemen, risico- en betrouwbaarheidsanalyse;
 - *speltheorie*: oplossingsbegrippen voor coöperatieve spelen, axiomatische onderhandelings-theorie;
2. systeem- en regeltheorie:
 - *realisatie en systeemidentificatie*: stochastische realisatie, systeemidentificatie van multivariabele systemen, benaderende realisaties;
 - *regeltheorie*: meetkundige benadering van lineaire systemen, robuustheid, regelsystemen op variëteiten, regelproblemen voor niet-lineaire systemen, adaptief regelen, gedecentraliseerde besturing, dynamische spel- en teamproblemen;
 - *filtertheorie*: eindig-dimensionale filters voor niet-lineaire systemen, adaptief filteren, filteren met puntproceswaarnemingen.

De bovengenoemde thema's sluiten aan bij internationale ontwikkelingen.

De WGM beoogt de volgende nieuwe of recent actueel geworden gebieden te stimuleren:

- *combinatorische optimalisering*: vooral gemotiveerd door de toepassing op de automatisering van produktie- en distributieprocessen en de informatica;
- *analyse en besturing van computer- en telecommunicatienetwerken*: hier valt een toenemend gebruik van netwerken en achterblijvend onderzoek te constateren;

- *flexibele produktiesystemen*;
- *systeemidentificatie van lineaire multivariabele systemen en stochastische realisatie*: gemotiveerd door een toenemende behoefte aan wiskundige modellen en automatische regeling van technische processen;
- *besturing van niet-lineaire systemen*: van belang bij de besturing van mechanische systemen (robots, satellieten);
- *gedecentraliseerde besturing*: van toepassing in computers, elektriciteitsnetwerken en chemische procesinstallaties.

Voor wat betreft de reëeltallige programmering, de Markov-beslissingsprocessen, wachtrijtheorie, speltheorie, regeling van lineaire systemen, stochastische filtertheorie en adaptieve regeltheorie, is bevordering van het wetenschappelijk onderzoek van belang. Overigens moeten ook steeds andere originele onderzoeksprojecten kunnen worden gehonoreerd.

Lopend onderzoek

- Stochastische wandelingen en wachttijdmodellen (prof.dr.ir. J.W. Cohen, RU Utrecht)
- Meetkundige aspecten van oneindig-dimensionale systemen (prof.dr. R.F. Curtain, RU Groningen)
- Polyhedrale en polynomiale methoden in de combinatorische optimalisering (prof.dr. A. Schrijver, KH Tilburg)
- Singuliere en singulier-gestoorte optimale-besturings-problemen (prof.dr.ir. M.L.J. Hautus, TH Eindhoven)
- Structurele eigenschappen van stochastische spelen en hun toepassingsmogelijkheden (dr. S.H. Tijs, KU Nijmegen)
- Methoden voor niet-lineaire geheeltallige optimalisatie (dr. G. van der Hoek, EU Rotterdam)

WGM DISCRETE WISKUNDE

Op sommige deelgebieden van de discrete wiskunde is in de laatste jaren spectaculaire vooruitgang geboekt. Men kan hierbij denken aan:

- de classificatie van eindige enkelvoudige groepen;
- de constructie van codes beter dan de 'Gilbert bound';
- de basis reductie-algoritme voor roosters;
- het kraken van cryptosystemen gebaseerd op de 'knapzak'.

Veel Nederlands onderzoek is direct gerelateerd aan deze nieuwe ontwikkelingen en is veelal internationaal erkend als zijnde van hoge kwaliteit. De WGM ziet vooralsnog weinig aanleiding om hier sterk sturend op te treden. Wel wordt uitbreiding van lopend onderzoek gestimuleerd op het gebied van de combinatorische optimalisering.

Het beleid is er tevens op gericht de reeds bestaande vruchtbare samenwerking tussen de Nederlandse en de Belgische onderzoekers op het terrein van de discrete wiskunde te ondersteunen en te versterken.

Lopend onderzoek

- Grenzen en constructies voor codes (prof.dr. J.H. van Lint, TH Eindhoven)

WGM ANALYSE

In het hoofdstuk 'Algemeen beleid' is vrij uitgebreid ingegaan op aandachtsgebieden van onderzoek binnen de 'algemene wiskunde', waartoe de analyse wordt gerekend. Duidelijk komt hieruit de omvang naar voren van het door de WGM bestreken terrein. Gezien deze observatie, de in het vakgebied bestaande onderzoeksstructuur in Nederland en de betrekkelijk geringe omvang van het door de SMC gesubsidieerde projectonderzoek op dit gebied, is het moeilijk binnen de WGM een

objectieve basis te vinden voor een zelfstandige prioriteitstelling die zou kunnen leiden tot een inhoudelijke, programmatische planning van het projectonderzoek in de analyse binnen de SMC. Dit onderzoek is vooral aanvullend en ondersteunend t.o.v. de onderzoeksprogramma's van de universiteiten en het CWI.

Bij het beoordelen van projectvoorstellen speelt het innovatief element een zeer belangrijke rol. Hierbij dient echter naast de Scylla van het voortborduren op reeds afgewerkte thema's, ook de Charybdis van het najagen van de laatste internationale mode te worden vermeden.

De Stichting streeft ernaar het aantal nieuwe analyseprojecten per jaar op te voeren tot vijf in 1990. Reeds nu moet worden geconstateerd dat een achterstand dreigt in dit streven.

Lopend onderzoek

- Formele en asymptotische eigenschappen van analytische differentievergelijkingen (prof.dr. M. van der Put en prof.dr. B.L.J. Braaksma, RU Groningen)
- Analyse op Lie-groepen (prof.dr. G. van Dijk, RU Leiden)
- Spectraalanalyse van Wiener-Hopf-integraalvergelijkingen met operatorwaardige kernen en operatormatrices in Toeplitz-vorm (prof.dr. M.A. Kaashoek, dr. H. Bart en prof.dr. I. Gohberg, VU Amsterdam)
- Analytische functies van meer veranderlijken (prof.dr. J. Korevaar, Universiteit van Amsterdam)
- Invariante tori in dynamische systemen (prof.dr. B.L.J. Braaksma, RU Groningen)
- Asymptotische methoden voor de analyse van singuliere storingen in dynamische systemen (prof.dr.ir. W. Eckhaus en dr. A. van Harten, RU Utrecht)
- Functionaalanalyse en optimaliseringsproblemen in de hydrodynamica van de voortstuwing (prof.dr. J.A. Sparenberg, RU Groningen)
- Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen (dr. J.A. Sanders en dr. F. Verhulst, VU Amsterdam)
- Semi-lineaire, elliptische eigenwaardeproblemen (prof.dr. Ph. Clément, TH Delft)
- Asymptotische analyse van resonantie beschreven door niet-lineaire tweede orde hyperbolische differentiaalvergelijkingen (dr.ir. A.H.P. van der Burgh en prof.dr.ir. J.W. Reijn, TH Delft)
- Asymptotische analyse van stromingsgeïnduceerde trillingen (dr.ir. A.M.P. van der Burgh en prof.dr.ir. J.W. Reijn, TH Delft)

LSV ALGEBRA EN MEETKUNDE

De onderzoeksactiviteiten binnen het LSV richten zich vooral op de getaltheorie en de algebraïsche en analytische meetkunde.

Het LSV meent dat bij de beoordeling van projectvoorstellen op het gebied van de algebra en meetkunde de inhoudelijke kwaliteiten doorslaggevend moeten zijn. Er wordt geconstateerd dat de ervaringen met grote projecten erg goed zijn. Nu de projecten *Moduli* en *Singulariteiten* ten einde lopen wordt dan ook overwogen of in de naaste toekomst één of meer nieuwe grote projecten moeten worden geïnitieerd.

Aandachtsgebieden

De voornaamste Nederlandse onderzoeksactiviteiten in de algebra en meetkunde betreffen:

- de getaltheorie, voornamelijk de algebraïsche getaltheorie, de diophantiek en de getaltheorie van een algoritmisch karakter;
- de algebraïsche en analytische meetkunde, met name bijzondere variëteiten, ontappingsen en singulariteiten, De Rham-achtige cohomologieën en aritmetisch-algebraïsche meetkunde;
- groepen en algebra's, waaronder algebraïsche en formele groepen, groepentheorie en algebraïsche K-theorie;
- meetkunde en topologie, waaronder differentiaaltopologie en algebraïsche topologie, differentiaalmeetkunde, meetkundige topologie, algemene topologie, verzamelingstopologie en topologische algebra.

Op het gebied van de algebraïsche en analytische meetkunde is er op dit moment, voor wat betreft het door ZWO gesubsidieerde onderzoek, binnen het LSV sprake van twee zwaartepunten:

- *Singulariteiten*: onderzoek naar ontandingen en singulariteiten en naar De Rham-achtige cohomologieën (gemengde Hodge-structuren, periode-afbeeldingen, kristallijne cohomologie, D-modulen). Veel van dit onderzoek in Nederland, dat internationaal goed staat aangeschreven, vindt plaats binnen het kader van het door de SMC gesteunde landelijk project.
- *Moduli*: onderzoek naar bijzondere variëteiten (krommen, oppervlakken, drievouden, abelse variëteiten e.d.) en op het gebied van de aritmetisch-algebraïsche meetkunde. Ook dit onderzoek speelt internationaal een belangrijke rol en is voor een belangrijk deel samengebracht binnen het door de SMC gesteunde project met dezelfde naam.

Lopend onderzoek

- Moduli (dr. C.A.M. Peters, RU Leiden; dr. G.B.M. van der Geer, Universiteit van Amsterdam; prof.dr. F. Oort, RU Utrecht)
- Singulariteiten (prof.dr. J.H.M. Steenbrink, RU Leiden; prof.dr. E.J.N. Looijenga, KU Nijmegen; prof.dr. D. Siersma, RU Utrecht)
- Diophantische approximatie (prof.dr. R. Tijdeman, RU Leiden)
- Primaliteitstests (prof.dr. H.W. Lenstra jr. en dr. P. van Emde Boas, Universiteit van Amsterdam)
- Differentiaalvergelijkingen en formele groepen (prof.dr. M. van der Put, RU Groningen; prof.dr. B. Ditters, VU Amsterdam)

LSV LOGICA EN GRONDSLAGEN VAN DE WISKUNDE

Aandachtsgebieden

Het onderzoek binnen het LSV betreft de volgende gebieden:

- intuïtionisme, constructieve wiskunde;
- combinatorische logica, lambda calculus;
- intensionele logica's;
- verzamelingenleer, modeltheorie.

Als zwaartepunten van het onderzoek worden de eerste twee onderwerpen gezien. Het Nederlandse onderzoek op dit gebied speelt internationaal een vooraanstaande rol. Naast de traditionele richtingen in het intuïtionisme is er in het laatste decennium een nieuwe richting ontstaan. Deze komt voort uit een wederzijdse stimulering tussen intuïtionisme en categorietheorie: Een topos (ingevoerd door Grothendieck) is in feite een universum voor intuïtionistische hogere orde verzamelingenleer. Een aantal constructies van Grothendieck kunnen dan ook verkregen worden als interpretaties van intuïtionistische bewijzen. Het is de bedoeling aan het lopende project een vervolproject toe te voegen.

Het onderzoek in de combinatorische logica staat momenteel sterk in de belangstelling, omdat het onderwerp de basis vormt voor een nieuw te ontwikkelen computer, een zogenaamde reductiemachine. Met steun van het Ministerie van O & W, in het kader van het ISP, wordt een interuniversitair project *Parallele reductiemachines* uitgevoerd.

Het is waarschijnlijk dat ook de intensionele logica's in belang zullen toenemen i.v.m. raakvlakken met theoretische informatica en linguïstiek.

Lopend onderzoek

- Intuïtionistische metamathematica en toepassingen (prof.dr. A.S. Troelstra, Universiteit van Amsterdam; prof.dr. D. van Dalen, RU Utrecht)

LSV I.O. MATHEMATISCHE FYSICA

In maart 1983 hebben enige fysici en wiskundigen het initiatief genomen tot de vorming van een samenwerkingsverband op het interdisciplinaire gebied tussen theoretische natuurkunde en wiskunde. Ter realisering hiervan zijn contacten gelegd met de Stichting FOM en de SMC teneinde een ondersteuning van beide stichtingen te verkrijgen. Beide stichtingen hebben zich in principe tot ondersteuning bereid verklaard.

De naam Mathematische Fysica is gekozen in overeenstemming met de terminologie van de International Association of Mathematical Physics (IAMP). Het centrale thema van onderzoek betreft de mathematische structuur van natuurkundige theorieën. Beoefenaren van dit vakgebied zijn wiskundigen en theoretisch natuurkundigen, die proberen enerzijds reeds bestaande doch vaak gebrekkig geformuleerde natuurkundige theorieën wiskundig te onderbouwen en anderzijds uit de structuur van natuurkundige theorieën ideeën op te doen voor nieuwe ontwikkelingen in de wiskunde.

Hoewel het erg moeilijk is een nauwkeurige afbakening van dit vakgebied aan te geven, zal één van de criteria moeten zijn de onderlinge wisselwerking van wiskunde en natuurkunde op niet-triviaal niveau. Voorbeelden van onderzoeksgebieden waar die interactie wederzijds vruchten afwerpt, zijn ijktheorieën en vezelbundels, supersymmetrie en Lie-groepen, oneindige quantumsystemen en operatoralgebra's, solitonen en differentiaalmeetkunde, incommensurabele kristallen en groepentheorie, quantumvelden en stochastische processen.

Het gaat hier om onderzoek dat zowel bijdraagt tot de wiskunde als tot de natuurkunde en technische wetenschappen.

Geconstateerd kan worden dat in Nederland m.b.t. dit interdisciplinair gebied enige achterstand bestaat die extra stimulering wenselijk maakt. De stichtingen MC en FOM hebben het voornemen onderzoek op het gebied van het LSV te ondersteunen m.i.v. 1986.

Regroting gewone dienst 1986 van het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI)

	nulscenario	middenscenario
	-----	-----
INKOMSTEN		
I. Subsidies en andere bijdragen		
ZWO gewoon subsidie	11780	12525
Speciaal Programma Informatica	145	145
Bijdrage landelijke bureau- taken SMC	145	145
Informatica Stimuleringsplan (INSP)	2300	2300
Stichting Technische weten- schappen SIW	30	30
Gemeente Amsterdam	18	18
w.v. rente en aflossing RPS	18	18
Totaal Gemeente Amsterdam	0	0
Vrije Universiteit	75	75
Commissie Europese Gemeenschappen (ESPRIT/Ada)	1100	1100
	-----	-----
	15575	16320
	-----	-----
II. Opdrachten en machine-uren- vergoeding (incl. bedrijfskurs.)	1600	1600
III. Kursussen (algemeen)	100	100
IV. Verkoop publikaties	180	180
V. Overige inkomsten en baten	400	400
Tellingen	-----	-----
	17855	18600
	=====	=====

Begroting gewone dienst 1986 van het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI)

nulscenario middenscenario

UITGAVEN

I. Personele kosten

1. Salarissen	9630	10175
2. Overige salarieringscomponenten	2675	2825
3. Adviseurs	150	150
4. Reis- en verblijfskosten	400	450
5. Kosten losse medewerkers	300	300
Totale personele kosten	13155	13900

II. Materiële kosten

7. Onderhoud rekenapp. & acc.	300	300
8. Hulpmaterialen rekenapp.	100	100
9. Technische app. & voorz.	50	50
10. Kantoorautomatisering	100	100
11. Huisvestingskosten	350	350
12. Inventaris en onderhoud	75	75
13. Verwarming, verlichting, water en energie	200	200
14. Verzekeringen	30	30
15. Bureaunkosten	225	225
16. Ingekochte diensten PTT	275	275
17. Accountantskosten	60	60
18. Algemene kosten	175	175
19. Aanschaffingen bibliotheek	425	425
20. Omzetbelasting	35	35
Totale materiële kosten	2400	2400

III. Diversen

21. Buitenlandse bezoekers (via vertrouwenscommissie W.G.)	100	100
22. Bijdrage gemeenschappelijke voorzieningen W&W	250	250
23. Bijdrage in exploitatie SAMA	1950	1950
Batig saldo		
Tellingen	17855	18600

Personeelsbezetting

Aantal fte per 31-12-1986 tevens gemiddelde

~~192,7~~ ~~202,7~~
175,3 165,3

Toelichting begroting gewone dienst 1986 van het CWI

1. INKOMSTEN

- Subsidies:

Naast het regulier subsidie verstrekt ZWO ook in 1986 een bijdrage ten laste van het Speciaal Programma Informatica (PPI) voor de financiering van de personele kosten van wetenschappelijk personeel ter grootte van 2 fte.

Het INSP-subsidie komt overeen met het voor 1986 in het CWI-ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek opgevoerde bedrag. De Stichting voor Technische Wetenschappen vergoedt de personele lasten van 1 fte gedurende het eerste halfjaar 1986.

Het voor de Vrije Universiteit opgenomen subsidiebedrag is gebaseerd op de veronderstelling dat de voor 1985 geldende regeling ook in 1986 zal worden gecontinueerd.

Van de Commissie Europese Gemeenschappen worden bijdragen ontvangen voor een vijftal toegewezen projecten en een nagenoeg zeker toegewezen project. De hiervoor benodigde inzet van wetenschappelijk personeel bedraagt circa 11 fte.

- Opdrachten- en machine-uren-vergoedingen:

Deze post, die vrij hoog is geraamd, moet als taakstellend worden gezien. Zonder extra inspanning op acquisitiegebied zal deze post naar verwachting 500 kf lager uitvallen.

- Cursussen (algemeen):

Het begrote bedrag is gebaseerd op de verzorging van een vier- tot zestal cursussen, waaronder twee tot vier PAO-cursussen.

- Verkoop publikaties:

Hierin wordt geen belangrijke wijziging t.o.v. vorige jaren voorzien.

- Overige inkomsten:

Hiertoe behoren opbrengsten uit licenties voor GKS, publikatieroyalties, fototypesetting, advertenties, verkoop/verhuur van programmatuur, reproductie voor derden en vergoeding voor de verzorging van secretariaten.

2. UITGAVEN

- **Personeelskosten:**
Peildatum salarissen: 1 juni 1985.
De opslag voor sociale lasten, begrepen in de post Overige salarieringscomponenten, is gebaseerd op de voor 1985 geldende premiepercentages en premiegrenzen. Als percentage afdracht premie ABP is aangehouden het in de beleidsbegroting 1986 (Cur 2515) gehanteerde percentage van 16.9.
De ten laste van het regulier ZWO-subsidie begrote personeelsbezetting is in de nullijn situatie constant en gebaseerd op het niveau van 31 december 1985. Dit betekent dat door natuurlijk verloop ontstane vakatures worden opgevuld.

- **Materiële kosten:**
Het totaal bedrag van de voor 1986 geraamde uitgaven is gelijk gebleven aan het in de beleidsbegroting 1986 opgegeven bedrag. Waar nodig zijn een aantal uitgavenposten herzien zonder gevolgen voor het totaal der uitgaven.

- **Diversen:**
De post Bijdrage in exploitatie van SARA is gebaseerd op een recent van SARA ontvangen exploitatiebegroting 1986. Daarin wordt een t.o.v. de beleidsbegroting 1986 150 kf hogere bijdrage in de exploitatie van de basismachine gevraagd, voornamelijk veroorzaakt door het oplossen van knelpunten in de personeelsformatie. In het begrote bedrag zijn niet begrepen de aan SARA verschuldige bijdrage uit hoofde van het gebruik van de CYBER 205/825 supercomputer en de IBM-apparatuur met FAS door ZWO, FOM en CWI. Hiervoor zullen afzonderlijke aanvragen worden ingediend bij ZWO.