

nr.32, maart 1995

Het Nummer

**Nieuwsbrief van de
Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde**

redactie: B. Koren, P. Wesseling, P.M. de Zeeuw

Het Nummer

Nieuwsbrief van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde (WNW), verzorgd door de Stichting Mathematisch Centrum.

Redactie:	B. Koren P. Wesseling P.M. de Zeeuw	CWI TUD CWI
Redaktiesecretariaat en ledenadministratie:	Mw. S. Panka - van der Wolff tel: 020-5924189 fax: 020-5924199 e-mail: simone@cw.nl	CWI
Correspondenten:	R.H. Bisseling M.J.A. Borsboom E.F.F. Botta R. de Bruin J.C.M. Dijkzeul J.C.H. van Eijkeren M. de Gee R.H.J. Gmelig Meyling J.A. van de Griend W. Hoffmann R. van der Hout J.K.M. Jansen A. Kattenberg H.T.M. van der Maarel P.H. Michielse J. Molenaar G. Mur A.C.B. den Ouden M.H.C. Paardekooper B.J.W. Polman W.H.A. Schilders H. Schippers A. van der Steen R.J. Stroeker Th.L. van Stijn C.R. Traas M. van Veldhuizen T.M.M. Verheggen J.G. Verwer C.B. Vreugdenhil P. Wesseling L. Wuytack	UU WL(a)+WL(b) RUG RUG-RC EDS ICIM RIVM LUW KSEPL RUL UvA AKZO TUE KNMI MARIN CONVEX TUE-IWDE TUD-EL ECN KUB KUN PhNL+PhMS NLR(a)+NLR(b) ACCU EUR RWS/RIKZ UT VUA KSLA CWI IMAU TUD UIA

Werkgemeenschapscommissie:	P. Wesseling (voorzitter)	TUD
	B. Koren (secretaris)	CWI
	A.O.H. Axelsson	KUN
	J.W. Boerstoe	NLR(b)
	Th.J. Dekker	UvA
	J. de Groot	(5)
	P.W. Hemker	CWI/UvA
	P.J. van der Houwen	CWI/UvA
	R.M.M. Mattheij	TUE
	M.H.C. Paardekooper	KUB
	A. van der Sluis	UU
	M.N. Spijker	RUL
	C.R. Traas	UT
	M. van Veldhuizen	VUA
	A.E.P. Veldman	RUG
	H.A. van der Vorst	UU

WNW mailing list: wnw-list@cw.nl

Ten geleide

Voor praktisch alle informatie die wij vermelden zijn wij afhankelijk van de correspondenten in de verschillende instituten. Daarom willen wij allen die ons met het verzamelen van de gegevens geholpen hebben en ieder die aan de technische realisatie heeft meegewerkt, daarvoor bedanken.

Een ieder die e-mail wil versturen aan alle WNW-leden met een e-mail adres, kan dat zelf direct doen via het adres: wnw-list@cw.nl.

De redactie.

Inhoud

1	Verslagen uit de Werkgemeenschap	5
1.1	Notulen van de Werkgemeenschapscommissie-vergadering, gehouden op 26 september 1994, Conferentiecentrum Woudschoten (B.P. Sommeijer)	5
1.1.1	Opening	5
1.1.2	Mededelingen	5
1.1.3	Samenstelling Werkgemeenschapscommissie	6
1.1.4	Bespreking continueringsaanvragen 1995	6
1.1.5	Nederlands Mathematisch Congres 1995 te Groningen	6
1.1.6	Sluiting	6
1.2	Notulen van de Woudschotencommissie-vergadering, gehouden op 26 september 1994, Conferentiecentrum Woudschoten (J. Kok)	6
1.2.1	Opening	7
1.2.2	Overdracht voorzitterschap	7
1.2.3	Opzet van conferentie volgend jaar	7
1.2.4	Onderwerpen 1995	7
1.2.5	Data / lokatie conferentie 1995	8
1.2.6	Rondvraag	8
1.2.7	Sluiting	8
1.3	Impressie van de "19 ^e Conferentie Numerieke Wiskunde" (J.J.B. de Swart)	8
1.4	Verslag "19 ^e Conferentie Numerieke Wiskunde", thema "Various aspects of High Performance Computing and Networking" (M.B. van Gijzen)	12
1.5	Impressie van "ECCOMAS 94" (R.W.C.P. Verstappen)	14
1.6	Symposium t.g.v. de 100 ^e verjaardag van Dirk Struik (W.J.H. Stortelder)	16
1.7	Verslag van de officiële ingebruikname van de nieuwe PowerXplorer (W. Hoffmann)	18
1.8	"Oberwolfach-bijeenkomst Eindige Volume Methoden" (J. Molenaar, TUD)	20
1.9	Verslag van de "40 ^{ste} bijeenkomst Kontaktgroep Numerieke Stromingsleer" (P.M. de Zeeuw)	22
1.10	Verslag van het derde symposium van het Utrechts centrum voor Computational Science "Parallel computing applications: a path towards the future" (R.H. Bisseling)	25
1.11	11-th GAMM-Seminar Kiel, 20 tot 22 januari 1995, "Numerical treatment of Coupled Systems" (C. Vuik)	29
1.12	Symposium t.g.v. het 25-jarig SMC-jubileum van P.W. Hemker (M. van Loon en W.J.H. Stortelder)	31

2	Publikaties	35
2.1	Rapporten	35
2.2	Proceedings en boekbijdragen	38
2.3	Tijdschriftartikelen	43
2.4	Proefschriften en boeken	46
3	Promoties	52
4	Onderzoeksprojecten	53
5	Bijeenkomsten	59
6	Buitenlands bezoek	62
6.1	Recente en komende buitenlandse bezoekers	62
6.2	Recente en komende buitenlandse verblijven	63
7	Ledeninformatie	64
7.1	Mutaties	64
7.2	Ledenlijst	66
8	Adressen	71
8.1	Instituten en bedrijven	71
8.2	Overigen	74

1 Verslagen uit de Werkgemeenschap

1.1 Notulen van de Werkgemeenschapscommissie-vergadering, gehouden op 26 september 1994, Conferentiecentrum Woudschoten (B.P. Sommeijer)

Aanwezig: J.W. Boerstool, Th.J. Dekker, J. de Groot, P.J. van der Houwen, R.M.M. Mattheij, M.H.C. Paardekooper, B.P. Sommeijer (secretaris), M.N. Spijker, C.R. Traas, M. van Veldhuizen, A.E.P. Veldman, P. Wesseling (voorzitter).

Afwezig met bericht van verhindering: A.O.H. Axelsson, P.W. Hemker, B. Koren, A. van der Sluis, H.A. van der Vorst.

1.1.1 Opening

20.00 u: De voorzitter opent de vergadering en heet de aanwezigen welkom.

1.1.2 Mededelingen

De voorzitter deelt mee dat de Werkgemeenschap niet meer adviseert over nieuwe subsidieaanvragen bij NWO en dat de Wetenschapscommissie van de Stichting Mathematisch Centrum is omgezet in een Wetenschappelijke Raad. Met ingang van 15 november 1994 zal Wesseling ook lid zijn van de Wetenschappelijke Raad. De Raad zal dan bestaan uit Van Dijk, Looyenga, Schrijver, De Smit en Wesseling. Het plan is dat er één keer per jaar contact zal zijn tussen de Wetenschappelijke Raad en de Werkgemeenschapscommissie. Van der Houwen onderstreept het belang van deze ontmoeting en de voorzitter nodigt de Werkgemeenschapscommissie uit om initiatieven te ondernemen. Gedacht moet hierbij worden aan voorstellen voor onderzoeksprojecten. De Wetenschappelijke Raad zal adviseren omtrent bestedingen voor onderzoeksprogramma's en het Curatorium van de Stichting Mathematisch Centrum zal hierover beslissen. Een voorbeeld van zo'n onderzoeksprogramma is het High Performance Computing prioriteitenprogramma, een programma waarvoor 10 miljoen gulden beschikbaar is, waarvan 4 miljoen te besteden aan apparatuur. Aanvragen met steun van industrie of een grote technologische instelling (TNO, WL, NLR, MARIN, ...) hebben een grotere kans van slagen. De leden van de Werkgemeenschapscommissie melden dat het onvoldoende duidelijk is welke wegen bewandeld dienen te worden om subsidies voor onderzoek te verkrijgen. De voorzitter zal daarom bij Aspers (Bureau Stichting Mathematisch Centrum) informeren welke stukken naar wie gestuurd moeten worden.

Er wordt aandacht gevraagd voor problemen samenhangend met de wachtgeldregeling voor aio's en oio's. Promovendi dienen jong genoeg te zijn bij hun aanstelling, dienen tijdig te solliciteren tijdens de afronding van hun promotieonderzoek, en dienen hun proefschrift op tijd af te hebben.

1.1.3 Samenstelling Werkgemeenschapscommissie

In het huishoudelijk reglement van de Stichting Mathematisch Centrum (onder punt VI.6) staat aangegeven dat iedere landelijke werkgemeenschap een bestuur van maximaal zeven leden dient te hebben. De Werkgemeenschapscommissie van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde is te groot om als bestuur te fungeren. Voorgesteld wordt om de Werkgemeenschapscommissie in stand te houden en een Werkgemeenschapsbestuur te benoemen dat bestaat uit de voorzitter, de secretaris en de Woudschotencommissie. Voor wat betreft de Werkgemeenschapscommissie vervalt het huidige algoritme van aftreden, de commissie blijft permanent aan.

1.1.4 Bespreking continueringaanvragen 1995

De commissie is unaniem van mening dat de drie NWO-projecten waarvoor continueringaanvragen voor 1995 zijn ontvangen¹, naar behoren verlopen en normaal gecontinueerd dienen te worden.

1.1.5 Nederlands Mathematisch Congres 1995 te Groningen

Als thema voor een minisymposium op het gebied van de numerieke wiskunde is een voorstel binnengekomen van De Groot. Het thema is Massaal Parallel Rekenen. De Groot wil aansluiting bij het hiervoor genoemde prioriteitenprogramma en denkt naast toepassingen in de numerieke stromingsleer ook aan toepassingen op elektromagnetische problemen.

De uit te nodigen hoofdspreker zou een inleidende voordracht over Massaal Parallel Rekenen kunnen geven. Verder wordt gedacht aan vijf zichzelf aanmeldende sprekers.

1.1.6 Sluiting

± 22.00 u: De voorzitter sluit de vergadering.

1.2 Notulen van de Woudschotencommissie-vergadering, gehouden op 26 september 1994, Conferentiecentrum Woudschoten (J. Kok)

Aanwezig:

J.W. Boerstoel, Th.J. Dekker, J. de Groot, P.J. van der Houwen, J. Kok, R.M.M. Mattheij, M.H.C. Paardekooper, B.P. Sommeijer, M.N. Spijker, C.R. Traas, A.E.P. Veldman, P. Wesseling.

¹nr. 611-302-021. Reken- en communicatiecomplexiteit voor preconditioneringsmethoden (Axelsson/Neytcheva).

nr. 611-302-024. Invariante discretiserings- en oplosmethoden voor de behoudswetten voor incompressibele stromingen (Wesseling/Zijlema).

nr. 611-302-025. Globale tijd-ruimte discretizatiemethoden (Axelsson/Lu).

Vorbereidingscommissie 1994:

Mattheij (voorz.), de Groot, van Veldhuizen, van der Vorst, Sommeijer (secr.)

1.2.1 Opening

Voorzitter Mattheij opent de vergadering en schetst de gang van zaken bij de organisatie van de conferentie 1994. Voor de beide thema's (Schaalbare algoritmen; DAEs) werden merendeels de in de eerste plaats voorgestelde deskundigen als spreker bereid gevonden. Pauzes: er is tevredenheid over het aangeven van de tijden voor discussie en pauzes in het programma, dit dient zo te blijven. Financiën: Sommeijer doet verslag van de financiële situatie. Hij verwacht dat de rekening voor de conferentie 1994 sluitend zal zijn, o.m. door streng beleid t.a.v. reisdeclaraties van sprekers, het hebben van een sponsor (voor fl. 500,-) en de toekenning tot een totaal van fl. 10.000,- van de bij de Wetenschappelijke Raad van de SMC aangevraagde subsidie.

1.2.2 Overdracht voorzitterschap

Mattheij draagt het voorzitterschap over aan (vice-voorzitter) De Groot. Deze bedankt de oude commissie voor het vele verzette werk en de geslaagde financiële ingrepen. De vergadering gaat akkoord met het voorstel om Veldman te benoemen tot vice-voorzitter van de voorbereidingscommissie voor de 1995-conferentie.

1.2.3 Opzet van conferentie volgend jaar

Er wordt gediscussieerd over de opzet van de jaarlijkse conferenties n.a.v. een voorstel om o.m. 'mini-symposia' te houden, waarbij onderwerpen aan de orde zouden kunnen komen waar men in Nederland niet mee bezig is maar wel zou moeten zijn. In de discussie wordt als oorspronkelijk doel van de conferenties genoemd: 1e. de onderlinge contacten tussen Nederlandse numerici, 2e. op de hoogte komen van nieuwe ontwikkelingen in het vakgebied. Besproken wordt of de conferenties hieraan nog beantwoorden. Eventueel zou het karakter van de eerste, inleidende voordracht van elke spreker veranderd kunnen worden, en ook de vertrouwde lokatie wordt ter discussie gesteld. Geconcludeerd wordt dat de commissie sprekers aanzoekt die één of twee specialistische voordrachten houden, terwijl tevens naar alternatieven voor de lokatie wordt gezocht.

1.2.4 Onderwerpen 1995

De voorzitter noemt van de vorige vergadering de volgende onderwerpen: boundary element methoden; chaotisch gedrag in weersvoorspelling; turbulentie modellering; niet-generieke software; visualisatie.

Tevens worden voorgesteld: pre-conditionering; high-performance computing en domein-decompositie; h-p-methoden; optimalisatie; domeindecompositie i.s.m. iteratieve methoden voor lineaire vergelijkingen (hiervoor worden

genoemd: Axelsson, Widlund, Tony Chan, Quarteroni); kleinste kwadraten in relatie tot (medische) beeldanalyse (genoemd worden: Björk, van der Sluis, Stewart, van Huffel, van der Vorst, Marcel van Dijk); problemen uit de geofysica, dynamische systemen, turbulentie, wervels, numerieke methoden voor lange-termijn-oplossingen.

Na discussie over de genoemde onderwerpen stelt de voorzitter de volgende thema's voor:

Thema 1: domein decompositie, met speciale aandacht voor iteratieve methoden,

Thema 2: lange-termijn benaderingen voor dynamische systemen.

De vergadering stemt hiermee in. Besloten wordt voor Thema 1 Van der Vorst als lid van de voorbereidingscommissie aan te zoeken en voor Thema 2 Mattheij als lid aan de voorbereidingscommissie toe te voegen.

1.2.5 Data / lokatie conferentie 1995

De volgende conferentie wordt gehouden op 25, 26 en 27 september 1995, voor de lokatie wordt onderzocht of er alternatieven zijn voor Woudschoten.

1.2.6 Rondvraag

Wesseling meldt dat met het aantreden van de nieuwe voorbereidingscommissie Kok Sommeijer opvolgt als secretaris van de voorbereidingscommissie. Wesseling stelt voor Sommeijer te danken voor de voortreffelijke wijze waarop hij de afgelopen vier jaar de Woudschotenconferenties georganiseerd heeft, wat met applaus ondersteund wordt.

Sommeijer stelt voor dat t.b.v. Het Nummer een groepsfoto van de conferentiegangers wordt gemaakt (zie blz. 10 en 11).

1.2.7 Sluiting

Daar niets meer aan de orde is sluit de voorzitter de vergadering.

1.3 Impressie van de "19^e Conferentie Numerieke Wiskunde" (J.J.B. de Swart)

De conferentie van numeriek wiskundigen werd dit jaar voor de 19^e keer gehouden. Van 26 tot en met 28 september 1994 kwamen de 66 deelnemers bijeen in het conferentieoord Woudschoten te Zeist.

De thema's waren dit jaar

1. Diverse aspecten van HPCN
2. Differentiaal-Algebraïsche vergelijkingen.

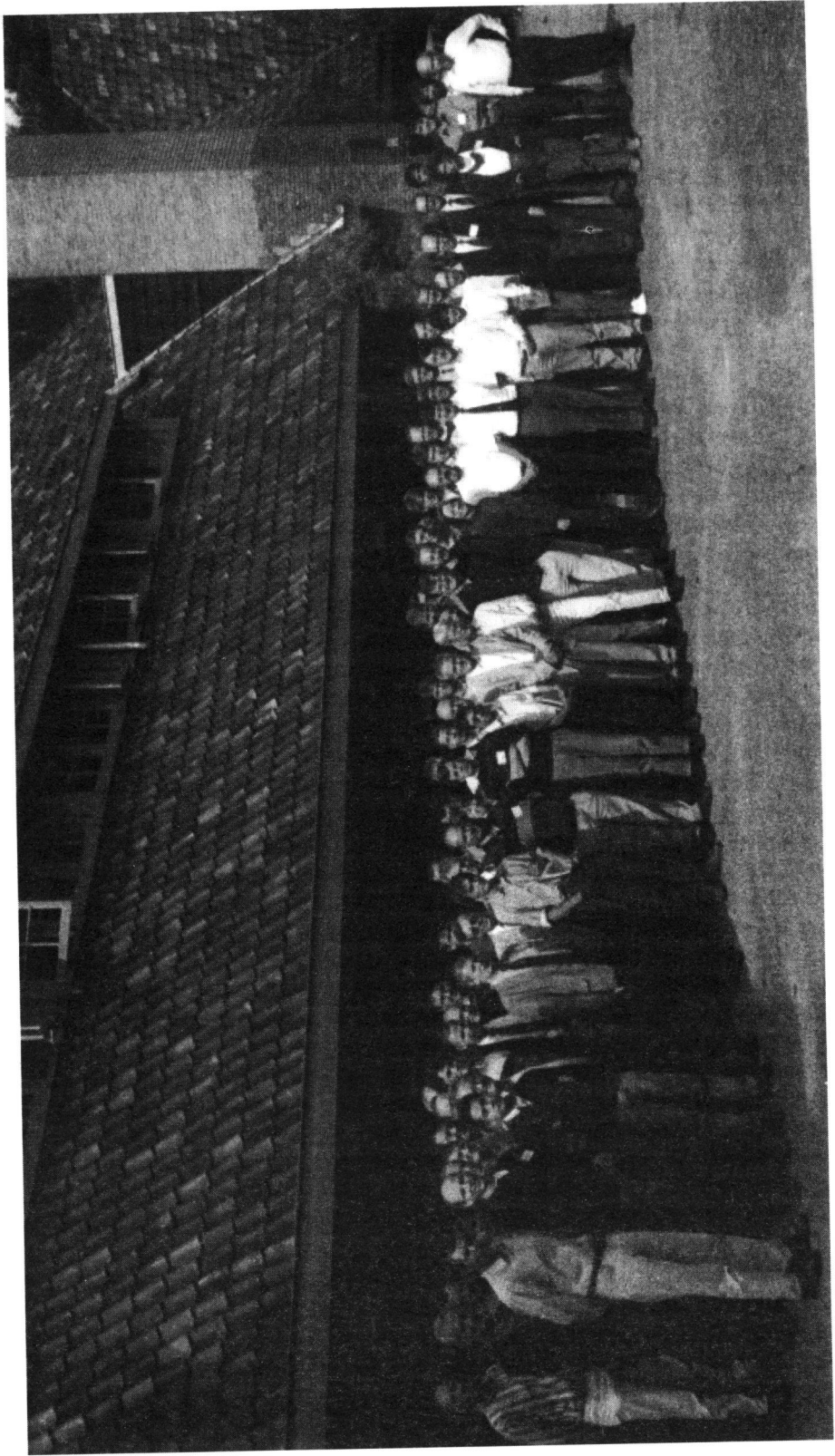
Voor het eerste thema waren vier sprekers uitgenodigd: W. Joppich (GMD, Duitsland), D.E. Keyes (ICASE, VS), S. Vandewalle (Caltech, VS) en H.A.G. Wijshoff (Universiteit van Leiden). Voor het tweede thema twee: C. Führer (DLR, Duitsland) en E. Hairer (Universiteit van Genève, Zwitserland).

Gelukkig hadden alle gasten de moeite genomen een uitgebreide abstract te schrijven voor het conferentieboekje. Gelukkig om twee redenen: ten eerste omdat de toehoorders zo in staat werden gesteld om ook bij de lezingen die niet direct op hun vakgebied lagen wel beslagen ten ijs te komen, ten tweede omdat het mij ontslaat van de plicht om van iedere lezing in dit verslag weer te geven waar het over ging.

Het is niet al te moeilijk om een onderwerp uit de moderne numerieke wiskunde in het kader van thema 1 te plaatsen. Daarom leverden de lezingen over het eerste thema een grote verscheidenheid op. De kleurige sheets van de heer Joppich gaven niet alleen een welvend beeld van het GMD met zijn uitgebreide computerfaciliteiten (hoewel een bepaalde computer, naar zijn zeggen, zelfs niet door het GMD aangeschaft kon worden), maar boden ook een kijkje in de keuken van de weersvoorspellingen. De heer Keyes had zoveel te vertellen dat naast zijn twee reguliere lezingen een extra lezing ingelast moest worden. De heer Vandewalle gaf onder meer een helder betoog over wave-form-relaxatie. Ook voor de gevallen waarin deze aanpak niet vanzelfsprekend werkt (toegepast op de warmtevergelijking is het convergentiegedrag zeer traag) kunnen met behulp van versnellingsstechnieken goede resultaten geboekt worden. De bijdragen van de heer Wijshoff (die 5 minuten voor aanvang van zijn lezing een conferentieganger vroeg: 'Ik wil ze iets over compilers vertellen, kan dat hier denk je?') waren zo levendig dat zijn stropdas tijdens de lezing een rotatie van 180° doormaakte (de das zat aanvankelijk goed). Een schat aan informatie over implementatiekwesities werd geboden. Dat zijn sheets deels in een hobbelende trein, deels tijdens zijn lezingen waren/werden geschreven maakte dan ook niet veel uit.

Het tweede thema was specialistischer van aard. De grote Hairer gaf in zijn eerste lezing een overzicht van methoden voor het oplossen van DAE's. Zijn tweede lezing ging over zijn nieuwste specialisme: lange-tijds integratie. De andere spreker voor dit thema, Führer, wist de behandeling van mechanische systemen 'allegaars' te houden met voorbeelden van boven-de-rails-zwevende treinen en op-ijs-rondtollende-autowielen. Terwijl Hairer de nadruk legde op het gebruik van Runge-Kutta methoden, prefereerde Führer lineaire meerstapsmethoden. Zouden hun afwijkende notaties voor plaats (waar Hairer de 'klassieke' q gebruikte, koos Führer de - mijns inziens meer inzichtelijke - p) een indicatie zijn van het verschil tussen deze twee werelden?

Dinsdagmiddag om 17.50 uur stond de vergadering van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde op het programma. De schrijver dezes, dit jaar voor het eerst van de partij in Woudschoten, dacht dat de vergadertijgers het roer nu over zouden nemen, zich niets aantrekkend van de soep die al koud aan het worden was. Deze vrees bleek ongegrond. In deze korte maar krachtige vergadering werd in no time een bestuur uit de grond gestampt.



De foto laat (volgens de redactie, *v.l.n.r.*) de volgende personen zien:

E. Hairer, J.W. Boerstoel, W. Hoffmann, J.J.B. de Swart, P.W.C. Vosbeek, P.A. Zegeling, W.J.H. Stortelder, J.G.L. Booten, W.M. Lioen, K.H. Tan, J. de Groot, *an.*, H.A.G. Wijshoff, M.B. van Gijzen, P.J. van der Houwen, J.K.M. Jansen, A.C. Berkenbosch, C.R. Traas, *an.*, R.M.M. Mattheij, Ph. Simons, Th.J. Dekker, *an.*, S.P. Spekreijse, M.E. Kramer, *an.*, Th.L. van Stijn, *an.*, J.A. van de Griend, W. Joppich, A.E.P. Veldman, D.R. Fokkema, J.F. Frankena, F.A.J. Straetemans, M.H.C. Paardekooper, E. Brakkee, *an.*, M. Zijlema, E.F. Kaasschieter, P. Smit, R.P. Stevenson, H. Bijl, M. Kooper, P. Wesseling, E.J. Spee, M.J.C. van de Wiel, D. Keyes, B.P. Sommeijer, J.G. Verwer, S. Vandewalle, J. Kok, M.G. Neytcheva, J.F.B.M. Kraaijevanger, M. van Veldhuizen, H.J.J. te Riele, M.N. Spijker, W.H. Hundsdorfer, M. Nool, K.J. in 't Hout, M.J.A. Borsboom, K. Dekker.

Foto: P.M. de Zeeuw.

Voor het stemmen had de voorzitter een nieuw systeem uitgedacht: dit ging per applaus en was slechts mogelijk bij acclamatie. Zo werd de conferentie ock op vergadergebied leerzaam en konden de kelen nog gesmeerd worden, voordat de soep uitgeserveerd werd.

Naarmate het einde van de conferentie dichterbij kwam, werd de vrees voor een lege zaal bij de laatste lezing groter. Te meer daar één van de twee premies die uitgereikt zouden worden na het bijwonen van de laatste lezing, te weten de onthulling van de twee conferentiethema's voor volgend jaar, per abuis al door de heer Keyes was weggegeven. Met de heer Wijshoff als laatste spreker had de organisatie een goede zet gedaan. Zijn lezingen zou ik na tien dagen conferentie nog het aanhoren waard vinden, omdat ze niet alleen interessant zijn, maar ook pure entertainment. Dat velen de eindstreep haalden, doet vermoeden dat ik niet de enige ben die er zo over denkt.

1.4 Verslag "19^e Conferentie Numerieke Wiskunde", thema "Various aspects of High Performance Computing and Networking" (M.B. van Gijzen)

Eén van de twee thema's van de Woudschoten Conferentie van dit jaar was "Various Aspects of High Performance Computing and Networking". Voor dit onderwerp waren vier sprekers uitgenodigd, namelijk: W. Joppich (GMD, Duitsland), D.E. Keyes (ICASE, USA), S. Vandewalle (Caltech, USA) en H.A.G. Wijshoff (Rijksuniversiteit Leiden, Nederland). Verder werden er bijdragen geleverd door E. Brakkee (TU Delft), M. Neytcheva (KU Nijmegen), J.J.B. de Swart (CWI Amsterdam) en K.H. Tan (Universiteit Utrecht/Waterloopkundig laboratorium).

De eerste voordracht werd verzorgd door dr. Keyes. Hij hield een inleiding over Newton-Krylov-Schwartz methoden. Deze methoden combineren een domeindecompositie met een Newtonmethode voor het oplossen van een stelsel van niet-lineaire vergelijkingen. De lineaire vergelijkingen die binnen het Newtonproces ontstaan worden opgelost met een Krylovmethode. Binnen deze aanpak kunnen natuurlijk vele verschillende keuzen van (combinaties van) methoden gemaakt worden. Dinsdagmiddag behandelde dr. Keyes in zijn tweede voordracht over dit onderwerp meer specifieke methoden. Hij ging met name dieper in op de Krylov-Schwartz methoden. Op het einde van dinsdagmiddag werden wij verblijd met een toegift van dr. Keyes. Hij hield een extra voordracht met als titel "A Simple Hyperbolic Model for Communication in Parallel Processing Environments". Ondertitel: alles wat je altijd al over ethernet wilde weten. In de voordracht werd een nieuw model voor de communicatiekosten in een parallelle rekenomgeving beschreven. Het model is gevalideerd op een ethernet netwerk van workstations.

Op maandagmiddag hield dr. Vandewalle een inleidende voordracht over Waveform Relaxation Methods. Hij behandelde drie technieken om de waveform iteratie te versnellen: Convolutie SOR, Waveform GMRES en Multigrid waveform relaxation. Aan de hand van voorbeelden van semi-gediscretiseerde

PDE's werd het effect van de drie technieken geïllustreerd. In zijn tweede voordracht sprak dr. Vandewalle over het oplossen van tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen op massief-parallele computers.

Dinsdagochtend startte met een zeer lichte voordracht van dr. Joppich over het belang van Scientific Computing. Hij concludeerde dat we grotere en snellere (parallele) computers nodig hebben. Het grootste knelpunt is op dit moment echter het gebrek aan efficiënte programmatuur voor massief-parallele computers. In zijn tweede voordracht ging dr. Joppich dieper in op een aantal toepassingen. Vooral middellange termijn weersvoorspelling kreeg ruime aandacht.

In zijn eerste voordracht sprak prof. Wijshoff over de problemen van ijle-matrixberekeningen. De programmatuur die voor deze berekeningen gebruikt wordt is, door het gebruik van gecompliceerde datastructuren, over het algemeen moeilijk te optimaliseren en moeilijk te onderhouden. De programmatuur bestaat meestal voor het overgrote deel uit opdrachten die alleen tot doel hebben de juiste data op de juiste plaats te krijgen. De spreker behandelde enige standaard code-optimalisatie technieken. De tweede voordracht van prof. Wijshoff was gewijd aan een interactieve compiler die op dit moment aan de RUL ontwikkeld wordt. De compiler krijgt een programma voor volle-matrixberekeningen aangeboden. Op basis van annotaties van de programmeur selecteert de compiler geschikte ijle datastructuren.

E. Brakkee sprak aan het einde van maandagmiddag over het werk dat aan de TU Delft wordt uitgevoerd op het gebied van parallele oplostechieken voor de incompressibele Navier-Stokesvergelijkingen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van clusters van werkstations. Met de technieken die gebruikt worden, GMRES gecombineerd met een domeindecompositie, worden redelijke versnelingen verkregen.

J. de Swart vertelde over zijn werk op het gebied van Runge-Kutta methoden. Een bevredigende convergentie van de door hem beschreven methoden wordt verkregen door het toepassen van gelijkheidstransformaties en preconditioneringstechnieken. De methoden zijn parallel "across the stages".

K. Tan sprak aansluitend aan de tweede voordracht van dr. Keyes ook over Krylov-Schwartz methoden. Hij behandelde een klasse van geoptimaliseerde blok-preconditioneringen. De geachte afgevaardigde van het WL schokte de zaal door voor te wenden niet te weten waar de Nieuwe Waterweg ligt.

M. Neytcheva behandelde numerieke algoritmen voor het oplossen van elliptische partiële differentiaalvergelijkingen. De algoritmen die zij besprak, bijvoorbeeld de Algebraic Multilevel Iteration, hebben optimale complexiteit en geven bovendien asymptotisch maximale versnelling op massief-parallele computers.

1.5 Impressie van "ECCOMAS 94" (R.W.C.P. Verstappen)

ECCOMAS (European Committee on Computational Methods in Applied Sciences) organiseert iedere twee jaar een Computational Fluid Dynamics conferentie. De eerste ECCOMAS conferentie werd twee jaar geleden gehouden in Brussel. Ditmaal was de Universiteit van Stuttgart de gastvrouw.

Stuttgart, 5 september 1994. Voor de registratie desk wordt fel gediscussieerd. De Dresdner Bank heeft van iedere overboeking van buiten Duitsland DM 25 ingehouden. Velen moeten DM 25 bijlappen. Het regent moppers. Roofbankiers.

J.L. Lions (Collège de France, Paris) bijt 't spits af. Op zijn eerste, handgeschreven, sheet staat "Can one control turbulence?". In Méditerranée-blauw. Zijn volgende sheet geeft uitsluitsel: "yes", staat er in roze. In een kleurrijk betoog wordt duidelijk dat "yes" bewezen kan worden voor 2D Euler en voor 2D Stokes, maar nog niet voor Navier-Stokes.

Daarna betreedt J. Warnatz (Uni Stuttgart) het podium. Hij begint zijn voordracht over "Simulation of reactive flows" als volgt: "I'll show you that the flow is the problem: solve the turbulence, then reactive flows are solved". Daarna schieten een viertal sheets vol chemische symbolen voorbij. Nochtans slechts een fractie van de chemie, grapt Warnatz. Hij reduceert zijn vier sheets tot een handvol chemische reacties, "the manifold of slow reactions" en eindigt met een probleem: the flow.

Na de lunch beginnen twee keer zes parallelle sessies. Voor de thee onder andere de sessie "Simulation of Turbulence"; na de thee de sessie "Boundary Layers and Transition 2". De laatste sessie is een voltreffer. Drie informatieve voordrachten, twee met video. De eerste video (Bestek e.a., Uni Stuttgart) handelt over transitie in een grenslaag, de tweede (Thumm e.a., Uni Stuttgart) over vortex shedding.

Stuttgart, 6 september 1994. De voorzitter, de Spanjaard Oñate, opent de plenaire ochtendsessie over parallelle Navier-Stokes solvers met een rekensommetje: Beschouw een parallelle methode die 10 keer langzamer is dan het snelste sequentiële algoritme, maar wel een speed-up van negen punt nog wat haalt op een parallelle machine met 10 processoren. Hoeveel schiet-ik-op, vraagt hij aan R. Rannacher (Uni Heidelberg). Weinig, antwoordt deze, maar de vraagstelling is niet ook juist, want parallelle solvers dienen ook op sequentiële computers tot de snelste te behoren. Rannacher bespreekt vervolgens een aantal parallelle multi-grid methoden. Daarna trakteert A. Quarteroni (CASRD, Cagliari) ons op een helder en bondig overzicht van domein-decompositie-methoden.

Het parallelle middagprogramma biedt een zeer gevarieerde en interessante keur aan voordrachten. Helaas ontbreken synchronisatie-punten, waardoor de sessie-hoppers onnodig veel tijd verliezen. De meeste deelnemers springen heen en weer tussen de voordrachten over impliciete tijndintegratie-methoden voor Navier-Stokes - die in een aantal gevallen duidelijk sneller zijn dan expliciete

methoden - en de "Special Technological Session" over "Control of Flows". Leuk detail: een Airbus A320 volgeplakt met 700 m² 3M-tape verbruikt 1.5% minder brandstof dan een 'kale' A320.

Stuttgart, 7 september 1994. Een dag met twee gezichten. s'Ochtends spreekt Leschziner (UMIST, Manchester) over turbulentie modellering voor engineering flows. Na het mensa-middagmaal snijdt ook Rodi (Uni Karlsruhe) dit onderwerp aan. Leschziner gaat uit van een probleem. Turbulentie is veelal anisotroop, en dus is een isotroop model niet goed genoeg. Large-eddy-simulatie (LES) van engineering flows is, volgens Leschziner, pas mogelijk vanaf 2030. Ergo, vanaf nu tot minimaal 2030 moeten alle termen van de Reynolds-stress-tensor afzonderlijk worden gemodelleerd. Een proces dat maar langzaam vordert. Rodi spreekt niet in termen van een probleem en langzame vorderingen, maar in termen van een oplossing en hoge snelheden: de teraflop komt eraan! In zijn optiek gaat LES het helemaal maken. Ter illustratie toont hij een aantal indrukwekkende voorbeelden, o.a. een LES van een turbulente stroming om een Nissan.

In de middag-voordrachten over numerieke algoritmen voor Euler/Navier-Stokes, en convergentie-versnelling d.m.v. van multi-grid technieken en preconditioners worden geen echt spectaculaire winstcijfers, zeg een orde sneller, gerapporteerd.

Stuttgart, 8 september 1994. Als M. Farge (Ecole Normale Supérieure, Paris) haar voordracht begint over wavelets is de zaal nog vrijwel leeg. De meeste conferentie-gangers hebben het banket van gisteravond nog niet verteerd. Farge laat zien dat wavelets zowel gebruikt kunnen worden voor de analyse van turbulente snelheidsvelden als voor de berekening hiervan. Ze vergelijkt de wavelet-aanpak echter niet met andere methoden.

Het is even wennen als de Texaan Metcalfe (Univeristy of Houston) de microfoon overneemt van de Française Farge. Metcalfe bespreekt een directe numerieke simulatie van een "minimal flow unit", waarbij dan wel via een bronterm, dan wel via de randvoorwaarden gepoogd wordt de instabiliteiten in de stroming te beïnvloeden.

Na de lunch zijn er o.a. voordrachten over CFD in de praktijk. Vermeldenswaard is de voordracht van Reister (Mercedes-Benz AG, Stuttgart) over de luchtstroming onder de motorkap van een Mercedes. De overeenkomst tussen de meting en simulatie van deze complexe turbulente stroming is niet zo groot. Toch is de berekening voldoende nauwkeurig voor het ontwerp van de radiator en de ventilatoren.

De Nederlandse bijdrage aan deze Europese CFD conferentie was zeer beperkt. Slechts 1% van alle deelnemers was afkomstig uit Nederland. Volgende keer beter? ECCOMAS 96 wordt van 9-13 september 1996 gehouden in Parijs. Voor wie meer wil weten: eccomas96@ann.jussieu.fr

Ten slotte, de proceedings (2 delen, samen meer dan 1000 pagina's) zijn uitgegeven door J.Wiley onder de titel "Computational Fluid Dynamics '94".

1.6 Symposium t.g.v. de 100^e verjaardag van Dirk Struik (W.J.H. Stortelder)

Wat maakt een Nederlands wiskundige nu zo bijzonder dat hij op zijn honderdste verjaardag een groots symposium krijgt aangeboden, een jaar geleden nog een twee uur durend interview op t.v. vult en recentelijk nog uitgebreide aandacht in de schrijvende pers ontving? Ik zal hieronder proberen een antwoord te schetsen op grond van een minder alledaagse gebeurtenis, die dit symposium was. Verder moet ik zelf eerlijk toegeven dat ik voor het eerst iets van Struik's bestaan vernam toen ik achteloos op de zondagavond zat te zappen en iemand op t.v. zag bewijzen dat $\sqrt{2}$ geen rationeel getal is. Diezelfde buis die een half uur daarvoor nog gevuld was met voetbal maakte plaats voor een eminente, grijze man die naar ik later begreep reeds 98 jaren oud was. Ik zat te kijken naar "Geleerd in Augustus" en heb zelden zo gekluisterd voor het kastje gezeten en kan dan eenieder, die de uitzending nog niet gezien heeft, aanraden alsnog zijn of haar hele kennissenkring af te struinen naar deze video.

Op 14 oktober jl. stroomde de entree van het CWI al vroeg vol, jong en vooral oud waren in groten getale aanwezig. Er heerste een sfeer die het midden hield tussen dat van een reünie en een dagje uit voor het hele gezin. De meeste mensen keken vanaf hun binnenkomst om zich heen om een glimp van de honderdjarige op te kunnen vangen. Dit bleek al snel een eenvoudige opgave te zijn, want de jubilaris zat midden in de ontvangstruimte en vormde in zijn eentje een potentiaalput van alle aandacht.

Om 10 uur werd het eerste punt van het programma door de dagvoorzitter, Teun Koetsier, aangekondigd, waarna prof. P.J. Zandbergen de opening verichtte. Dit was het eerste en enige programmaonderdeel dat op de aangegeven tijd plaats zou vinden.

Daarna was het woord aan prof. H.O. Singh Varma, de titel van zijn bijdrage luidde: "Struik en de hogere meetkunde: parels uit de tensorrekening". Wederom een man met prachtig grijs haar, die -net als Zandbergen- nog een kleuter was toen Struik al hoogleraar op MIT was. De voordracht van Singh Varma behandelde een aantal eenvoudige, inleidende voorbeelden uit de meetkunde en was goed te volgen tot het moment dat hij ons -ter illustratie- met de volgende formule om de oren sloeg:

$$B_{dcb\kappa}^{\nu\mu\lambda a} R_{\nu\mu\lambda}^{\dots\kappa} = \overset{m..a}{R}_{dcb} - 2 \overset{m..a}{L}_{[d..|p]} \overset{m..p}{H}_{c]b} , \quad L_m \subset L_n .$$

Vrijwel iedereen haakte bij zoveel indices-geweld af, terwijl Struik nog instemmend op de eerste rij zat te knikken. Later op de dag zouden we uit Struik's mond vernemen, dat Schouten (één van Struik's leermeesters) m.b.t. een soortgelijke formule gezegd had: "Der Mann der das geschrieben hat soll man erdrosseln" (=wurgten).

Na dit wiskundige overzichtsverhaal gaf Simon Roozendaal een korte inleiding op de totstandkoming van het reeds eerder genoemde interview uit de serie "Geleerd in Augustus". Tijdens het bespreken van de plannen voor dit

interview waren de verantwoordelijke personen bij de VPRO nogal geschrokken van Struik's leeftijd en als tussenoplossing werd besloten om eerst een proefopname te maken, waarna een definitieve keuze gemaakt zou worden. Na het zien van de eerste beelden sprak de hoofdredacteur t.v., de onlangs overleden Roelof Kiers, dat dit levende monument van de wetenschap ruime aandacht verdient.

Tussen de lezingen door bestond de mogelijkheid om deze opname nog eens te zien. Verder waren de voordrachten live op alle werkstations in het gebouw te ontvangen.

Vervolgens was de beurt aan de historicus G. Harmsen, die zijn gedreven betoog begon met een overzicht van de situatie aan het begin van deze eeuw, in het bijzonder de Russische revolutie en de situatie in Europa aan de vooravond van W.O. I. Waarna hij verder inging op de gevolgen hiervan voor het Marxisme en het communisme in Nederland en de rol die Struik daarin speelde. Struik's belangstelling voor Marx dateert al van voor de W.O. I en hij is er sindsdien alleen maar vasthoudender in geworden, hetgeen zelfs leidde tot een opschorting van zijn aanstelling aan het begin van de jaren '50 (het McCarthy-tijdperk).

Aan het begin van de jaren twintig gingen de twisten binnen de communistische partij Struik steeds meer tegenstaan, hetgeen Struik deed besluiten om voor de wetenschap en niet voor de politiek te kiezen. Men verweet Struik dat hij te veel Euclides door zijn Marx mixte.

In het verhaal van Harmsen werd de symboliek van de kleuren blauw (symbool voor geheelonthouding) en rood (communisme) herhaaldelijk genoemd. Een saillant detail was dat deze spreker een blauw shirt en een rood jasje droeg.

Na de lunchpauze was het woord aan D. Rowe. Zijn lezing handelde over de geschiedenis van de wiskunde en de bijdrage die Struik hieraan leverde. Voor de inhoud van de lezing kan ik beter verwijzen naar het jubileumnummer van *Historia Mathematica* (Vol. 21, No. 3).

Het moet een vreemde ervaring voor deze spreker zijn geweest om, oog in oog met de jubilaris, diens werk en leven te bespreken. Gelukkig voor hem knikte Struik over het algemeen instemmend, al was het jammer dat er niet op in werd gegaan als Struik hem probeerde te verbeteren.

Tijdens de voordracht van Rowe zie ik niet alleen het hoofd van Struik knikken, een aantal -voornamelijk oudere- aanwezigen heeft het op een tukkie gezet. Gewekt door het applaus voor Rowe spoedden zij zich naar de koffie om maar niks van de uitsmijter van de dag te hoeven missen.

Voor aanvang van de honderdjaarslezing stroomde de zaal nog voller. Mensen die zich voor de onderbreking nog tot de bezitter van een stoel met prima uitzicht rekenden, namen teleurgesteld plaats op de trappen of bleven achterin staan.

Met alle respect voor de voorgaande sprekers was nu het moment suprême (een kwartier later dan gepland, maar niemand scheen het te merken) aangebroken, de spanning en sensatie waren merkbaar. Een vitale, tweevoudige Abraham betrad geheel op eigen kracht het podium en het eerste applaus barstte

los. Hij straalde wilskracht, sympathie en hartelijkheid uit, de glimlach rond zijn mond en de twinkeling in zijn ogen gaven hem de uitstraling van een kwa-jongen.

Gedurende een uur wist hij de mensen in en buiten de zaal intens te boeien, terwijl hij -schijnbaar voor de vuist weg- vertelde over zijn werk en leven. Het is een grote opsomming van anekdotes over Ehrenfest, Einstein, Courant, Hilbert, Roland Holst, Pannekoek, Wiener enz., waarbij het je bijna gaat duizelen als je bedenkt dat één iemand ze allemaal persoonlijk heeft gekend. Het meest enthousiast was Struik over Ehrenfest, zijn grote leermeester en een zeer bekwaaam didacticus. Volgens Struik kon Ehrenfest aan Einstein uitleggen wat hij nu zelf precies bedoelde.

Hij vertelde dat t.g.v. de honderdste verjaardag van Wiener, de man die Struik naar MIT haalde, een vijf dagen durend symposium georganiseerd was, maar haastte zich er in zijn bescheidenheid en bewondering voor Wiener aan toe te voegen dat dit volkomen terecht was. Hij ging verder over het geheim van oud worden (zorg dat je een baan hebt om van te houden en dat je er ook nog redelijk voor betaald wordt) en de geschiedenis van de wiskunde, die je in tegenstelling tot de scheppende wiskunde, nog wel tot je 110^e kunt blijven beoefenen.

Het verhaal van Struik liep als dat van een goede cabaretier. Hij genoot zichtbaar en had moeite om te eindigen. Op het moment dat Struik zich vervolgens langer dan vijf seconden stil hield kreeg hij een staande ovatie van de zaal, waarna hij geëmotioneerd afscheid nam. Het scheelde maar weinig of de aanwezigen zouden om een toegift vragen. Iedereen verliet duidelijk meer dan tevreden de zaal en praatte na over deze inspirerende grootheid die we die dag in ons midden hadden.

1.7 Verslag van de officiële ingebruikname van de nieuwe PowerXplorer (W. Hoffmann)

Op maandagmiddag 24 oktober jongstleden, werd in Amsterdam een nieuw parallel computersysteem ingewijd: de zogeheten PowerXplorer van Parsytec in een versie met 32 processoren. De PowerXplorer is opgebouwd uit modules van steeds 4 processoren met voor het rekenen een PowerPC 601 chip van 80 Mhz. Voor de communicatie wordt een T800 transputer gebruikt. Iedere processor is uitgerust met 32 Mbyte RAM waarmee de Amsterdamse nieuweling tot een peak performance van 2 Gflop/s kan komen en in totaal een geheugen heeft van 1 Gbyte RAM.

Het systeem is aangeschaft door het IC³A, wat staat voor "Interdisciplinary Center for Complex Computer facilities Amsterdam". Dit gezamenlijke instituut van de Universiteit van Amsterdam en NWO wil het Nederlandse onderzoek op HPCN gebied stimuleren en stelt daarvoor apparatuur en expertise ter beschikking aan Nederlandse onderzoeksgroepen uit zowel de Academische als de industriële wereld (inlichtingen via e-mail bij ic3a@fwi.uva.nl). Het IC³A heeft naast de pas geïnstalleerde PowerXplorer de beschikking over een Parsytec

GCel-3 met 512 processoren en het kan ook de toegang verzorgen tot andere systemen, waaronder een IBM SP1 met 8 processoren. De exploitatie van de machines is in handen gelegd van SARA.

Het feestprogramma voor de introductie van de PowerXplorer was georganiseerd in de Agnietenkapel, de oudste collegezaal van de Universiteit van Amsterdam. Op 8 januari 1632 werd hier het zogeheten Athenaeum Illustre ingewijd met een openingsrede door Vossius, één van twee net aangestelde professoren; de andere hooggeleerde was Barlaeus, die behalve in de naam van een grote straat, alleen nog maar gekend wordt via de naam van een bekend Amsterdams gymnasium, wat ook geldt voor zijn toenmalige collega Vossius.

Doordat de PowerXplorer nogal handzaam is, kon hij zonder moeite naar de Agnietenkapel worden gebracht om daar te worden tentoongesteld. Het echt in werking stellen van het apparaat dorst men niet goed aan uit angst dat dan direct alle stoppen zouden doorslaan. Maar alleen al de aanwezigheid van dit stukje 'high tech' in deze historische zaal met de portretten van vermaarde cultuurdragers zoals Descartes, Melanchton, Erasmus, Luther en Calvijn, moest de genodigden toch wel doordringen van het opgenomen zijn in een historische traditie van grensverleggend onderzoek, waar een juiste toepassing van het hier getoonde apparaat weer een belangrijke impuls aan zou kunnen geven.

Het feestprogramma werd geopend door de directeur van het IC³A, prof. Hertzberger, die onder het motto "zo is het gekomen" een kijkje achter de schermen gaf over het verwerven van de Parsytec 512 GCel. Hij vertelde hoe hij, na daartoe uitgedaagd te zijn door de directeur van Parsytec, in 1992 er in zeer korte tijd in was geslaagd om de benodigde ruim f. 1.000.000,- bij elkaar te krijgen die nodig waren voor de aanschaf van de op gunstige voorwaarden aangeboden machine. De intensieve samenwerking tussen de UvA en Parsytec die vervolgens tot stand kwam, resulteerde in de verwerving van de huidige PowerXplorer.

Als tweede spreker presenteerde de heer Geisen, directeur van Parsytec Computer, zijn visie op de ontwikkeling en toekomst van HPC. Hij schetste hoe HPC vanaf het uitsluitende gebruik bij basic research in de jaren 70, via toepassing bij de ontwikkeling van nieuwe producten in de jaren 80, in een geïntegreerde vorm zijn plaats vond in commerciële producten in de jaren 90.

Vervolgens gaf ir. Florie van MacNeal-Schwendler Corporation een beschouwing over HPCN mogelijkheden in grootschalige industriële simulaties, die voornamelijk tot stand waren gekomen met gebruikmaking van eindige elementen beraderingen. Een videopresentatie gaf een overzicht van een aantal interessante resultaten.

Als vierde in de rij presenteerde prof. Lourens uit Utrecht een inventarisatie en een visie op de ontwikkeling van HPCN toepassingen in universitair onderzoek en onderwijs. Hij ging in op het onderscheid tussen interdisciplinair onderzoek en onderzoek dat multidisciplinair van aard is. Hij hield een sterk pleidooi voor onderzoek van dit tweede type waarmee in de toekomst de belangrijke resultaten behaald kunnen worden.

Ter afsluiting en als hoogtepunt moest alleen nog de handeling worden ver-

richt waarmee de PowerXplorer werd ingewijd. De heer Noorda van het College van Bestuur van de UvA was gevraagd om zich hiermee te belasten. In zijn begeleidende toespraak benadrukte hij dat de nieuwe computer ingezet zal worden voor onderzoek aan alle Nederlandse Universiteiten en in de industrie. Daarna refereerde hij aan de ouderdom van de Universiteit waar de collegezaal in de Agnietenkapel van getuigt, en merkte op dat een juiste balans van traditie en innovatie nodig was geweest om deze leeftijd te bereiken: "alleen de katholieke kerk en de stad zelf zijn ouder". Het indrukken van een knop activeerde een klank- en lichtspektakel dat de nieuwe PowerXplorer als middelpunt had. Met een receptie in de hal van de Agnietenkapel werd de introductie van het nieuwe systeem bezegeld; het gaf de gasten meteen de gelegenheid om in samenspraak tot nieuwe ideeën voor innovatief onderzoek te komen.

1.8 "Oberwolfach-bijeenkomst Eindige Volume Methoden" (J. Molenaar, TUD)

Van 31 oktober tot 5 november is in Oberwolfach de conferentie "Eindige Volume Methoden" gehouden. Eindige volume methoden worden in de praktijk veel gebruikt, met name voor de discretisatie van behoudswetten. De theoretische onderbouwing van eindige volume methoden blijft duidelijk achter bij het gebruik ervan. Om daar enige verbetering in te brengen is deze conferentie georganiseerd. Veertig deelnemers uit 8 landen waren uitgenodigd, waarvan er 27 een voordracht gegeven hebben. Hieronder volgt daar een korte samenvatting van.

Er zijn vele manieren om eindige volume methoden te definiëren. In de openingsvoordrachten van Morton en Suli (Oxford) werd de vertex-centered eindige volume methode behandeld. Hierin wordt de oplossing benaderd in de hoekpunten van de eindige volumes. Het probleem dat zich daarbij voordoet is dat er in het algemeen meer hoekpunten dan volumes zijn, zodat er meer vrijheidsgraden dan vergelijkingen zijn. Om dit te omzeilen wordt er gewerkt met gewogen gemiddeldes van de operatorwaarden in de cellen. Een analyse voor een lineair modelprobleem werd gepresenteerd, en er werd ingegaan op de vraag hoe die middelingsoperator te definiëren voor problemen met schokken. Resultaten van berekeningen voor de Navier-Stokesvergelijkingen werden getoond.

Gebruikelijker is het echter om de cell-centered eindige volume methode te gebruiken: de oplossing wordt dan benaderd in het controle volume, zodat er altijd evenveel vergelijkingen zijn als vrijheidsgraden. Hackbusch (Kiel) ging in op de vraag hoe die eindige volumes geconstrueerd kunnen worden, gegeven het discretisatierooster voor de variabelen. Bank (La Jolla) liet zien hoe je een gegeven partitionering van een 2D domein kunt vergroven, wat zeer interessant is voor multiroostermethoden.

Om de convergentie van eindige volume methodes te onderzoeken kan uit-gegaan worden van eindige elementen foutschattingen. In 2D kan de eindige volume methode gezien worden als een Petrov-Galerkin eindige elementen

methode met stuksgewijs lineaire trial functies en stuksgewijs constante test-functies. In 3D liggen de zaken (uiteraard) ingewikkelder. Kerkhoven (Urbana) liet zien dat het in het algemeen niet mogelijk is om eindige volume methodes met tetraëders op te vatten als een Petrov-Galerkin methode.

Hetzelfde probleem kwam naar voren in de voordracht van Maitre (Ecully). Hij ging uit van de equivalentie van eindige volume methoden en de gemengde eindige elementen methode met laagste orde Raviart-Thomas elementen, mits een geschikte kwadratuurregel gebruikt wordt bij het opstellen van de stijfheidsmatrix. In 2D is het gemakkelijk om zo'n regel te vinden, maar in 3D is het onmogelijk om een kwadratuurregel te vinden, die niet alleen de stijfheidsmatrix diagonaliseert, maar die ook exact is voor constante functies.

Een andere manier om eindige volume methodes te analyseren is langs de weg van foutschattingen voor eindige differentie methoden. Een recht-toe-rechtaan ontwikkeling voor de lokale afbreekfout voor Poisson's vergelijking laat dan zien, dat de eindige volume methode slechts eerste orde consistent is op niet-uniforme roosters, terwijl we tweede-orde consistentie verwachten. Lazarov (Sofia) liet zien dat inderdaad $\mathcal{O}(h^2)$ convergentie optreedt, en verder gaf hij L_2 en H_1 foutschattingen voor de convectie-diffusie vergelijking.

Voor problemen met singulariteiten is het voor de hand liggend om met adaptieve vermazingen te werken teneinde een goede resolutie te krijgen. Daarvoor zijn foutschatters nodig: waar moet die lokale verfijning komen? Heinrich (Chemnitz) presenteerde een analyse voor singulariteiten die kunnen optreden in elliptische problemen, en gaf ook foutschattingen voor lokaal verfijnde roosters. Wesseling (Delft) presenteerde een uniform convergent adaptief schema voor de singulier gestoorde convectie-diffusie vergelijking. Een alternatief voor adaptieve vermazingen in het geval van de singulier gestoorde convectie-diffusie vergelijking is het gebruik van speciale discretisaties ('exponential fitting'); dit soort schema's werden door Roose (Dresden) behandeld. Warnecke (Weil der Stadt) en Mackenzie (Glasgow) presenteerden een schema voor adaptieve berekeningen voor hyperbolische problemen. Hier werd een a posteriori foutschatter gebruikt, die gebaseerd is op het residu van de discrete oplossing ten opzichte van de continue operator.

Zoals eerder opgemerkt zijn eindige volume methodes zeer geschikt voor de discretisatie van behoudswetten. Kröner (Freiburg) ging in op de convergentie van eindige volume methodes voor niet-lineaire scalaire behoudswetten in 2D, en gaf foutschattingen. Koren (Amsterdam) presenteerde een monotoon, tweede-orde nauwkeurig schema met minimaal stencil voor de lineaire advection vergelijking, en LeVeque (Seattle) ging in op een multidimensionaal upwind schema.

Tenslotte waren diverse voordrachten gewijd aan toepassingen van de eindige volume methode. Molenaar (Delft) presenteerde een multiroosteralgoritme voor 3D problemen met sterk variërende coëfficiënten. Tobiska (Magdeburg) ging uit van de eindige volume methode om stabiele gemengde eindige elementen schema's te ontwikkelen voor CFD-problemen. Jeltsch (Zürich) presenteerde een schema voor compressibele stromingen, waarin Pandolfi's bena-

dering van de oplossing van het Riemann probleem gebruikt werd. De videofilm van Jeltsch was kleurrijk genoeg om alle vragen over het verschil tussen Pandolfi's schema en Osher's schema in de kiem te smoren. Gajevski (Berlin) en Gärtner (Zürich) behandelden de existentie en uniciteit van oplossingen van de halfgeleidervergelijkingen met een magnetisch veld. Wierse (Freiburg) presenteerde een hogere-orde upwind schema op driehoeken voor de 2D Eulervergelijkingen, en Guilmineau (Nantes) sprak over een eindige volume methode voor de discretisatie van turbulente stromingen op gegeneraliseerde roosters. Kapitza gebruikte ook gegeneraliseerde coördinaten voor 3D simulaties van stromingen in de atmosfeer. De afdeling "heavy metal" tenslotte werd verzorgd door Zulehner (Linz) die inging op problemen bij industriële staalproductie.

Terugkijkend vind ik dat deze conferentie zeer geslaagd is: vele aspecten van de eindige volume methode zijn inderdaad uitvoerig besproken. Naast kennisoverdracht is het in contact brengen van wiskundigen één van de doelen van de conferenties die in Oberwolfach georganiseerd worden. En ook dat is goed gelukt, met name omdat er in het programma veel ruimte was om met elkaar van gedachten te wisselen. En tenslotte moet ik de biljarttafel ter sprake brengen. Hoewel het laken bepaald versleten was (hetgeen duidelijk in het voordeel was van meer ervaren spelers), heeft die zeer veel bijgedragen aan de sociale contacten, en dus aan het slagen van deze conferentie !

1.9 Verslag van de "40^{ste} bijeenkomst Kontaktgroep Numerieke Stromingsleer" (P.M. de Zeeuw)

(met dank aan de medewerkende sprekers).

Datum: 31 oktober 1994.

Plaats: Ingenieursbureau SVASEK B.V., Heer Bokelweg 145, Rotterdam.

De Kontaktgroep Numerieke Stromingsleer (KNS) is opgericht in november 1974 met als doel om onderzoekers van universiteiten, GTI's, TNO's en industrie bij elkaar te brengen om van gedachten te wisselen over resultaten en problemen die zij bij hun onderzoek tegenkomen. Daartoe wordt twee maal per jaar een (informeel getinte) bijeenkomst georganiseerd. De KNS kent prof.dr.ir. P. Wesseling (TUD) als voorzitter en dr.ir. A.E. Mynett (WL(a)) als secretaris.

Als ware het om te benadrukken dat de 40^{ste} bijeenkomst in het nijvere Rotterdam plaats vond, werden de welkomstwoorden van directeur A.J. Blik van SVASEK B.V. onderbroken door allerhande van grote bedrijvigheid getuigende klop- en boorgeluiden. In eerste instantie deed de directeur een beroep op het abstractievermogen van de toehoorders, maar het geluidsprobleem werd ras verholpen.

De secretaris KNS stelde de levendige belangstelling voor de kontaktgroep vast en deed een boekwerkje het licht zien waarin naast de adressen van alle kontaktpersonen in binnen- en buitenland de programma's waren opgenomen van alle bijeenkomsten sinds het jubileum-symposium in 1986.

Voor de aanvang van zijn voordracht memoreerde J. Versteegh de oprichter van het waterbouwkundig adviesbureau naar wie het genoemd is. Tragisch genoeg is Ir. J.N. Svasek kort voor de geplande viering van het 25-jarig bestaan van het ingenieursbureau plotseling overleden. Svasek vervulde een pioniersrol bij de praktische (en commerciële) toepassing van numerieke modellen op het gebied van rivier- en kustwater-bouw, hetgeen nog steeds de belangrijkste activiteit van het bureau uitmaakt.

Hieronder volgt een samenvatting van de gehouden voordrachten.

Dr.ir. J. Versteegh (SVASEK B.V., Postbus 91, 3000 AB Rotterdam): *De Porosity-methode: Een compromis tussen FD en FV.*

Onder een FD-rooster wordt een regelmatig rooster verstaan, te gebruiken bij een eindige differentie (FD) formulering. Een dergelijk rooster kan met een minimum aan data worden beschreven, in tegenstelling tot andere, eindige volume (FV) en eindige elementen (FE) formuleringen waarin de geometrie van elke cel bewaard wordt. Een belangrijk nadeel van een FD-rooster is de zogenaamde "trapjes-rand" die ontstaat wanneer het regelmatige rooster de rand van een gebied moet volgen. Om dit probleem te ondervangen, zonder de opslag van geometrische data drastisch te laten toenemen, wordt in de praktijk de porosity methode gehanteerd. De fractie van een cel die "meedoet" wordt gegeven door aan een cel als geheel een denkbeeldige mate van poreusheid toe te dichten. Voor een FD-rooster leidt de porosity methode tot een belangrijke verbetering van de oplossing bij convectie-diffusie problemen: de invloed van de "trapjes" is vrijwel geheel verdwenen.

De methode wordt bij SVASEK gehanteerd in het daar vervaardigde 3D stromingsprogramma FL-3 en is bijvoorbeeld toegepast op de geometrie van een tunnelement in een sleuf.

J. Steelant (Vakgroep Werktuigkunde en Warmtetechniek, Universiteit Gent, Sint-Pietersnieuwstraat 41, B-9000 Gent, België): *By-pass transition with conditioned Navier-Stokes equations: numerical and modelling aspects.*

Als een geometrie niet meer zeer eenvoudig is, worden, om turbulentie te beschrijven, de volledige Navier-Stokes vergelijkingen opgelost en wel gekoppeld aan het klassieke $k - \epsilon$ -model. De vergelijkingen worden gediscrèteerd met een 'vertex-centered' eindige volume formulering. Door gebruikmaking van een upwind-techniek die is gebaseerd op een polynomiale flux-differentie wordt de convectie met een minimum aan artificiële viscositeit gediscrèteerd. Brontermen worden gesplitst in positieve en negatieve bijdragen. Gelineariseerde negatieve brontermen worden vanuit het rechterlid van de vergelijkingen toegevoegd aan het linkerlid om de diagonaal dominantie van het discrete systeem te verbeteren. Klassieke relaxatie methoden kunnen vervolgens dit systeem oplossen, maar teneinde de convergentie te versnellen wordt een multigrid-methode gebruikt. Het blijkt nodig om de bijbehorende grof rooster correcties te dempen, een leidraad is hierbij dat zowel k als ϵ positief dienen te blijven.

Door het oplossen van de Navier-Stokes vergelijkingen gekoppeld aan de $k - \epsilon$ -vergelijkingen, is het mogelijk een transitioneel gedrag te voorspellen. Vergeleken met experimenten wordt deze transitie te vroeg en te snel voortge-

bracht. Tijdens de transitie wordt de stroming gekarakteriseerd door het intermitterend gedrag tussen een laminaire en een turbulente toestand. De klassieke turbulentievergelijkingen zijn echter niet geschikt voor de modellering van intermitterente stromingen daar deze gebaseerd zijn op een globale tijdsmiddeling. Door gebruik te maken van de intermittentiefactor, γ , wordt nu een geconditioneerde middeling voorgesteld die, afhankelijk van de toestand, een laminair of een turbulent gemiddelde oplevert. Het geconditioneerd middelen van de Navier-Stokes vergelijkingen resulteert in extra brontermen die functie zijn van het γ -verloop. Het bepalen van γ gebeurt door het oplossen van een transportvergelijking die afhankelijk is van het Reynolds-getal, de turbulentiegraad en de drukgradiënt. M.b.v. deze meer fysische aanpak is het mogelijk de start en de lengte van de transitie heel wat beter te voorspellen. Dit resulteert dan ook in zeer goede overeenstemmingen van verscheidene stromingsparameters met experimenteel opgenomen waarden ($\gamma, H, C_f, u, k, \dots$).

Arco C. Berkenbosch (Onderafdeling der Wiskunde, TU Eindhoven, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven): *The numerical solution of the reactive euler equations.*

Bij het modelleren van verbrandingsproblemen moeten we aan de Eulervergelijkingen uit de gasdynamica enkele continuïteitsvergelijkingen toevoegen waarin de beschrijving van chemische reacties ligt opgesloten. Dit uitgebreide systeem wordt wel aangeduid als de reactieve Eulervergelijkingen. Nog afgezien van de toename van het aantal vergelijkingen schuilt een belangrijke moeilijkheid in de sterk verschillende tijdschalen voor chemische reacties enerzijds en de gasdynamica anderzijds. Bij een numerieke aanpak kunnen stabiele oplossingen verkregen worden die bevredigend lijken maar in werkelijkheid schokken op de verkeerde plaatsen voorspellen. Door numerieke effecten als artificiële diffusie wordt in het model de temperatuur verhoogd waardoor een niet-fysische reactie plaats vindt. Als één van de mogelijke remedies wordt de zogenaamde Front Tracking Method (FTM) bestudeerd. Een golffront wordt als een "moving boundary" behandeld, voortdurend worden nieuwe punten aan het rooster toegevoegd om het front te proberen te volgen. Achtereenvolgens wordt steeds de positie van het front bijgehouden, de oplossing buiten dit front verbeterd en dan de oplossing aan het front verbeterd. Door deze aanpak blijken schokken naar behoren gelokaliseerd te worden.

Dr.ir. R.A.W.M. Henkes (Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TU Delft, Kluyverweg 1, Postbus 5058, 2600 GB Delft): *3D Stabiliteit van natuurlijke convectie stromingen berekend met een spectrale Chebyshev-Fourier methode.*

Voor de beschrijving van luchtstromingen in verschillende convectie configuraties wordt zowel de lineaire als niet-lineaire fysische stabiliteit onderzocht met betrekking tot twee- en drie-dimensionale verstoringen. De instabiliteiten maken deel uit van het omslagproces van de laminaire naar de turbulente stromingstoestand. In drie dimensies worden de instationaire Navier-Stokes vergelijkingen op numerieke wijze opgelost. De ruimtelijke discretizatie wordt gedaan met behulp van Chebyshev-Fourier expansies. De berekeningen kosten,

zelfs op de allersnelste CRAY, buitengewoon veel rekentijd (tientallen uren). Er blijken nieuwe, laag-frequente, golf functies gevonden te worden die aanleiding geven tot een 3D instabiliteit. Een vergelijking met turbulentie-modellen toont aan dat omslag effecten bij een Rayleigh getal 10^8 nog te groot zijn om door huidige $k - \epsilon$ modellen adequaat beschreven te worden. Voor alle beschouwde gevallen blijkt het kritische Rayleigh getal voor 3D verstoringen kleiner te zijn dan voor 2D verstoringen.

1.10 Verslag van het derde symposium van het Utrechts centrum voor Computational Science “Parallel computing applications: a path towards the future” (R.H. Bisseling)

Op vrijdag 18 november 1994 werd in Utrecht het derde symposium van het Utrechts centrum voor Computational Science (UCS) gehouden. Het thema van dit symposium was het toepassen van parallelle computers en de ontwikkeling van parallelle methoden.

Na een welkomswoord door de voorzitter van het UCS, Wim Lourens, vertelde Johann Arbocz (Afd. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, TU Delft) over het toepassen van parallelle computers bij de stabiliteitsanalyse van dunwandige cilindrische omhulsels met uitwendige krachten. Dergelijke mechanische analyses zijn onder andere van belang bij het ontwerpen van raketten zoals de Ariane-5. Arbocz demonstreerde wat er gebeurt bij te grote druk (of te zwakke cylinderwanden) met behulp van een meegebracht plastic model. Door de druk op de bovenkant van de cylinder op te voeren bereikte het model een punt waarop het plotseling knikte. Dit is een indrukwekkend gezicht tijdens een demonstratie, maar in de werkelijkheid ziet men zoets natuurlijk liever niet gebeuren. Dit is de motivatie voor de zeer rekenintensieve analyses van Arbocz en zijn groep.

Het gebruikte rekenmodel is weliswaar eenvoudig, maar vanwege imperfecties in de cilindrische symmetrie blijkt het nodig extra veiligheidsfactoren in te bouwen en Monte Carlo simulaties uit te voeren om de veilige gebieden te bepalen. Arbocz citeerde in dit verband een niet nader genoemde Engelse filosoof uit de vorige eeuw: “The tragedy of science is the slaying of a beautiful theory by an ugly fact”. De simulaties worden uitgevoerd met behulp van DISDECO (Delft Interactive Shell DEsign COde for the analysis of buckling sensitive shell structures). Dit is een computerprogramma waar vele jaren werk in geïnvesteerd is, en de eerste vereiste voor parallelisatie is dat deze investering behouden blijft. Dit is een typisch “dusty-deck” probleem met als gevolg dat de aangewezen weg die van auto-parallelisatie is via de compiler, en niet via herstructureren van het programma. De groep van Arbocz gebruikt deze benadering voor berekeningen op een Sun Sparc server met 8 processoren.

Bill McColl (Programming Research Group, Oxford University, UK) ontvouwde zijn Grand Unified Theory van schaalbaar parallel rekenen. Enigszins

provocerend introduceerde hij de klasse van "onsterfelijke" parallele algoritmen. Dit zijn algoritmen die aantoonbaar optimaal zijn en dus niet meer verbeterd kunnen worden. Bij gebruik van dit soort algoritmen is de kans groot dat men slechts eenmaal in een mensenleven een bepaalde oplosmethode hoeft te paralleliseren.

Om dit te bereiken is een algemeen geaccepteerd machinemodel nodig, dat wil zeggen een parallel equivalent van het Von Neumann model voor sequentiële computers. Een goede kandidaat is de Bulk Synchrone Parallele (BSP) architectuur (Valiant 1990), die bestaat uit een collectie van processor-geheugenparen, een communicatienetwerk dat toegang in uniforme tijd verschaft tot niet-locaal geheugen, en een barrière-synchronisatie mechanisme. Een BSP computer wordt door slechts vier parameters gekarakteriseerd: aantal processoren p , processorsnelheid s , globale reken/communicatie ratio g , synchronisatie tijd l . Elke machine kan als een BSP machine gezien worden, met al of niet acceptabele parameterwaarden. McColl presenteerde enige resultaten van BSP-benchmarks: IBM SP1 $p = 8$, $s = 25$ Mflop/s, $g = 60$, $l = 18000$; Silicon Graphics Power Challenge $p = 4$, $s = 75$ Mflop/s, $g = 9$, $l = 2100$; Cray T3D $p = 1024$, $s = 10$ Mflop/s, $g = 1.7$, $l = 260$. (Een ideale machine heeft $p = s = \infty$, $g = l = 1$.)

De meedogenloze werking van de markt heeft er voor gezorgd dat de huidige drie klassen van parallele computers steeds meer op elkaar gaan lijken: machines met een gedistribueerd geheugen krijgen globale adresseringscapaciteiten; multiprocessoren met een gemeenschappelijk geheugen worden schaalbaar door de vervanging van de bus door een communicatienetwerk; en clusters van werkstations profiteren van nieuwe switchtechnologieën zoals ATM.

Een BSP algoritme bestaat uit een aantal superstappen, ieder afgesloten door een globale synchronisatie. De tijd van een superstap is een uitdrukking van de vorm $T = \max_i n_i + (\max_i m_i) \cdot g + l$, waarbij m_i het aantal floating point operaties van processor i is en n_i het aantal ontvangen of verzonden boodschappen. Een onsterfelijk algoritme voor de Fast Fourier Transformatie van lengte n in dit tijdsmodel heeft een rekentijd van $(5n \log n)/p + (n/p)g + 2l$, mits $p \leq \sqrt{n}$. (Onsterfelijkheid geldt natuurlijk totdat iemand een sequentieel FFT algoritme uitvindt met $O(n)$ berekeningen !)

Het programmeren volgens het BSP model wordt gekarakteriseerd door: superstap semantiek, barrières tussen superstappen, niet-blokkerende communicatie, asynchrone remote assignment, en het scheiden van synchronisatie en communicatie. Een efficiënte implementatie van het BSP model is mogelijk door gebruik van de Oxford BSP bibliotheek. Dit is een piepkleine publiek-domein bibliotheek met slechts 6 basisprimitieven: de procesmanagement primitieven `bsp_start` en `bsp_finish`, de synchronisatie primitieven `bsp_sstep` en `bsp_sstep_end`, en de remote assignment primitieven `bsp_fetch` en `bsp_store`. De bibliotheek is beschikbaar voor FORTRAN, Pascal, C, en C++.

Martyn Guest (Pacific Northwest Laboratory, USA) begon zijn lezing over high-performance computational chemistry met een horror-story over de sme-

rigste plek op aarde: Hanford, Washington State, met een totaal-score van 149 enkelwandige tanks met nucleair afval (sommige met nog steeds kokende inhoud), 28 dubbelwandige tanks, 10^9 m³ gevaarlijk afval, en 446 miljoen curies radioactiviteit. Veertig jaar Koude Oorlog en de daarbij behorende plutonium-productie hebben een geweldige hoeveelheid afval ("bijproducten") achtergelaten en het is één van de taken van het Pacific Northwest lab om dit te helpen opruimen. Via cat-ion binding worden deze afvalstoffen uit de tanks verwijderd, en computationele scheikunde wordt gebruikt om dit soort processen te begrijpen en te verbeteren. Een typische simulatie met n^5 berekeningen voor $n = 630$ basisfuncties kan tussen de 12 en 50 uur kosten op een werkstation (van 38 Mflop/s). Parallele computers zijn nodig om dit te versnellen.

Bij het ontwikkelen van dergelijke parallele applicaties is schaalbaarheid van het grootste belang. Data moeten gedistribueerd worden en niet gerepliceerd, omdat anders de maximale probleemgrootte beperkt zou blijven. Distributie via specificatie door de gebruiker, zoals in High Performance Fortran, is niet mogelijk bij deze berekeningen omdat de datastructuren zeer irregulier zijn. De oplossing die Guest en zijn co-werkers hebben gekozen is het gebruik van zgn. global arrays. Deze verschaffen asynchrone toegang tot blokken van gedistribueerde arrays, wat makkelijker is in het gebruik dan het versturen van boodschappen, en toch even efficiënt. De software is geïmplementeerd op een Kendall Square Research (KSR) machine, op een Intel Delta en een Intel Paragon, en op een cluster van werkstations.

Het hart van de berekening is het oplossen van de tijdsafhankelijke Schrödinger vergelijking $\mathbf{H}\psi = E\psi$. Het diagonaliseren van de zgn. Fock matrix blijkt bij deze berekening de flessehals te zijn. Deze diagonalisatie wordt uitgevoerd met behulp van de reële symmetrische eigenwaarde-oplosser van ScaLaPack, een parallele versie van het bekende LAPACK pakket. Guest had niet veel goeds over deze oplosser te melden: ScaLaPack is langzaam, lastig te gebruiken, en verandert snel. Hij heeft dit onderdeel van zijn programma vervolgens vervangen door het oplossen van een niet-lineair optimaliseringsprobleem, waarbij matrix-matrix vermenigvuldiging de kern is. Hiermee bereikte hij bijna-lineaire versnellingen, voor een aantal processoren dat oploopt tot $p = 512$. Als voorbeeld: een berekening voor pyridine in een zeoliet ZSM-5 met 389 atomen, 3366 basisfuncties, en 3182 elektronen kost een weekend rekentijd op een 64-processor KSR-2. Parallele lineaire algebra blijft een probleem: architectuur-onafhankelijke pakketten zijn dringend gewenst.

Karsten Decker (Swiss Scientific Computing Centre CSCS, Manno, Zwitserland) deed een boekje open over zijn werk aan gebruikersvriendelijke parallele programmeeromgevingen en hulpmiddelen. De groep van Decker wordt gedeeltelijk gesponsord door de Japanse firma NEC en gedeeltelijk door de Swiss National Science Foundation. De groep bestaat uit informatici ("gereedschapsbouwers"), computational scientists ("toepassers") en systeemontwerpers. Tot nu toe afgeleverde prototypes: een parallele debugger en de parallelliserende compiler Oxygen die een programma vertaalt naar de Message Passing Interface (MPI) standaard. Deze zijn getest op de Cenju-2 machine, voor de NAS bench-

marks, het moleculaire-dynamica pakket GROMOS en voor iteratieve oplosers. Uit deze tests blijkt dat er een gigantische datastroom gegenereerd wordt.

Aan het slot van zijn lezing vertelde Decker over intelligente programmeeromgevingen. Het is beter om problemen te beschrijven door te zeggen WAT er gedaan moet worden, dan HOE. Dit leidt tot een probleemgeëïenteerde specificatie. Een voorbeeld is BLIPS (Basic Language for Iterative Parallel Solvers).

Petter Bjørstad (Institutt for Informatikk, Bergen, Noorwegen) liet zien hoe hij parallelle computers gebruikt voor het simuleren van stroming in poreuze media en in het bijzonder oliereservoirs. Hij heeft de beschikking over een 16384-processor MASPARE en een 64-processor Parsytec PowerXplorer. Zijn simulaties vergen het oplossen van grote ijle ongestructureerde stelsels $Ax = b$. Bjørstad gebruikt iteratieve oplosmethoden met Schwarz preconditionering. Hierbij is het reservoir gesplitst in subdomeinen, met één of meer subdomeinen per processor. In een typische berekening zijn er 1 miljoen roosterpunten, elk met vele oplossingscomponenten. Dit kost ruwweg 50 s. per tijdstap. De levensduur van een oliereservoir in zijn berekening is 40 tijdstappen. In het algemeen leiden domeindecompositie-methoden tot geschikte preconditioneringen die locale en globale communicatie scheiden. Voor zijn werk heeft Bjørstad behoefte aan betere implementaties van MPI.

Larry Rudolph (Dept. Computer Science, Hebrew University, Jeruzalem, Israël) bracht ons zijn visie op de toekomst van het parallellisme, onder het motto "adaptiviteit". Zijn verhaal had naast een wetenschappelijke inhoud ook een hoge amusementswaarde. Rudolph demonstreerde parallellisme met behulp van twee flessen water. Door een trucje liet hij zijn fles veel sneller leeglopen dan die van de controlepersoon. Hierbij maakte hij handig gebruik van een parallelle instroom van lucht en uitstroom van water.

Het dynamisch balanceren van werklast is cruciaal voor bepaalde parallelle berekeningen. Het basisprincipe is dat er een minimale gegarandeerde efficiency moet zijn, bijvoorbeeld van 50%. Dit kan het best geïllustreerd worden met de prangende vraag "Wanneer moet ik ski's aanschaffen?". Het lijkt verstandig eerst te huren, en pas te kopen als het skiën bevalt. Maar wanneer precies? Het antwoord volgens het basisprincipe is: koop als je de koopprijs al geheel hebt besteed aan huur. Zo betaal je nooit meer dan een factor twee te veel. Rudolph raadt dit aan als een basisprincipe voor veel beslissingen in een mensenleven. Op het gebied van parallel computing kan dit principe vertaald worden naar "gang scheduling" van rekentaken.

Naast werkverdeling is ook communicatie van belang. Het doorgeven van boodschappen (message passing) is moeilijk, want dit vereist actie van zowel de zender als de ontvanger. Het probleem van zenden en ontvangen is niet symmetrisch: de actie `receive(*)` = "ontvang van iedereen die naar me stuurt" is toegestaan, maar de actie `send(*)` = "zend naar iedereen die deze boodschap wil ontvangen" is verboden. De beste oplossing is het gebruik van `put` en `get` primitieven (equivalent met `bsp_store` en `bsp_fetch—RB.`), die data in een niet-locale geheugenplaats schrijven, resp. uit zo'n plaats lezen. Dit leidt tot

elegantere programma's, waarbij de inverse operaties ontbreken.

Tot slot vertelde Rudolph over de mogelijkheden van optische verbindingen via de vrije ruimte: processoren kunnen met elkaar communiceren via spiegels of speciale kristallen. Het kost een bepaalde tijd om een aantal verbindingen te leggen, maar daarna kan met een zeer grote bandbreedte gecommuniceerd worden. Als toegift illustreerde Rudolph de verschillen tussen parallel, concurrent, en distributed computing door een jongleeract met drie appels uit te voeren, en deze al jonglerend op te eten.

In de wandelgangen van dit symposium waren er demonstraties en werd er informatie verschaft door de sponsors Silicon Graphics, Parsytec BV, en de Stichting Nationale Computer Faciliteiten. Er waren zeventig toehoorders. De dag werd beëindigd met een borrel.

1.11 11-th GAMM-Seminar Kiel, 20 tot 22 januari 1995, "Numerical treatment of Coupled Systems" (C. Vuik)

De voordrachten die op dit seminar gegeven werden vertoonden een grote verscheidenheid. Uit de introductie van prof. Hackbusch bleek dat de koppeling tweeledig bedoeld was:

1. koppeling van verschillende problemen, zoals een warmteprobleem gekoppeld met een stromingsprobleem,
2. koppeling van verschillende oplostechnieken, zoals de koppeling van een Finite Element Methode en een Boundary Element Methode.

We zullen hieronder een aantal voordrachten uit de verschillende categorieën bespreken.

Gekoppelde stromingsproblemen: O. Kolditz en H. Kaspar gaven een voordracht over grondwaterstromingen in rotsformaties. Hierbij werd de stroming gekoppeld aan warmte- en dichtheidsverschillen van de vloeistof en thermo-elastische effecten van de rotsformatie. Verschillende discretisatie- en oplostechnieken zijn onderzocht. Het bleek dat het probleem erg gevoelig was voor verstoringen. Verschillende oplosmethoden leverden verschillende oplossingen op. Daarnaast was er veel aandacht besteed aan gridgeneratie. Hierbij werden 3-dimensionale elementen in de rotsformatie gekoppeld aan 2-dimensionale elementen in breukvlakken en 1-dimensionale elementen in boorgaten. Er werden een aantal verbeteringen aangegeven om een 'goed' grid te genereren voor deze (zeer) complexe geometrieën.

Door U. Specht werd een voordracht gegeven waarbij het effect van cavitatie op een vaste stof onderzocht is. Hierbij werd een 'finite element solver' voor de Euler vergelijkingen, gekoppeld met een 'Godunov' methode voor de elasto-plastische golfvoortplanting in de vaste stof. In plaats van integratie langs de karakteristieken, die behoren bij de geluidssnelheid van de vloeistof, wordt de integratie uitgevoerd langs de karakteristieken, die behoren bij de hoogste golfsnelheid van de vaste stof. Als testvoorbeeld werd de druk berekend van

een imploderende gasbel in de buurt van een metaaloppervlak. De temperatuurverdeling in een lasnaad werd behandeld door G. Lube. Hierbij wordt de temperatuurverdeling gekoppeld met de deformatie van het vloeibare metaal. De temperatuur wordt beschreven door een convectie-diffusie vergelijking, terwijl de geometrie van het vloeibare metaal beschreven wordt door een model dat de oppervlakte-energie minimaliseert. Verder werd de warmteproductie van de elektrode beschreven door een functie, die afhangt van de afstand van de elektrode tot het metaal. Als toepassing werd numeriek en experimenteel aangetoond dat het verticaal lassen van twee platen meer optimaal is dan het horizontaal lassen.

Koppeling van verschillende grids: Door A. Reusken en P. Ferket werd een voordracht gegeven over de lokale defect correctie methode. Voor een Poisson probleem werd uitgelegd, dat het aantrekkelijk kan zijn om het gebied met een grof rooster te bedekken en alleen daar waar de oplossing snel varieert een verfijning uit te voeren. De iteratieve oplosmethode gaat dan als volgt:

1. bepaal de globale oplossing op het grove grid,
2. bepaal de oplossing op de rand van het fijne grid m.b.v. interpolatie,
3. bepaal de lokale oplossing op het fijne grid,
4. bepaal dan het defect en start opnieuw als het defect te groot is.

Een analyse van de discretisatiefout en de convergentie van de oplosmethoden werd gegeven. Het is de bedoeling, dat deze techniek in de toekomst gebruikt gaat worden bij het oplossen van verbrandingsproblemen. Van deze problemen is bekend, dat er gebieden zijn waar de oplossing langzaam varieert en gebieden waar de oplossing zeer sterk varieert.

Domein Decompositie (parallele solvers): De meeste voordrachten gingen over domein decompositie en koppeling van de verschillende modellen. De mogelijkheid tot parallelisatie werd vaak alleen maar genoemd. Door A. Klar werd een voordracht gegeven over domein decompositie voor kinetische en aerodynamische vergelijkingen. In de gasdynamica wordt er in bepaalde gebieden een kinetisch probleem opgelost en op andere gebieden een aerodynamisch probleem. De domeinen kunnen overlappen. Een belangrijk probleem is het vinden van de correcte koppelingsrelaties. In deze voordracht werd het interface vervangen door een overgangsgebied. Hiervan kon correctheid aangetoond worden. Het domein decompositie probleem werd opgelost met behulp van de alternerende Schwarz methode.

Finite Element Method en Boundary Element Method koppeling: U. Langer en B. Heise beschouwden een magnetisch veld probleem. Boundary element methoden zijn aantrekkelijk in de buurt van een singulariteit of een benadering van het verre veld. De eindige elementen methode is aantrekkelijk voor complexe geometrieën. Bij het berekenen van het electro-magnetisch veld in een elektromotor komen beide situaties voor. Het is dan aantrekkelijk om de beide methoden in verschillende gebieden toe te passen en daarna de FE-BE

vergelijkingen gekoppeld op te lossen. De oplossing werd berekend met een Full Multi-grid Methode en een parallele Domein Decompositie Methode. De berekeningen, op een Parsytec computer, werden uitgevoerd voor zowel test-problemen als een 'real life' elektromotor.

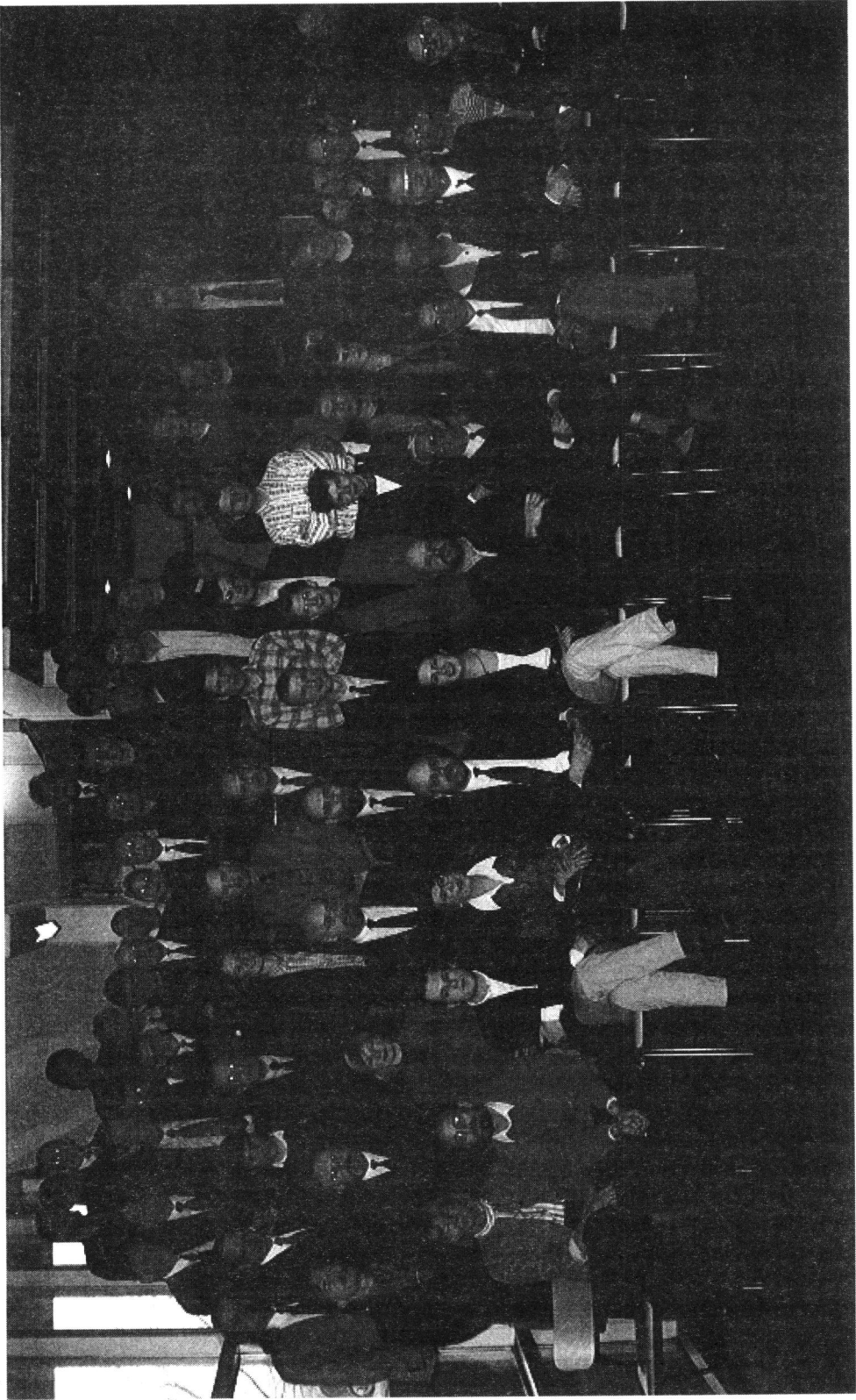
1.12 Symposium t.g.v. het 25-jarig SMC-jubileum van P.W. Hemker (M. van Loon en W.J.H. Stortelder)

Op 16 januari j.l. was het precies 25 jaar geleden dat prof.dr. P.W. (Piet) Hemker als jong onderzoeker bij de Stichting Mathematisch Centrum in dienst trad en wel bij de "numerieke sectie van de rekenafdeling". Ter gelegenheid daarvan werd op 3 februari j.l. op het CWI een symposium gehouden.

De opening van het symposium werd verricht door dr.ir. G. van Oortmerssen, directeur van het CWI. Hij memoreerde dat het steeds zeldzamer wordt dat iemand 25 jaar bij één en dezelfde werkgever in dienst is. De jubilaris zou zelf later op de dag verklaren dat er voor hem nooit reden is geweest om te vertrekken; een idealer werkgever dan de SMC had hij zich niet kunnen wensen. Dat moet zeker gegolden hebben voor de eerste tijd; "Er werd toen helemaal niet gezegd wat je moest doen", aldus de jubilaris. Na de directeur was het de beurt aan prof.dr. P.J. van der Houwen, chef van de afdeling Numerieke Wiskunde, om een inleidend woord tot de aanwezigen te richten. Hij gaf een kort overzicht van de loopbaan van Piet Hemker. In dit overzicht bleek Piet's brede belangstelling en veelzijdigheid uit o.a. zijn lidmaatschap van uiteenlopende werkgroepen en uit de diversiteit van zijn werkzaamheden: van zuiver theoretisch tot zeer praktisch. (Later op de middag zou dit laatste nog geïllustreerd worden met door Piet geschreven bewijzen en stellingen, alsmede Algol68-programmatuur.)

Natuurlijk kon de rode draad in Piet's werk, zijn werk aan multirooster-methoden, niet ongesponnen blijven. Daarover ging de eerste voordracht, die van prof.dr. W. Hackbusch uit Kiel, die zoals hij zelf zei, enige "local analysis" gaf van Piet's werk op dit gebied. Van iets filosofischer aard was de bijdrage van prof.dr.ir. P. Wesseling (TU Delft) over "De correctie van het defect van P.W. Hemker" - al deed de titel anders vermoeden. Als laatste spreker voor de theepauze sprak prof.dr. H.C. Hemker (RU Limburg), broer van de jubilaris, onder de welluidende titel "In numero, in vitro, in vivo". Hij nam ons allereerst mee terug naar de deur van de gangkast van zijn ouderlijk huis: de toegangsdeur tot het laboratorium van de gebroeders Hemker, alwaar hun eerste wetenschappelijke aspiraties spelenderwijs ontstonden. Het spelelement zou altijd een noodzakelijke voorwaarde voor onderzoek blijven. Dat was ook te merken in het vervolg van de voordracht, waarin allerlei bloederige deeltjes, op diabeelden weergegeven als slangetjes met al dan niet een gemene kop, een rol speelden bij de bloedstolling. Er bleek hier een connectie te zitten met stijve differentiaalvergelijkingen. En dat is iets waar Piet affiniteit mee heeft.

Na de pauze en het nemen van de foto (zie blz. 32 en 33) was het de beurt aan Paul de Zeeuw. Zijn voordracht droeg de titel "Van grof naar fijn" en was



De foto laat de volgende personen zien (*v.l.n.r.*):

Eerste rij: mw. C.W. Hemker-Ossen, C.W. Hemker, Bas Hemker, mw. A.T. Hemker-Brunia, P.W. Hemker, Mirte Hemker, C.J. Hemker, E.M. de Jager, M.N. Spijker, W.H.A. Schilders, J.K.M. Jansen, A.A. Reusken, J.G. Verwer.

Tweede rij: P.M. de Zeeuw, P. Wesseling, mw. T. Wesseling, H.C. Hemker, W. Hackbusch, B. Koren, J. Molenaar, mw. J.I. van den Berg, Ch. Kessler, C.R. Traas, mw. M. Nool, K.J. in 't Hout, R.P. Stevenson, mw. G. Pronk, W.A. van der Veen, H.J.J. te Riele, mw. M.G. Neytcheva, D.T. Winter.

Derde rij: W.J.H. Stortelder, J. Noordmans, C.T.H. Everaars, H. Schippers, mw. R.M. Huizing, M. van Loon, S.P. Spekreijse, J.J.B. de Swart, R.R.P. van Nooyen, H.T.M. van der Maarel.

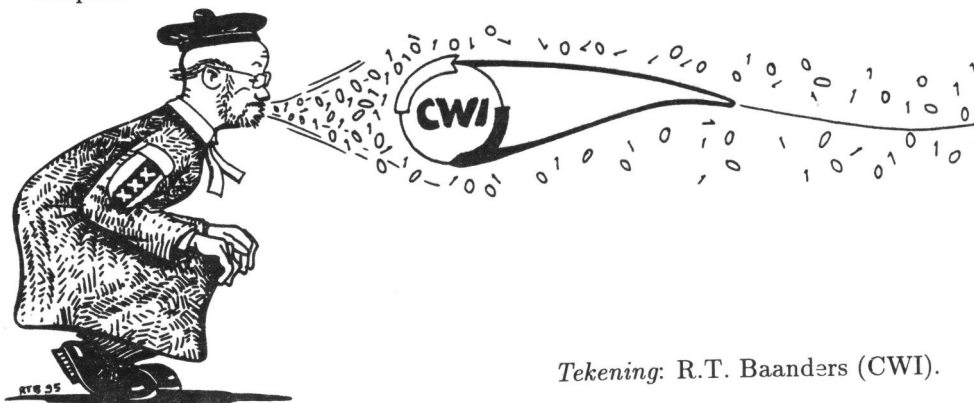
Vierde rij: P.J. van der Houwen, A.E.P. Veldman, G. van Oortmerssen, W.J. Bannink, J. Nuis, J.E. Romate, N.M. Temme, F.J.M. Barning, J. Kok, mw. H. Bijl, Th.J. Dekker, M. Zijlema, E. Brakkee, K. Dekker, D.R. Fokkema, M. Kooper, J.G.L. Booten, R.S. Heeg, G.L.G. Sleijpen, E.D. de Goede.

Vijfde rij: W. Hoffmann, W.M. Lioen, A.O.H. Axelsson, W.H. Hundsdorfer, mw. P. Pfluger, P.G. Bakker, mw. J.G. Blom, R. van der Hout, E.M. Houtman.

Foto: E. de Boer (CWI).

evenals als de bijdrage van Piet Wesseling vrij van persoonlijke toespelingen. Paul schetste een helder en overzichtelijk verhaal m.b.t. de techniek en de noodzaak van multiple-semi-coarsening. Toepassingen hiervan liggen bijv. op het gebied van de numerieke stromingsleer, waar langgerekte cellen voorkomen in grenslaagstromingen. Barry Koren, evenals Paul de Zeeuw al vele jaren samenwerkend met Piet Hemker, was de volgende spreker van de agenda. Ook hij roemde de veelzijdigheid van de jubilaris. Zijn voordracht was getiteld "Gestaltenstromen met kleine wrijvingsweerstand". Het meeste "bewijsmateriaal" van Piet, dat hij liet zien, was voor veel aanwezigen niet te begrijpen, maar bij het zien van een stukje Algol68-programmatuur veerde het oudere deel van het publiek op alsof het hiërogliefen betrof, om vervolgens spontaan met de buurman heroïsche verhalen uit het Algol68-tijdperk uit te wisselen. De hoofdmoot van Barry Koren's voordracht werd gevormd door een historisch overzicht van de stromingsleer; van Euler via Von Neumann naar Piet (en zijn vrouw). Eén conclusie luidde dat het experimentele en het analytische werk op het gebied van de stromingsleer elkaar kruisbestuivend vooruit helpen. Dit in tegenspraak met Von Neumann, die in 1945 voorspelde, dat de CFD alle andere onderdelen van de stromingsleer overbodig zou maken. (Toch vreemd dat deze spreker, die tot een duidelijk andere stelling dan Von Neumann komt, al jaren als vliegtuigbouwkundige tussen wiskundigen verkeert.) De laatste spreker van de middag was Piet's zoon Bas. Na een middag met veel wiskunde dacht iedereen lekker onderuit te kunnen gaan zitten om een bijdrage over meten in de sociale wetenschappen te horen. Niks bleek minder waar te zijn; in een niet aflatende woordenstroom werden de toehoorders ingewijd in dit vakgebied. Bas Hemker's bijdrage droeg de titel "Het polytome Mokkenmodel" en wederom diende ook deze titel in geen enkele persoonlijke context te worden gezien. (Mokken is een sociale wetenschapper met een statistische achtergrond.) De problematiek m.b.t. het opstellen van vragenlijsten voor het testen van een latente trek (bijv. intelligentie of topologische kennis) is duidelijk. De fundering van het vakgebied en het oplossen van veel voorkomende vragen (validatie, betrouwbaarheid, ...) zijn echter -net als in de wiskunde- minder evident.

Na een lange en inspirerende middag togen de bezoekers, slalomend tussen bouwvakkers en geparkeerd meubilair, richting kantine voor een afsluitende receptie.



Tekening: R.T. Baanders (CWI).

2 Publikaties

2.1 Rapporten

1. P. VAN BEEK, P. WESSELING, *Finite volume discretization of the three-dimensional incompressible Navier-Stokes equations in general coordinates*, Report 94-60, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft University of Technology, 1994.
2. A.C. BERKENBOSCH, E.F. KAASSCHIETER AND J.H.M. TEN THIJE BOONKKAMP, *The numerical computation of one-dimensional detonation waves*, Report RANA 94-21 of the Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, 1994.
3. J.G. BLOM, W. HUNSDORFER AND J.G. VERWER, *Vectorization aspects of a spherical advection scheme on a reduced grid*, CWI Report NM-R9418, 1994.
4. E. BRAKKEE, P. WESSELING, *Schwarz domain decomposition for the incompressible Navier-Stokes equations in general coordinates*, Report 94-84, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft University of Technology, 1994.
5. R.P. BRENT, P.L. MONTGOMERY AND H.J.J. TE RIELE, *Update 1 to: Factorizations of $a^n \pm 1$, $13 \leq a \leq 100$* , CWI Report NM-R9419, September 1994.
6. T.C. CHAN AND H.A. VAN DER VORST, *Approximate and incomplete factorizations*, Preprint 871, Utrecht University, Dept. of Mathematics, 1994.
7. H.J.J. VAN DAM, J.H. VAN LENTHE, G.L.G. SLEIJPEN AND H.A. VAN DER VORST, *An improvement of Davidson's iteration method: Applications to MRCI and MRCEPA calculations*, Preprint, Theoretical Chemistry Group, Utrecht University, Nov. 1994.
8. T.J. DEKKER, *Prime numbers in quadratic fields*, Technical report CS-94-10, Dept. of Comp. Sys., Univ. of Amsterdam, June 1994.
9. J.L.M. VAN DORSSELAER, *Numerical stability investigations of processes for solving linear initial value problems*, Report no. TW-94-07, RU Leiden (1994).
10. M.C. DRACOPOULOS, *Approximating inverse submatrices for parallel finite element preconditioning*, CWI Report NM-N9402, September 1994.
11. P. FERKET, A. REUSKEN, *A comparison of the local defect correction iteration and the fast adaptive composite grid iteration*, Report RANA 94-12, TUE, 1994.

12. P. FERKET, A. REUSKEN, *A finite difference discretization method for elliptic problems on composite grids*, Report RANA 95-01, TUE, 1995.
13. P. FERKET, A. REUSKEN, *Further analysis of the local defect correction method*, Report RANA 94-25, TUE, 1994.
14. P.W. HEMKER, *Remarks on sparse-grid finite-volume multigrid for 3D-problems*, CWI Report NM-R9427, 1994.
15. W. HOFFMANN, G.G. PRONK, *Implementation of Gauss-Huard's method on the IBM 9076 SP1*, Technical Report CS-94-03, Univ. of Amsterdam, February 1994.
16. K.J. IN 'T HOUT, *On the convergence of waveform relaxation methods for stiff nonlinear ordinary differential equations*, Report no. TW-94-10, Dept. of Mathematics and Computer Science, Leiden University, 1994.
17. P.J. VAN DER HOUWEN, *The development of Runge-Kutta methods for partial differential equations*, CWI Report NM-R9420, 1994.
18. W. HUNSDORFER, J.G. VERWER, *A note on splitting errors for advection-reaction equations*, CWI Report NM-R9424, 1994.
19. T. JONGEN, X. COSTANTINI, C. VUIK, *BIGMRESR: a combination of a GCR outerloop and a BICGSTAB innerloop*, TUD Report 94-62, ISSN 0922-5641, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft University of Technology, 1994.
20. W. VAN DE LANGEMHEEN, *Simulation of 1-D open channel flow using a moving adaptive grid algorithm*, Research Report X125, Delft Hydraulics, Nov. 1994.
21. J. VAN DER LINDEN, *Het automatisch afregelen van de randvoorwaarden van getijmodellen met de geadjungeerde methode*, RIKZ rapport, maart 1994.
22. M. NOOL AND P.M. DE ZEEUW, *Numerical multigrid software for elliptic PDEs, Routines: MGD1M and MGD5M*, CWI Report NM-R9423, November 1994.
23. M. NOOL, *Explicit parallel block Cholesky algorithms on the Cray APP*, CWI Report NM-R9425, December 1994.
24. C.W. OOSTERLEE, *The convergence of parallel multiblock multigrid methods*, GMD Arbeitspapiere 850, Sankt Augustin, Germany, June (1994).
25. C.W. OOSTERLEE AND H. RITZDORF, *Flux difference splitting for three-dimensional steady incompressible Navier-Stokes equations in general coordinates*, GMD Arbeitspapiere 887, Sankt Augustin, Germany, December (1994).

26. K. POTMA, W. HOFFMANN, *Performance evaluation of Gauss-Huard's method for hierarchical memory systems*, Technical Report CS-94-07, Univ. of Amsterdam, April 1994.
27. A. REUSKEN, *Fourier analysis of a robust multigrid method for convection-diffusion equations*, Report RANA 94-17, TUE, 1994.
28. G.L.G. SLEIJPEN AND H.A. VAN DER VORST, *Reliable updated residuals in hybrid Bi-CG methods*, Preprint 886, Department of Mathematics, Utrecht University, 1994.
29. S.P. SPEKREIJSE, *Two-dimensional elliptic grid generation based on the Laplace equations and algebraic transformations*, NLR Technical Report TP-93554-L, December 1993.
30. S.P. SPEKREIJSE, *Elliptic grid generation based on Laplace equations and algebraic transformations*, NLR Technical Report TP-94102-L, March 1994.
31. M.N. SPIJKER, *The effect of the stopping of the Newton iteration in implicit linear multistep methods*, Report no. TW-94-06, RU Leiden (1994).
32. R. STEVENSON, *The frequency decomposition multi-level method: A robust additive hierarchical basis preconditioner*, Report RANA 94-11 of the Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, July 1994.
33. R. STEVENSON, *Robustness of the additive and multiplicative frequency decomposition multi-level method*, Report RANA 94-22 of the Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, October 1994.
34. J.J.B. DE SWART, *Efficient parallel predictor-corrector methods*, CWI Report NM-R9417, 1994.
35. K.H. TAN AND M.J.A. BORSBOOM, *Further results with problem-dependent optimization of generalized Schwarz methods*, Tech. Report 855, Department of Mathematics, Utrecht of University, June 1994.
36. K.H. TAN, J. GROENEWEG, M.J.A. BORSBOOM, *Locally optimized block preconditioners based on domain decomposition*, Preprint nr. 880, November 1994, University Utrecht, Department of Mathematics.
37. N.M. TEMME, *Asymptotics of zeros of incomplete gamma functions*, Report AM-R9402, CWI, 1994.
38. W.A. VAN DER VEEN, J.J.B. DE SWART, P.J. VAN DER HOUWEN, *Convergence aspects of step-parallel iteration of RK methods*, CWI Report NM-R9426, 1994.

39. J.G. VERWER AND B.P. SOMMEIJER, *Stability analysis of an odd-even-line hopscotch method for three-dimensional advection-diffusion problems*, CWI Report NM-R9422, 1994.
40. G.A.L. VAN DE VORST, R.R.M. MATTHEIJ, *A BDF scheme for curvature driven moving Stokes flows*, Report RANA 94-5, TUE 1994.
41. G.A.L. VAN DE VORST, R.R.M. MATTHEIJ, *Simulation of viscous sintering*, Report RANA 94-19, TUE.
42. H.A. VAN DER VORST AND T.C. CHAN, *Linear system solvers: sparse iterative solvers*, Preprint 869, Utrecht University, Dept. of Mathematics, 1994.
43. C. VUIK, A.G.J. SEVINK, G.C. HERMAN, *A preconditioned Krylov subspace method for the solution of least squares problems*, TUD Report 94-56, ISSN 0922-5641, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft University of Technology, 1994.
44. M. ZIJLEMA, *Numerical study of the 2D turbulent flow over a sand dune using standard and RNG $k-\epsilon$ models and non-orthogonal staggered grids*, Report 94-59, Delft University of Technology, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft, 1994.
45. M. ZIJLEMA, *On the construction of a third-order accurate TVD scheme using Leonard's normalized variable diagram with application to turbulent flows in general domains*, Report 94-104, Delft University of Technology, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft, 1994.
46. M. ZIJLEMA, *On the sensitivity of the results to the numerical approximation of turbulence convective transport in a $k-\epsilon$ turbulence model*, Report 95-06, Delft University of Technology, Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft, 1995.

2.2 Proceedings en boekbijdragen

1. O. AXELSSON AND J. MAUBACH, *Global space-time finite element methods for time-dependent convection diffusion problems*, in: *Advances in Optimization and Numerical Analysis*, (S. Gomez and J.-P. Hennart, eds.), Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 165-183, 1994.
2. R.H. BISSELING AND W.F. MCCOLL, *Scientific computing on bulk synchronous parallel architectures*, in: B. Pehrson and I. Simon (Eds.), *Proc. IFIP 13th World Computer Congress, Vol. I*, North-Holland, pp. 509-514, 1994.
3. C. CLÉMENÇON, K. M. DECKER, A. ENDO, J. FRITSCHER, G. JOST, N. MASUDA, A. MÜLLER, R. RÜHL, W. SAWYER, E. DE STURLER

- AND B. J. N. WYLIE, *Application-Driven Development of an Integrated Tool Environment for Distributed Memory Parallel Processors*, in: Proceedings of the 1st International Workshop on Parallel Processing (IEEE-IWPP'94, Bangalore), V. K. Prasanna and V. P. Bhatkar and L. M. Patnaik and S. K. Tripathi (Eds.), IEEE (Publ.), 1994.
4. C. COTTIN AND R.M.J. VAN DAMME, *3D reconstruction of closed objects by piecewise cubic triangular Bézier patches*, in: Mathematics of Surfaces III, Bath, 1990, J.C. Mason and M.G. Cox (Eds.), pp. 395–410, 1994.
 5. K. DEKKER, *Preconditioned conjugate gradient techniques for the solution of time-dependent differential equations*, in: S.O. Fatunla (ed.) Scientific Computing: Proc. of the 5th International Conference on Scientific Computing, Ada Jane Press, Benin-City, 1994.
 6. J.-A. DÉSIDÉRI, P.W. HEMKER, B. KOREN AND M.-H. LALLEMAND, *Research in computational fluid dynamics, stimulated by ERCIM*, in: From Universal Morphisms to Megabytes - a Baayen Space Odyssey, 269-286 (K.R. Apt, A. Schrijver and N.M. Temme, eds.), CWI, Amsterdam, 1994.
 7. B.J. GEURTS, A.W. VREMAN AND J.G.M. KUERTEN, *Comparison of DNS and LES of transitional and turbulent compressible flow: flat plate and mixing layer*, 74th Fluid Dynamics Panel and Symposium on Application of DNS and LES to transition and turbulence, 18-21 April, Chania, Crete. Greece, 1994.
 8. M. VAN GIJZEN, *Clustering of elements in EBE-preconditioners*, in: DIANA Computational Mechanics '94, G.M.A. Kusters and M.A.N. Hendriks (Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 297–306, 1994.
 9. R.H.J. GMELIG MEYLING, *Analysis of multi-well pressure transient data*, in: Proc. 4th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Roros, Norway, June 1994.
 10. E.D. DE GOEDE AND G.S. STELLING, *A multi-block method for the three-dimensional shallow water equations*, in: Massively Parallel Processing Applications and Development, Proc. 1994 EUROSIM Conf., L. Dekker, W. Smit, J.C. Zuidervaart (Eds.), Elsevier, 1994, pp. 71-78.
 11. P.W. HEMKER AND B. KOREN, *Defect correction and nonlinear multigrid for the steady Euler equations*, in: Proceedings of the International Workshop on Solution Techniques for Large-Scale CFD Problems, Montréal, 1994, 223-241 (W.G. Habashi, ed.), Centre de Recherche en Calcul Appliqué, Montréal, 1994.

12. P.W. HEMKER AND G.I. SHISHKIN, *On a class of singularly perturbed boundary value problems for which an adaptive mesh technique is necessary*, in: Proceedings of the Second International Colloquium on Numerical Analysis, August 13-17, 1993, 83-92, (D. Bainov and V. Covachev eds.), VSP, International Science Publishers, Utrecht, The Netherlands.
13. W. HOFFMANN, *Solving linear equations by direct methods*, in: Aspects of computational science, 261-268, (A.J. van der Steen ed.), NCF, Stichting Nationale Computer Faciliteiten, 's-Gravenhage, The Netherlands, 1994.
14. B. KOREN, *Improving Euler computations at low Mach numbers*, in: Proceedings of the International Workshop on Solution Techniques for Large-Scale CFD Problems, Montréal, 1994, 333-357 (W.G. Habashi, ed.), Centre de Recherche en Calcul Appliqué, Montréal, 1994.
15. H. KUERTEN AND B. GEURTS, *A multigrid multiblock solver for compressible turbulent flow*, in *Contributions to multigrid*, Eds. P.W. Hemker and P. Wesseling, CWI Tract 103, pp. 125-136, 1994.
16. M. VAN LOON, *Numerical methods in smog prediction*, in: Air Pollution II, Vol. 1, (J.M. Baldasano et al. eds.), Computational Mechanics Publications, Southampton-Boston, 563-570, 1994.
17. H.T.M. VAN DER MAAREL AND P.W. HEMKER, *Structured adaptive finite-volume multigrid for compressible flows*, Proceedings Kiel GAMM Meeting 1994, Vieweg Verlag, 1994.
18. P.H. MICHIELSE, *Programming the Convex Exemplar Series SPP system*, in: Proceedings of the Copenhagen Workshop on Parallel Scientific Computing (June 1994), Lecture Notes in Computer Science, 879, Springer-Verlag, Berlin, November 1994.
19. P.H. MICHIELSE, *Parallel numerical reservoir simulation: a feasibility study*, in: Proceedings of the 64th Society of Exploration Geophysicists (SEG) Meeting, Los Angeles, October 1994.
20. P.L. MONTGOMERY, *Square roots of products of algebraic numbers*, in: Walter Gautschi (ed.), Mathematics of Computation 1943-1993, Proceedings of Symposia in Applied Mathematics, American Mathematical Society, 1994.
21. C.W. OOSTERLEE, H. RITZDORF, A. SCHÜLLER AND B. STECKEL, *Parallel multigrid results for Euler equations and grid partitioning into a large number of blocks*, in: W. Gentsch, U. Harms (Eds.): High Performance Computing and Networking, Proc. of the HPCN Conference München, Lecture Notes in Computer Science 796, pp 145-150, Springer, Berlin (1994).

22. A. REUSKEN, *Multigrid with matrix-dependent transfer operators for convection-diffusion problems*, in: Multigrid Methods IV, Proceedings of the Fourth European Multigrid Conference, Amsterdam 1993, P.W. Hemker and P. Wesseling (Eds.), International Series of Numerical Mathematics, Vol. 116, Birkhäuser, Basel, pp. 269–280, 1994.
23. H.J.J. TE RIELE, *A new method for finding amicable pairs*, in: Walter Gautschi (ed.), Mathematics of Computation 1943–1993, Proceedings of Symposia in Applied Mathematics, American Mathematical Society, 1994.
24. G.L.G. SLEIJPEN, D.R. FOKKEMA, AND H.A. VAN DER VORST, *BiCGstab(ℓ): an efficient and surprisingly stable solver of nonsymmetric linear equations*, in: Proceedings of the Cornelius Lanczos International Centenary Conference, J.D. Brown, M.T. Chu, D.C. Ellison, R.J. Plemmons (Eds.), Proceedings in Applied Mathematics 73, SIAM, Philadelphia, pp. 291–293, 1994.
25. G.L.G. SLEIJPEN, H.A. VAN DER VORST, AND D.R. FOKKEMA, *How to improve the convergence of hybrid Bi-CG methods*, in: IMACS '94, Proceedings 14th World Congress on Computation and Applied Mathematics, Late Papers Volume, W.F. Ames, ed., pp. 75–78, 1994.
26. R.P. STEVENSON, *Robust multi-grid with 7-point ILU smoothing*, in: Multigrid Methods IV, Proceedings of the Fourth European Multigrid Conference, Amsterdam 1993, P.W. Hemker and P. Wesseling (Eds.), International Series of Numerical Mathematics, Vol. 116, Birkhäuser, Basel, pp. 295–308, 1994.
27. TH.L. VAN STIJN, P.A. BLOKLAND, J. LANDER, *Integrating systems for the challenge of coastal zone management*, in: Proceedings of Hydroinformatics '94, Delft, 1994.
28. M. VAN STRALEN AND H. BLOK, *Full vectorial beam propagation method based on the directional decomposition of the electromagnetic field*, in: Proceedings EUROPT Series, International Symposium on Integrated Optics, Linear and Nonlinear Optics, Vol. 2212, Lindau, Germany, 11–13 April 1994, pp. 47–56, 1994.
29. E. DE STURLER, *IBLU Preconditioners for Massively Parallel Computers*, in: Domain Decomposition Methods in Science and Engineering, Proceedings of the Seventh International Conference on Domain Decomposition, October 27–30, 1993, The Pennsylvania State University, American Mathematical Society (Publ.), 1995.
30. K.H. TAN AND M.J.A. BORSBOOM, *On generalized Schwarz coupling applied to advection-dominated problems*, in: Domain Decomposition Methods

for Partial Differential Equations, Proc. 7th Int. Symp., D.E.Keyes and J.C.Xu (Eds.), AMS, 1994.

31. N.M. TEMME, *Numerical aspects of uniform Airy-type asymptotic expansions*, Proceedings of Vancouver conference Mathematics of Computation, August 1993.
32. P. VASSILEVSKI AND O. AXELSSON, *A two-level stabilizing framework for interface domain decomposition preconditioners*, in: Advances in Numerical Methods and Applications (I.T. Dimov, Bl. Sendov, P.S. Vassilevski eds.), World Scientific, 1994, pp. 196-202.
33. W.A. VAN DER VEEN AND F.W. WUBS, *A fast method for the computation of fairly low and fairly long gravity waves*, in: Computational Methods in Water Resources X, A. Peters et al (Eds.), Kluwer Academic Publishers, pp. 1121-1128, 1994.
34. R.W.C.P. VERSTAPPEN AND A.E.P. VELDMAN, *Direct numerical simulation of a 3D turbulent flow in a driven cavity*, in: Computational Fluid Dynamics '94, S. Wagner et al (Eds.), John Wiley & Sons, pp. 558-565, 1994.
35. H.A. VAN DER VORST, *A comparison between ART, CG, and SIRT*, in: J.D. Brown, M.T. Chu, D.C. Ellison, and R.J. Plemmons (Eds.), Proceedings of the Cornelius Lanczos International Centenary Conference, Proceedings in Applied Mathematics **73**, SIAM, Philadelphia, pp. 302-304, 1994.
36. H.A. VAN DER VORST AND G.L.G. SLEIJPEN, *An introduction to hybrid iteration methods*, in: Proceedings of the international workshop on solution techniques for large-scale CFD problems, CERCA, W.G. Habashi (Ed.), Montreal, pp. 143-159, sept. 1994.
37. C. VUIK, *GMRES-like methods with variable preconditioners*, in: Proceedings of the Cornelius Lanczos Centenary Conference held at Raleigh, North Carolina, December 12-17, 1993, J.D. Brown, M.T. Chu, D.C. Ellison and R.J. Plemmons eds., SIAM, pp. 282-284, ISBN-0-89871-339-0, Philadelphia, 1994.
38. B. VREMAN, B.J. GEURTS AND H. KUERTEN, *Subgrid-modelling in LES of compressible flow*, First ERCOFTAC workshop on Direct and Large Eddy simulation, 28-30 March, Guildford, England, 1994.
39. P. WESSELING, P. VAN BEEK, R.R.P. VAN NOOYEN, *Aspects of non-smoothness in flow computations*, in: A. Peters, G. Wittum, B. Herrling, U. Meissner, C.A. Brebbia, W.G. Gray and G.F. Pinder (eds.): Computational Methods in Water Resources X, pp. 1263 - 1271. Kluwer, Dordrecht, 1994.

40. P. WESSELING, C.G.M. KASSELS, C.W. OOSTERLEE, A. SEGAL, C. VUIK, S. ZENG AND M. ZIJLEMA, *Computing incompressible flows in general domains*, in: Proceedings of the international workshop held at Heidelberg October 25-28, 1993, F.-K. Hebeker, R. Rannacher and G. Wittum (eds.): Numerical methods for the Navier-Stokes equations, pp. 298-314, ISBN-3-531-07647-X, Vieweg, Braunschweig, 1994.

2.3 Tijdschriftartikelen

1. O. AXELSSON AND M. NEYTICHEVA, *Algebraic multilevel iteration method for Stieltjes matrices*, Num. Lin. Alg. Appl. 1 (1994), 213-236.
2. C. CLÉMENÇON, K. M. DECKER, A. ENDO, J. FRITSCHER, G. JOST, T. MARUYAMA, N. MASUDA, A. MÜLLER, R. RÜHL, W. SAWYER, E. DE S_TURLER AND B. J. N. WYLIE, *Architecture and Programmability of the NEC Cenju-3*, Speedup Journal 8 (2), pp. 15-22, 1994.
3. C. COTTIN AND R.M.J. VAN DAMME, *Construction of a VC1 interpolant over triangles via edge deletion*, CAGD 11 (6), pp. 675-686, 1994.
4. R.M.J. VAN DAMME AND R-H. WANG, *Curve interpolation with constrained length*, Computing Vol. 54, pp. 69-82, 1995.
5. T.J. DEKKER, W. HOFFMANN, K. POTMA, *Parallel algorithms for solving large linear systems*, J. Comp. Appl. Math. (50), 221-232, May 1994.
6. M.H.H. VAN DIJK, B.T.M. VERHAPPEN, J.K.M. JANSEN, M.J. NOOT, *FEM model to support electro chemical drilling of turbulated cooling holes*, ASME Journal, 94-GT-305, 1-6, June 1994.
7. B.J. GEURTS AND J.G.M. KUERTEN, *Numerical aspects of a block structured compressible flow solver*, Journal of Engineering Mathematics, 7, pp. 293-307, 1993.
8. B.J. GEURTS, J.G.M. KUERTEN, A.W. VREMAN, V. THEOFILIS AND P.J. ZANDBERGEN, *A finite volume approach to compressible large eddy simulation*, Applied Scientific Research, 51, pp. 325-329, 1993.
9. P.W. HEMKER AND G.I. SHISHKIN, *Discrete approximation of singularly perturbed parabolic PDEs with a discontinuous initial condition*, Computational Fluid Dynamics Journal (2), 375-392, 1994.
10. P.W. HEMKER AND P.M.C. THOOLEN, *Approximation methods for n-component solute transport and ion-exchange*, J. Comp. Appl. Math. (53), 275-290, 1994.

11. W. HOFFMANN, K. POTMA, G.G. PRONK, *Solving dense linear systems by Gauss-Huard's method on a distributed memory system*, Future Generation Computer Systems (10), 321–325, June 1994.
12. P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, *Butcher-Kuntzmann methods for nonstiff problems on parallel computers*, Appl. Numer. Math. 15, 357-374, 1994.
13. P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, *Preconditioning in parallel Runge-Kutta methods for stiff initial value problems*, Computers Math. Applic. 28, 17–31, 1994.
14. M.V. DE HOOP AND A.T. DE HOOP, *Elastic wave up/down decomposition in inhomogeneous and anisotropic media: an operator approach and its approximations*, Wave Motion, 20 (1994), pp. 57-82.
15. J.K.M. JANSEN, R.R.M. MATTHEIJ, M.T.M. PENDERS, W.H.A. SCHILDERS, *Stability and efficiency of waveform relaxation methods*, Computers Math. Applic. 28 (1994), 153-166.
16. L.V. KALACHEV, R.R.M. MATTHEIJ, *On optimally scaled systems for second order scalar singularly perturbed problems*, Appl. Math. Comp. 82(1994), 1-23.
17. A.A.J. KETELAARS, E.F. KAASSCHIETER, W.J. COUMANS AND P.J.A.M. KERKHOF, *The influence of shrinkage on drying behaviour of clays*, Drying Technology, 12, 1561–1574, 1994.
18. J.F.B.M. KRAAIJEVANGER, *Two counterexamples related to the Kreiss matrix theorem*, BIT 34, p. 113–119 (1994).
19. H. KUERTEN AND B. GEURTS, *Multigrid acceleration of a block structured compressible flow solver*, J. Engg. Math. Vol. 29, pp. 11-31 (1995).
20. E.I. LAGER AND G. MUR, *Compatibility relations for time-domain and static electromagnetic field problems*, invited paper special issue of the ACES journal on the numerical computation of low frequency electromagnetic fields, Vol. 9, No. 2, July 1994, pp. 25-29.
21. M. LOUTER-NOOL, *A parallel multigrid code with a fast vectorized ILU-relaxation*, Future Generation Computer Systems, vol. 10, 1994, pp. 309–313.
22. P.L. MONTGOMERY, *A survey of modern factorization algorithms*, CWI Quarterly, Volume 7, Number 4, December 1994.
23. P.M. MOREE, H.J.J. TE RIELE AND J. URBANOWICZ, *Divisibility properties of integers x, k satisfying $1^k + 2^k + \dots + (x - 1)^k = x^k$* , Math. Comp., vol. 63, number 208, 1994, pp. 799–816.

24. G. MUR, *Compatibility relations and the finite-element formulation of electromagnetic field problems*, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 30, No. 5, September 1994, pp. 2972-2975.
25. G. MUR, *Edge elements, their advantages and their disadvantages*, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 30, No. 5, September 1994, pp. 3552-3557.
26. M. NEAMTU, P.R. PFLUGER, *Degenerate polynomial patches of degree 4 and 5 used for geometrically smooth interpolation in R^3* . Computer aided geometric design (11), 451-474, 1994.
27. Z.Q. PENG AND A.G. TIJHUIS, *Transient scattering by a lossy dielectric cylinder: Marching-on-in-frequency approach*, Journal of Electromagnetic Waves and Applications, Vol. 7, No. 5, 1993, pp. 739-763.
28. K. POTMA, W. HOFFMANN, *Boosting the performance of the linear algebra part in an ODE solver for shared memory systems*, Future Generation Computer Systems (10), 315-319, June 1994.
29. H.J.J. TE RIELE, *Computational number theory at CWI in 1970-1994*, CWI Quarterly, Volume 7, Number 4, December 1994.
30. A. SEGAL, C. VUIK AND C.G.M. KASSELS, *On the implementation of symmetric and antisymmetric periodic boundary conditions for incompressible flow*, Int. J. Num. Meth. Fluids, 18, pp. 1153-1165, 1994.
31. B.P. SOMMEIJER, P.J. VAN DER HOUWEN, J. KOK, *Time integration of three-dimensional numerical transport models*, Appl. Numer. Math. 16, 1994.
32. G.S. STELLING AND J.A.TH.M. VAN KESTER, *On the approximation of horizontal gradients in sigma coordinates for bathymetry with steep bottom slopes*, Int. J. Numer. Methods Fluids, Vol.18, 1994, pp. 915-935.
33. R.P. STEVENSON, *Modified ILU as a smoother*, Numer. Math. Vol. 68, pp. 295-309, 1994.
34. N.M. TEMME, *A set of algorithms for the incomplete gamma functions*, Probability in the Engineering and Informational Sciences, 8, 291-307, 1994.
35. C.R. TRAAS, H. SIEMES, H. SCHAE BEN, *Smoothing pole figures using tensor products of trigonometric and polynomial splines*, Materials Science Forum 157-162 (1994) pp.453-458.
36. R.A. TROMPERT, *Local uniform grid refinement and transport in heterogeneous porous media*, Advances in Water Resources 16, 293-304, 1994.

37. H.A. VAN DER VORST AND C. VUIK, *GMRESR: a family of nested GMRES methods*, Num. Lin. Alg. Appl., 1, pp. 369-386, 1994.
38. B. VREMAN, B.J. GEURTS, H. KUERTEN, *On the formulation of the dynamic mixed subgrid-scale model*, Phys. Fluids, Vol. 6, pp. 4057-4059 (1994).
39. B. VREMAN, B.J. GEURTS, H. KUERTEN, *Realizability conditions for the turbulent stress tensor in Large Eddy Simulation*, J. Fluid Mech., Vol. 278, pp. 351-362 (1994).
40. M. WORRING, P.R. PFLUGER, A.W.M. SMEULDERS, A.B. HOUTSMULLER, *Measurement of 3D-line shaped objects*, Pattern Recognition Letters (15), 497-506, May 1994.
41. P. ZWAMBORN, AND P.M. VAN DEN BERG, *Computation of electromagnetic fields inside strongly inhomogeneous objects by weak-conjugate-gradient fast-Fourier-transform method*, Journal of the Optical Society of America, vol. 11, no. 4, 1994, pp. 1414-1421.

2.4 Proefschriften en boeken

1. J.H. BRANDTS, *Superconvergence Phenomena in Finite Elements Methods*, Proefschrift, UU, 1995.

Samenvatting:

In dit proefschrift wordt geprobeerd om inzicht te verkrijgen in de superconvergentie verschijnselen die zich uiten bij diverse eindige elementen methoden. Tevens wordt getracht enige structuur aan te brengen in reeds bestaande resultaten om ze vervolgens te classificeren.

Allereerst wordt het begrip "superconvergentie" geïntroduceerd en binnen een kader geplaatst, te weten het kader van het "wiskundig modelleren van de werkelijkheid". Vervolgens wordt, na het definiëren van de nodige functieruimten en operatoren, een relatief eenvoudig (ééndimensionaal) model onderzocht op superconvergentie. Er volgen resultaten, die een verbetering vormen van de bestaande theorie over dit model. Daarna wordt een tweedimensionaal elliptisch probleem onderzocht. Ook hiervoor wordt superconvergentie aangetoond. Voor beide problemen worden foutchatters ontwikkeld, en alle resultaten worden getest aan de hand van numerieke experimenten. Vervolgens worden de resultaten geëxtrapoleerd naar tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen.

Tot slot wordt getracht om de superconvergentie eigenschap te isoleren van het expliciete probleem waarbij het optreedt. In combinatie met de in de "intermezzo's" verkregen intuïtie over superconvergentie wordt aangetoond dat de standaard eindige elementen methode en de gemengde eindige elementen methode voor een model probleem, elkaar aanvullende aspecten zijn van het numeriek benaderen van de Helmholtz decompositie

van een $L^2(\Omega)$ -vectorveld, en dat hun superconvergentie eigenschappen dienovereenkomstig aan elkaar gerelateerd zijn.

2. J.L.M. VAN DORSSELAER, *Theoretical Aspects of Numerical Methods for Initial Value Problems*, Proefschrift, RUL, 1994.

Samenvatting:

In dit proefschrift worden enkele theoretische aspecten van numerieke methoden voor het oplossen van beginwaardeproblemen bij differentiaalvergelijkingen onderzocht. Zulke beginwaardeproblemen spelen een belangrijke rol bij het modelleren van verschijnselen die optreden in de natuurwetenschappen, economie etc. Slechts in uitzonderingsgevallen is het mogelijk om de oplossing van een beginwaardeprobleem te beschrijven met een eenvoudige wiskundige formule. In situaties waarbij dit niet mogelijk is worden vaak numerieke methoden gebruikt om inzicht te krijgen in de oplossing van een beginwaardeprobleem.

Wanneer een numerieke methode toegepast wordt op een beginwaardeprobleem is het van cruciaal belang dat het verkregen numerieke schema stabiel is. Een numeriek schema wordt stabiel genoemd als de fouten (zoals afrondfouten en discretiseringsfouten) die optreden tijdens het numerieke proces niet al te sterk doorwerken in de uiteindelijk gevonden benadering. Benaderingen verkregen met een instabiele numerieke methode kunnen heel erg onbetrouwbaar zijn.

In dit proefschrift worden enkele stabiliteitscriteria van numerieke methoden voor het oplossen van lineaire beginwaardeproblemen bestudeerd. Deze criteria kunnen gebruikt worden om a priori na te gaan of een gegeven numeriek schema zich stabiel zal gedragen of niet. De hier beschreven resultaten zijn toepasbaar in gevallen waarbij stabiliteitsuitspraken gebaseerd op eigenwaardenanalyse zeer misleidend kunnen zijn. De theorie is zo opgezet dat ze relevant is voor zowel beginwaardeproblemen bij gewone differentiaalvergelijkingen als voor begin-randwaardeproblemen bij partiële differentiaalvergelijkingen.

Dit proefschrift bestaat uit een inleiding en vier hoofdstukken. De inleiding is geschreven met de bedoeling ook begrijpelijk te zijn voor lezers die niet gespecialiseerd zijn in het vakgebied. In deze inleiding wordt een voorbeeld van een instabiel numeriek schema voor een eenvoudig lineair begin-randwaardeprobleem gepresenteerd. Dit schema produceert zeer slechte benaderingen, wat veroorzaakt wordt door instabiliteit.

In hoofdstuk 1 wordt de stabiliteit van numerieke processen onderzocht onder de aanname dat aan een zogenaamde resolventvoorwaarde voldaan is. Ook nauw verwante onderwerpen, zoals de stabiliteit van een stelsel lineaire gewone differentiaalvergelijkingen, komen aan de orde. Aan de hand van een hyperbolisch begin-randwaardeprobleem wordt de theorie geïllustreerd.

In hoofdstuk 2 worden stabiliteitsresultaten afgeleid onder de aanname dat het numeriek bereik van een gegeven matrix in een bepaalde deelverzameling van het complexe vlak ligt. Ter illustratie van de theorie beschouwen we een numeriek schema voor een tijds-afhankelijke convectie-diffusievergelijking. Dit schema is gebaseerd op het zogenaamde methode-der-lijnen-concept waarbij voor de plaatsdiscretisatie een spectraalmethode gebruikt wordt.

In het algemeen is het moeilijk om voor een gegeven numeriek schema theoretisch te verifiëren of aan een stabiliteitscriterium uit hoofdstuk 1 of 2 is voldaan. Omdat men toch a priori wil weten of zulke schema's zich stabiel gedragen, is een algoritme ontwikkeld waarmee men numeriek na kan gaan of aan het gewenste stabiliteitscriterium voldaan is. Deze algoritme staat beschreven in hoofdstuk 3. Verder worden met behulp van deze algoritme de stabiliteitseigenschappen van verschillende numerieke methoden voor het oplossen van een convectie-diffusievergelijking vergeleken.

Behalve bovengenoemd onderzoek is in dit proefschrift ook aandacht besteed aan de analyse van numerieke methoden voor niet-lineaire stijve beginwaardeproblemen. Bij toepassing van een impliciete lineaire meerstapsmethode of een impliciete Runge-Kutta methode op een niet-lineair beginwaardeprobleem dient een stelsel niet-lineaire vergelijkingen opgelost te worden. Dit kan meestal niet exact, en voor stijve beginwaardeproblemen worden zulke stelsels vergelijkingen in de praktijk opgelost met een variant van de methode van Newton. In hoofdstuk 4 wordt, voor een grote klasse niet-lineaire stijve beginwaardeproblemen, de fout tengevolge van het stoppen van het Newton-proces onderzocht. Deze fout blijkt van een lagere orde te zijn dan men, op grond van resultaten uit de literatuur, zou verwachten.

3. M.J.B.M. POURQUIÉ, *Large-Eddy Simulation of a Turbulent Jet*, Proefschrift, TUD, 1994.

Samenvatting:

Het onderwerp van dit proefschrift is de numerieke berekening van een vrije, ronde, turbulente straal met behulp van een large-eddy simulatie. Bij deze simulatie-techniek wordt een onderscheid gemaakt tussen zogenaamde grote en kleine wervels. Hierbij worden de grote wervels zo exact mogelijk gesimuleerd terwijl de kleine via een eenvoudig sluitingsmodel geparameteriseerd worden. De grotere wervels zijn het energierijkst en daardoor belangrijk met betrekking tot massa-, impuls- en energietransport. Bovendien zijn de grote wervels afhankelijk van de stromingsgeometrie terwijl de kleinste wervels een meer universeel karakter hebben. Een volledig drie-dimensionale en tijdsafhankelijke simulatie van de grote wervels is dan ook noodzakelijk om een goed inzicht te krijgen in de details van een turbulente stroming. Met behulp van de kennis

opgedaan met een large-eddy simulatie kunnen dan vervolgens meer eenvoudige modellen geconstrueerd worden die bijvoorbeeld in praktische toepassingen gebruikt kunnen worden.

Large-eddy simulatie is tot op heden voornamelijk uitgevoerd in eenvoudige stromingsgeometrieën. De reden hiervoor is het vermijden van numerieke problemen en beperken van rekentijd maar ook is de techniek van large-eddy modellering vanuit theoretisch opzicht nog niet geschikt voor de meer complexe stromingsgeometrie. In de studie, die in dit proefschrift gepresenteerd wordt, hebben we ons daarom ook beperkt tot een eenvoudige stromingsgeometrie: de vrije straal. Hierbij hebben we ook aangenomen dat de vloeistof buiten de straal niet in rust is maar als het ware met de straal meebeweegt. Deze aanname leidt, zoals we later zullen zien, tot een aantal vereenvoudigingen met name voor de numerieke behandeling van de randvoorwaarden. Deze geometrie wordt ook wel een "co-flowing" straal genoemd. Dit soort van stroming blijkt in theorie veel te lijken op een zogstroming. Dit betekent dat onze simulatieresultaten ook met experimentele resultaten voor een zog kunnen worden vergeleken.

Het proefschrift is als volgt ingedeeld.

Hoofdstuk 1 behandelt een literatuurstudie van turbulente stralen en zoggen. Hierin treft men een aantal resultaten van dit type stroming aan die voor het uitvoeren van de simulaties van belang zijn. Bijvoorbeeld wordt er informatie gegeven betreffende de gevoeligheid van stralen voor bepaalde verstoringen en tevens worden de moderne inzichten gepresenteerd betreffende de gevoeligheid voor de condities bij de instroommond. Ook wordt gewezen op de onvolledigheid van de beschikbare experimentele resultaten, ondanks de enorme hoeveelheid metingen die er voor deze stromingsconfiguratie reeds verricht zijn.

In hoofdstuk 2 worden de grondslagen van de techniek van large-eddy simulatie behandeld. Tevens trachten we in dit hoofdstuk de vraag te beantwoorden aan welke numerieke eisen voldaan moet worden voor een acceptabele simulatie van een vrije straal. De randvoorwaarden hierbij zijn de reken- en geheugencapaciteit van de huidige supercomputers.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de numerieke technieken die gebruikt zijn om de vergelijkingen van het large-eddy model op te lossen. Gezien de stromingsgeometrie zijn deze vergelijkingen geformuleerd in cilindercoördinaten. In deze coördinaten hebben we een tweede-orde nauwkeurige oplossingsmethode geschreven gebaseerd op de eindige volumemethode. Speciaal het gebied in de buurt van de as ($r = 0$) krijgt hierbij aandacht omdat de transformatie van cartesische naar cilindercoördinaten hier tot een singulariteit leidt.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de meeste berekeningen gegeven. Hierbij dient vermeld te worden dat onze berekeningen beperkt zijn tot het gebied ver van de instroommond, dat wil zeggen in het gebied van vol-

ledig ontwikkelde turbulentie. Dit heeft voordelen met betrekking tot de keuze van het subgridmodel voor de kleinere wervels. Bovendien is een dergelijke limitering van het rekengebied ook voordelig voor beperking van de rekeninspanning. Er is echter een nadeel aan deze methode. Er moeten namelijk randvoorwaarden worden geformuleerd op de rand waar de vrije straal het rekendomein instroomt. Dit worden instroomrandvoorwaarden genoemd. Deze instroomrandvoorwaarden worden geënerend met behulp van een procedure, die de stroming bij de uitstroomrand terugkoppelt naar de instroomrand waarbij verondersteld wordt dat de gemiddelde structuur van de straal niet varieert in de axiale richting. Dit wordt een tijdstraal genoemd. Een dergelijke stromingsconfiguratie kan geïnterpreteerd worden als een "co-flowing" straal of een zog zoals we hierboven reeds genoemd hebben. Bovendien hebben we de berekeningen uitgevoerd met een procedure waarbij het gemiddelde axiale snelheidsprofiel geforceerd werd, dat wil zeggen aan de vergelijkingen wordt een extra forceringsterm toegevoegd zodat het gemiddelde axiale snelheidsprofiel niet meer varieert als functie van de tijd. De resultaten van deze berekeningen, voor wat betreft de profielen van de turbulente snelheidsfluctuaties maar ook voor de diverse turbulentie budgets worden vergeleken met meetresultaten. Echter, het blijkt dat deze procedure aanleiding geeft tot een resonantie voor de meest onstabiele mode van het snelheidsprofiel.

In hoofdstuk 5 wordt kort een methode behandeld, die ook van de terugkoppeling tussen de uitstroom- en instroomrand gebruik maakt waarbij ook een ruimtelijke ontwikkeling in de axiale wordt toegelaten. Hierbij worden de instroomvoorwaarden uit de uitstroomresultaten bepaald waarbij gecorrigeerd wordt voor de evolutie van de stroming tussen de instroom- en uitstroomrand. Ook in dit geval blijken de berekeningen tot resonantie-verschijnselen te leiden.

De conclusie is dan ook, dat bij een berekening van een straal of zcg geen gebruik dient te worden gemaakt van terugkoppeling van uitstroommond naar instroommond. Daar het voorschrijven van geschikte instroomrandvoorwaarden zeer moeilijk lijkt, is het aan te raden, een berekening bij de instroommond te laten beginnen. Hoofdstuk 1 geeft daar nog eens een extra reden voor, namelijk de gevoeligheid voor de instroomcondities bij de instroommond; deze is namelijk in een berekening waarbij de instroommond ontbreekt niet te modelleren.

In een aantal appendices worden verder nog enige aspecten van de gebruikte numerieke methode behandeld. De laatste appendix geeft informatie over numerieke methoden voor de berekening van de advektie van een passieve scalar.

4. C.B. VREUGDENHIL, *Numerical Methods for Shallow-Water Flow*, Kluwer Academic Publishers 1994, 261 pp ISBN 0-7923-3164-8.

Samenvatting:

Ondiep-water problemen komen in velerlei vorm voor, bijv. stroming in de atmosfeer, getijstromingen, stormvloed, stromingen in rivieren, kustgebieden en meren, tsunami's. Numerieke simulaties kunnen er doeltreffend op toegepast worden. Er bestaat een groot aantal numerieke methodes voor.

Het eerste deel van het boek geeft de fysische achtergronden en eigenschappen van stromingen in ondiep water, nodig om numerieke methodes met succes te kunnen toepassen in verschillende omstandigheden. Het tweede deel geeft een overzicht van mogelijke numerieke methodes, niet alleen met hun eigenschappen wat betreft stabiliteit en nauwkeurigheid, maar ook met een beoordeling van hun efficiency in diverse omstandigheden. Dit stelt de lezer in staat, een keus te maken voor de toepassing waarmee hij geconfronteerd wordt. Er wordt nadruk gelegd op correcte behandeling van de randvoorwaarden. Het grootste deel van het boek gaat over 2-dimensionale ondiep-water vergelijkingen maar ook het 3-d geval wordt (beknopt) besproken.

Het boek is bedoeld voor onderzoekers en gebruikers van ondiep-water modellen in oceanografie, meteorologie, waterbouwkunde en dergelijke. Het geeft ook informatie ten behoeve van numeriek wiskundigen die zich met ontwikkeling van methodes bezig houden.

De inhoudsopgave luidt: 1. Shallow-water flows. 2. Equations. 3. Some properties. 4. Behaviour of solutions. 5. Boundary conditions. 6. Discretization in space. 7. Effects of space discretization on wave propagation. 8. Time integration methods. 9. Effects of time discretization on wave propagation. 10. Numerical treatment of boundary conditions. 11. Three-dimensional shallow-water flow.

3 Promoties

- RUL 8-12-1994: J.L.M. van Dorsselaer,
Theoretical Aspects of Numerical Methods for Initial Value Problems.
promotor: M.N. Spijker.
referent: P.J. van der Houwen.
- TUD 6-12-1994: M.J.B.M. Pourquié,
Large-Eddy Simulation of a Turbulent Jet.
promotoren: F.T.M. Nieuwstadt en P. Wesseling.
- UU 16-1-1995: J.H. Brandts,
Superconvergence Phenomena in Finite Elements Methods.
promotor: H.A. van der Vorst.
co-promotor: G.L.G. Sleijpen.

4 Onderzoeksprojecten

CWI titel: *Parallel IVP Algorithms*
 periode: 1990 - 1997
 projectleider: P.J. van der Houwen
 medewerkers: B.P. Sommeijer, W.M. Lioen, K.J. in 't Hout (post-
 doc), J.J.B. de Swart (OIO) en W.A. van der Veen
 (OIO)
 samenwerking: met W. Hoffmann (UvA) en M.N. Spijker (RUL)
 gebruikers: Philips en UT
 financiering: STW, Thomas Stieltjes Institute for Mathematics en
 UVA

 titel: *Three-Dimensional Transport Modelling*
 periode: 1993 - 1997
 projectleider: P.J. van der Houwen
 medewerkers: B.P. Sommeijer en J. Kok
 gebruikers: Cray Research
 financiering: EEC/NOWESP en Cray Research

 titel: *Algorithms for Atmospheric Flow Problems*
 periode: 1992 - 1997
 projectleider: J.G. Verwer
 medewerkers: W.H. Hundsdorfer, J.G. Blom, M. van Loon (OIO)
 en E.J. Spee (OIO)
 samenwerking: met RIVM, KNMI, IMAU en EMEP
 gebruikers: RIVM, KNMI, IMAU en Cray Research
 financiering: RIVM en CRAY Research

titel: *Solution-adaptive Navier-Stokes Solvers Using Multi-dimensional Upwind Schemes and Multigrid Acceleration*
 periode: 1 januari 1993 - 31 december 1995
 projectleider: P.W. Hemker
 medewerkers: B. Koren, J. Noordmans en P.M. de Zeeuw
 samenwerking: met Von Karman Institute for Fluid Dynamics, Vrije Universiteit Brussel, Politecnico di Bari, Technical University of Denmark
 gebruikers: Aerospatiale, British Aerospace, Dassault, Dornier, Fokker
 financiering: Europese Gemeenschap (BRITE-EURAM Aeronautics Programme)

titel: *Parameter-Identificatie en Modelanalyse voor Niet-Lineaire Dynamische Systemen*
 periode: 1 mei 1993 - 30 april 1997
 projectleider: P.W. Hemker
 medewerkers: C.T.H. Everaars, R. van Liere en W. Stortelder
 gebruikers: Gist Brocades N.V., IPL-TNO, DSM Research, KSLA, Akzo Research, TUD en Nederlands Kankerinstituut
 financiering: STW

CWI/RUL titel: *Numerieke Getaltheorie: Het Ontbinden van Grote Gehele Getallen in Priemfactoren*
 periode: 1 oktober 1992 - 30 september 1996
 projectleiders: H.J.J. te Riele / R. Tijdeman
 medewerker: R.M. Huizing (OIO)
 financiering: NWO

IMAU titel: *Parallele Methodes voor Atmosferische Verspreiding en Chemie*

periode: 1993-1997
 projectleider: W. Lourens
 medewerkers: G.C. Crone, A. van Hees en C.B. Vreugdenhil
 samenwerking: CWI (CIRK project)
 financiering: eerste geldstroom

IMAU/
 UU/RUG

titel: *Niet-lineaire analyse van grootschalige oceaancirculatie en turbulente stroming door middel van continueringsmethodes*
 periode: 1 januari 1995 - 1 januari 1997
 projectleiders: A.E.P. Veldman (RUG) / H. A. van der Vorst (UU) / C.B. Vreugdenhil (IMAU)
 medewerkers: J.L.M. van Dorsselaer en een nog aan te stellen AIO
 financiering: NWO

KUN

titel: *Arithmetic and Communication Complexity for Pre-conditioning Methods*
 periode: 1 oktober 1991 - 1 oktober 1995
 projectleider: A.O.H. Axelsson
 medewerkers: M.G. Neytcheva (OIO)
 financiering: NWO

titel: *Global Space Time Discretization Methods*
 periode: 1 november 1992 - 1 november 1995
 projectleider: A.O.H. Axelsson
 medewerkers: H. Lu (OIO)
 financiering: NWO

titel: *High Performance Computing in Numerical Simulations*
 periode: 1 juli 1994 - 1 juli 1995
 projectleider: A.O.H. Axelsson
 medewerkers: prof.dr. N.S. Bakhvalov (Moskou), V.P. Il'in (Novosibirsk), Yu A. Kuznetsov (Moskou), Yu. Hakopian (Yerevan), L.Yu. Kolotilina (St. Petersburg), P.Ch. Hansen (Kopenhagen), H. v.d. Vorst (Utrecht)
 financiering: INTAS, Brussel

RUL titel: *Numerieke Oplossing van Gewone Differentiaalvergelijkingen, Stabiliteit en Resolvente Conditie*
 periode: 1 september 1992 - 31 augustus 1996
 projectleider: M.N. Spijker
 medewerker: F.A.J. Straetemans
 financiering: RUL

TUD titel: *Invariante Discretiserings- en Oplosmethoden voor de Behoudswetten voor Incompressibele Stromingen*
 periode: 1 september 1992 - 31 augustus 1996
 projectleider: P. Wesseling
 medewerker: M. Zijlema (OIO)
 financiering: NWO

titel: *High Performance Computing in Fluid Dynamics: Methods and Applications*
 periode: 1 december 1993 - 30 november 1995
 projectleider: P. Wesseling
 medewerker: R.R.P. van Nooyen (post-doc)
 financiering: NWO en TUD

- UvA titel: *Multivariate Approximation*
 periode: 1 september 1971 -
 projectleider: Th.J. Dekker
 medewerkers: P.R. Pfluger en Th.J. Ripmeester
 samenwerking: met R.M.J. van Damme (UT), B. Mulansky (University of Dresden), M. Neamtu (Vanderbilt University) en C.R. Traas (UT)
 gebruikers: algemeen
 financiering: eerste geldstroom
-
- titel: *Numerical Linear Algebra for Vector- and Parallel Systems*
 periode: 1 september 1971 -
 projectleider: W. Hoffmann
 medewerker: Th.J. Dekker
 samenwerking: met H.A. van der Vorst (UU)
 gebruikers: algemeen
 financiering: eerste geldstroom
-
- UU titel: *Sparse Cholesky Factorisation on Massively Parallel Architectures*
 projectleider: R.H. Bisseling
 medewerker: A.F. van der Stappen
 periode: 1 september 1994 - 31 augustus 1995
 financiering: NCF/Cray Research
-
- UT titel: *Constrained interpolation and approximation using splines in one and two variables*
 projectleider: C.R. Traas
 medewerkers: F. Kuijt en R.M.J. van Damme
 periode: 16 oktober 1994 - 16 oktober 1998

gebruikers: Philips, Fokker
financiering: STW (NWO)

tijd: eind juni 1995, 1 week
inlichtingen: Mw. M. Moonen (015-783216)

TUE titel: *Werkseminarium Numerieke Wiskunde*
plaats: TUE
frequentie: tweewekelijks op woensdag, van 11.30-12.30 u.
inlichtingen: A. Reusken (040-474358, wsanar@win.tue.nl)

UT titel: *Computational Fluid Dynamics for Compressible Low Mach Number Flow*
spreker: Prof.dr. B. Müller (Institut für Fluidodynamik, ETH Zürich)
plaats: TWRC C238, UT
tijd: 22 maart 1995, om 15.45 u.
inhoud: Computational fluid dynamics for compressible low Mach number flow has attracted growing interest, either because one wants to compute almost incompressible flow with a conventional compressible flow code or because of the renewed interest in acoustics for aerodynamics and combustion.
Here, the simulation of compressible low-speed flow has been investigated in order to improve the accuracy and convergence of compressible Euler and Navier-Stokes methods when the Mach number approaches zero. The stiffness of the compressible flow equations for low Mach numbers stems from the fact that the acoustic waves move much faster than the entropy and vorticity waves. To overcome the resulting convergence and accuracy problems, preconditioning and flux vector splitting have been tested for slow quasi-1D inviscid nozzle flow. The proper treatment of the boundary conditions turned out to be decisive. For gas mixtures, conservative Euler solvers have been corrected at contact discontinuities. For slow 2D and 3D internal flow, explicit multigrid and implicit relaxation methods have been employed.

The 3D flow in the boundary layer wind tunnel of the Institute of Fluid Dynamics, Swiss Federal Institute of Technology Zürich, is calculated at Mach 0.1 using second-order upwind finite volume methods. The compressible Euler solution is validated by the exact potential solution for the test section of the wind tunnel. The comparison of the turbulent flow simulations and the experimental data reveals deficiencies of the Baldwin-Lomax turbulence model for converging and diverging 3D turbulent boundary layers.

inlichtingen: J.G.M. Kuerten (053-893396,
kuerten@math.utwente.nl)

UvA/UT werkgroep: *Spline Approximaties en Geometric Design*
 plaats: UvA
 frequentie: zeswekelijks
 inlichtingen: C.R. Traas (053-893408,
traas@math.utwente.nl)

WNW titel: *Woudschoten-conferentie 1995*
 lokatie: Conferentiecentrum Woudschoten, Zeist
 tijd: 25 september - 27 september 1995
 programma: De thema's van deze conferentie zijn:
 1: domeindecompositie, met speciale aandacht voor
 iteratieve methoden,
 2: lange-termijnbenaderingen voor dynamische
 systemen
 inlichtingen: J. Kok (020-5924107, Jan.Kok@cwi.nl),
 per adres: secretaris van de Voorbereidingscommissie
 Woudschoten-conferentie, CWI

6 Buitenlands bezoek

6.1 Recente en komende buitenlandse bezoekers

KUN gast: dr. Chonghua Yu (Fudan University, Shanghai, P.R. China)
gastheer: A.O.H. Axelsson
periode: 6 december 1994 - 6 december 1995

gast: dr. I. Kaporin (University Moskow)
gastheer: A.O.H. Axelsson
periode: 25 november 1994 - 28 februari 1995

RUL gast: dr. R.P.K. Chan (University of Auckland, New Zealand)
gastheer: M.N. Spijker
periode: 1 november 1995 - 15 december 1995

gast: dr. Z. Hórvath (ELTE University Budapest, Hungary)
gastheer: M.N. Spijker
periode: 1 januari 1995 - 28 februari 1995

gast: dr. J. Sand (University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark)
gastheer: M.N. Spijker
periode: 1 oktober 1994 - 15 december 1994

6.2 Recente en komende buitenlandse verblijven

Austin gast: A.O.H. Axelsson (KUN)
gastheer: TICAM, Austin, Texas, USA.
periode: 1 april 1995 - 30 april 1995

Dalian gast: R.M.J. van Damme (UT)
gastheer: Prof. R-H. Wang, Dalian University of Technology
Dalian, P.R. China
sponsor: KNAW
periode: september 1994

Kiel gast: A. Reusken (TUE)
gastheer: Prof.dr. W. Hackbusch, CAU Kiel, BRD
periode: 28 november 1994 - 3 december 1994

7 Ledeninformatie

7.1 Mutaties

Nieuw:	CWI	dr. Ch. Kessler ir. J. Noordmans
	KUN	dr. M. Magolu drs. M. Nikolova
	RWS/RIKZ	ir. P.A. Blokland J. Lander
	TUD	ir. H. Bijl drs. M.N. Kooper ir. H.I. van der Veen
	TUE	ir. B. Bastiaan drs. P.J.P.M. Simons ir. S.L. de Snoo
	UT	dr.ir. J. Broeze ir. G.J.F.M.N. Delmulle dr.ir. B.J. Geurts dr. J.G.M. Kuerten ir. F. Kuijt dr.ir. M. Streng ir. E.M. Toose ir. A.W. Vreman ir. B. Wasistho

WL(a) dr.ir. A.G.T.J. Heinsbroek
ir. A.C.H. Kruisbrink
ir. A.A. Markus

WL(b) drs. M. Hogeweg
ir. W. van de Langemheen
ir. D.G. Meijer
dr. A.K. Otta

(18) dr.ir. L.J.P. Timmermans

Met pensioen: TUE dr. H.J.L. Hagebeuk

Verhuisd: van RUL naar (19) drs. J. Groeneweg
van CWI naar RUL dr. K.J. in 't Hout
nieuw adres RWS/RIKZ dr. J.M. de Kok
(voorheen RWS/DGW)
van TUE naar (22) dr. P.M. van Loon
van CONVEX naar (20) drs. R.J. van der Pas
van (9) naar (21) dr. R.M.S.M. Schulkes
van TUD-EL naar KSEPL J.H. Stam
nieuw adres RWS/RIKZ dr.ir. Th.L. van Stijn
(voorheen RWS/DGW)
van CSCS-ETHZ naar IPS-ETHZ dr.ir. E. de Sturler
van IMAU naar KNMI ir. F.H. Walsteijn

7.2 Ledenlijst

Naam	Adres	Tel.	E-mail
Aarden, drs. J.	KUN	080-652489	
Alkemadede, dr.ir. J.A.H.	KSEPL	070-3112561	alkemadede@ksepl.nl
Axelsson, prof.dr. A.O.H.	KUN	080-653231	axelsson@sci.kun.nl
Bakker, dr. M.	CWI	020-5924172	miente@cwi.nl
Bakker, dr. P.M.	KSEPL	070-3113141	
Bastiaan, ir. B.	TUE	040-472702	bas@win.tue.nl
Beckum, drs. F.P.H. van	UT	053-893414	frits@math.utwente.nl
Beek, ir. F.A. van	(7)	020-6056893	
Beets, ir. C.	IMAU	030-533168	beets@ruunfs.fys.ruu.nl
Berg, drs. J.I. van den	NLR(b)	020-5113446	jiberg@nlr.nl
Berkenbosch, drs. A.C.	TUE	040-472702	arco@win.tue.nl
Bijl, ir. H.	TUD	015-787290	H.Bijl@math.tudelft.nl
Bisseling, dr. R.H.	UU	030-531481	bisseling@math.ruu.nl
Blokland, ir. P.A.	RWS/RIKZ		
Blom, drs. J.G.	CWI	020-5924101	gollum@cwi.nl
Boender, drs. H.	CWI/RUL	020-5924102	henkb@cwi.nl
Boerstoeel, prof.dr.ir. J.W.	NLR(b)/TUD	020-5113417	via Van den Berg
Boonstra, ir. B.H.	(10)	02518-55307	
Booten, dr. J.G.L.	CWI	020-5924093	booten@cwi.nl
Borsboom, dr.ir. M.J.A.	WL(b)	05274-2922	mart.borsboom@wldelft.nl
Botta, dr. E.F.F.	RUG	050-633974	E.F.F.Botta@math.rug.nl
Brakkee, ir. E.	TUD	015-787290	e.brakkee@math.tudelft.nl
Brandts, drs. J.H.	UU	030-531733	brandts@math.ruu.nl
Broeze, dr.ir. J.	UT	053-893416	broeze@math.utwente.nl
Bruin, drs. R. de	RUG-RC	050-633370/633440	
Burg, dr.ir. J.W. van der	NLR(b)	020-5113696	vdburg@nlr.nl
Burgers, drs. A.R.	ECN	02246-4105	
Couwenberg, ir. M.J.H.	NLR(b)	020-5113418	couwenb@nlr.nl
Crone, drs. G.C.	(15)	030-537716	crone@fys.ruu.nl
Cuppen, dr.ir. J.J.M.	PhMS	040-762150	
Dam, drs. A.A. ten	NLR(b)	020-5113447	tendam@nlr.nl
Damme, dr. R.M.J. van	UT	053-893417	
Damsté, drs. B.R.	LUW	08370-83562	
Dekker, dr. K.	TUD	015-787291	K.Dekker@math.tudelft.nl
Dekker, prof.dr. Th.J.	UvA	02518-51092 (privé)	dirk@fwi.uva.nl
Delmulle, ir. G.J.F.M.N.	UT	053-893418	delmulle@math.utwente.nl
Dijkstra, dr. D.	UT	053-893395	d.dijkstra@math.utwente.nl
Dijkstra, dr.ir. H.A.	IMAU	030-533276	dijkstra@fys.ruu.nl
Dijkzeul, ir. J.C.M.	EDS ICIM	070-3196654	Dijkzeul@icim.nl
Dingemans, ir. M.W.	WL(b)	05274-2922	maarten.dingemans@wldelft.nl
Dorsselaer, dr. J.L.M. van	UU		
Driessen, drs. M.M.A.	PhNL	040-742008	mdries@prl.philips.nl
Duin, ir. A.C.N. van	UU	030-531457	vduin@math.ruu.nl
Eekhof, dr. H.R.	UT-RC	053-892306	
Eggels, dr.ir. J.G.M.	KSLA		eggels1@ksla.nl
Emde Boas, dr. P. van	UvA	020-5256065	peter@fwi.uva.nl

Engelen, ir. T.J.	PhNL	040-744842	engelen@prl.philips.nl
Everaars, drs. C.T.H.	CWI	020-5924113	ever@cw.nl
Eijkeren, drs. J.C.H. van	RIVM	030-742164	cwmeyk@rivm.nl
Ferket, ir. P.J.J.	TUE	040-472702	peterf@win.tue.nl
Flokstra, ir. C.	WL(b)	05274-2922	cor.flokstra@wldelft.nl
Fokkema, drs. D.R.	UU	030-531457	fokkema@math.ruu.nl
Frankena, dr. J.F.	UT	053-894030	frankena@math.utwente.nl
Gee, dr. M. de	LUW	08370-84592	degee@Sun1.WK.WAU.NL
Gerritsen, dr.ir. H.	WL(a)	015-569353	herman.gerritsen@wldelft.nl
Gerritsma, ir. M.I.	RUG	050-633996	
Gerwen, ir. J.C.H. van	PhNL	040-744771	gerwenvj@prl.philips.nl
Geurts, drs. A.J.	TUE	040-474582	wstanw3@heitue5.bitnet
Geurts, dr.ir. B.J.	UT	053-894125	geurts@math.utwente.nl
Gijzen, dr.ir. M.B. van	UU	030-531529	vangyzen@math.ruu.nl
Gilding, dr. B.H.	UT	053-893372	gilding@math.utwente.nl
Ginneken, ir. C.J.J.M. van	TUE		
Gmelig Meyling, dr.ir. R.H.J.	KSEPL	070-3112512	
Goede, dr. E.D. de	WL(a)	015-569353	erik.degoede@wldelft.nl
Gragert, dr. P.K.H.	UT	053-893401	gragert@math.utwente.nl
Griend, dr. J.A. van de	RUL	071-277142	vdgriend@wi.leidenuniv.nl
Groen, prof.dr. P.P.N. de	(2)	+32.26413307	pieter@tena2.vub.ac.be
Groeneweg, drs. J.	(19)	015-785064	jacco@dutcvs5.tudelft.nl
Groot, ir. J. de	(5)	040-743139	degroot@prl.philips.nl
Haan, ir. B.J. de	RIVM	030-743080	cwmhaan@rivm.nl
Haas, ir. P. de	WL(b)	05274-2922	paul.dehaas@wldelft.nl
Hagebeuk, dr. H.J.L.	TUE		
Heeg, drs.ir. R.S.	UT	053-893416	R.Heeg@math.utwente.nl
Heijstek, dr. J.J.	NLR(a)	05274-8463	heystek@nlr.nl
Heinsbroek, dr.ir. A.G.T.J.	WL(a)	015-569353	anton.heinsbroek@wldelft.nl
Hemker, prof.dr. P.W.	CWI/UvA	020-5924108	pieth@cw.nl
Hendriks, ir. J.A.	VUA	020-5482412	
Herman, dr.ir. G.C.	TUD-TA	015-783825	g.c.herman@math.tudelft.nl
Hoffmann, dr. W.	UvA	020-5257538	walter@fwi.uva.nl
Hogeweg, drs. M.	WL(b)	05274-2922	marten.hogeweg@wldelft.nl
Hogeweg, G.M.D.	(1)	03402-31224	
Hoop, prof.dr.ir. A.T. de	TUD-EL	015-785203	de_hoop@et.tudelft.nl
Hout, dr. K.J. in 't	RUL	071-277126	hout@wi.leidenuniv.nl
Hout, dr. R. van der	AKZO	085-664553	
Houwen, prof.dr. P.J. van der	CWI/UvA	020-5924083	senna@cw.nl
Huizing, drs. R.M.	CWI	020-5924102	marije@cw.nl
Hulsen, ir. L.J.M.	WL(a)	015-569353	lamber.hulsen@wldelft.nl
Hundsdorfer, dr. W.H.	CWI	020-5924096	willem@cw.nl
Jacobs, ir. F.J.	KSEPL	070-3113237	
Jansen, dr.ir. J.K.M.	TUE	040-474599	wstanw@win.tue.nl
Jong, dr.ir. J.L. de	TUE		
Jong, dr. L.S. de	PhNL	040-744124	djong@prl.philips.nl
Kaasschieter, dr. E.F.	TUE	040-472804	wsanrk@win.tue.nl
Kan, ir. J.J.I.M. van	TUD	015-783634	J.vanKan@math.tudelft.nl
Kats, drs. J.M. van	CONVEX	030-888368	vankats@convex.nl
Kattenberg, dr. A.	KNMI	030-206642	
Kessler, dr. Ch.	CWI	020-5924102	kessler@cw.nl

Kester, ir. J.A.Th.M. van	WL(a)	015-569353	jan.vankester@wldelft.nl
Klopman, ir. G.	WL(b)	05274-2922	gert.klopman@wldelft.nl
Kok, drs. J.	CWI	020-5924107	jankok@cwi.nl
Kok, dr. J.M. de	RWS/RIKZ	070-3745211	dekok@dgw.rws.nl
Kooper, drs. M.N.	TUD	015-781692	m.kooper@math.tudelft.nl
Koren, dr.ir. B.	CWI	020-5924114	barry@cwi.nl
Kraaijevanger, dr. J.F.B.M.	KSEPL	070-3112318	kraaijevangerj@ksepl.nl
Kramer, dr.ir. M.E.	KSLSA	020-6302108	kramer6@ksla.nl
Kruisbrink, ir. A.C.H.	WL(a)	015-569353	arno.kruisbrink@wldelft.nl
Kuerten, dr. J.G.M.	UT	053-893396	kuerten@math.utwente.nl
Kuijt, ir. F.	UT	053-893411	f.kuijt@math.utwente.nl
Laan, drs. C.G. van der	(11)		
Laan-de Klerk, ir. P.	UT	053-893411	
Lander, J.	RWS/RIKZ		
Langemheen, ir. W. van de	WL(b)	05274-2922	helmus.vdlangemheen@wldelft.nl
Leendertse, ir. G.P.	ECN	02246-4105	
Leer, prof.dr. B. van	(14)		bram@caen.engin.umich.edu
Linde, dr. H.J. van	RUG-RC		
Lioen, drs. W.M.	CWI	020-5924101	walter@cwi.nl
Loon, ir. M. van	CWI	020-5924105	vanloon@cwi.nl
Loon, dr. P.M. van	(22)	040-744659	
Lu, drs. H.	KUN	080-652489	haolu@sci.kun.nl
Maarel, dr.ir. H.T.M. van der	MARIN	08370-93479	maarel@marin.nl
Markus, ir. A.A.	WL(a)	015-569353	arjen.markus@wldelft.nl
Maten, dr. E.J.W. ter	PhNL	040-742709	maten@prl.philips.nl
Mattheij, prof.dr. R.M.M.	TUE	040-472080	wstanw10@win.tue.nl
Meijer, ir. D.G.	WL(b)	05274-2922	douwe.meijer@wldelft.nl
Meijer, dr.ir. K.L.	WL(b)	05274-2922	karel.meijer@wldelft.nl
Meijerink, drs. J.A.	KSEPL	070-3113059	
Melissen, drs. J.B.M.	PhNL	040-743656	melissen@prl.philips.nl
Michielse, dr.ir. P.H.	CONVEX	030-888368	michiels@convex.nl
Mol, ir. W.J.A.	RIVM	030-742378	wimm@rivm.nl
Molenaar, dr. J.	TUD	015-787240	hansmo@twi.tudelft.nl
Molenaar, dr. J.	TUE-IWDE	040-474760	
Mooiman, ir. J.	WL(a)	015-569353	jan.mooiman@wldelft.nl
Morsche, dr. H.G. ter	TUE	040-474241	
Mulder, dr. W.A.	KSEPL	070-3112905	mulderw@ksepl.nl
Mur, dr.ir. G.	TUD-EL	015-786294	mur@et.tudelft.nl
Mynett, dr.ir. A.E.	WL(a)	015-569353	arthur.mynett@wldelft.nl
Neytcheva, dra. M.G.	KUN	080-652485	neytchev@sci.kun.nl
Nool, drs. M.	CWI	020-5924101	greta@cwi.nl
Noot, ir. M.J.	TUE	040-474578	wsanmn@win.tue.nl
Nooyen, dr. R.R.P. van	TUD	015-787291	witaron@du:ita4.twi.tudelft.nl
Noordmans, ir. J.	CWI	020-5924122	jaapn@cwi.nl
Oosterlee, dr.ir. C.W.	(13)	+49.2241142118	Kees.Oosterlee@gnd.de
Otta, dr. A.K.	WL(b)	05274-2922	ashwini.otta@wldelft.nl
Ouden, ir. A.C.B. den	ECN	02246-4099	
Paardekooper, prof.dr. M.H.C.	KUB	013-662061	paardeko@kub.nl
Pas, drs. R.J. van der	(20)	03406-21711	ruud@demeern.sg:com
Peerdeman, drs. A.P.W.	(4)	074-482851	
Peters, ir. J.M.F.	PhNL	040-742102	jpeters@prl.philips.nl

Peters, dr.ir. M.C.A.M.	KSEPL	070-3113173	petersm@ksepl.nl
Petit, ir. H.A.H.	WL(b)	05274-2922	henri.petit@wldelft.nl
Pflugger, dr. P.	UvA	020-5255204	pia@fwi.uva.nl
Piepers, ir. J.	KSLA		
Ploeg, dr.ir. A. van der	RUG	050-633996	ploeg@math.rug.nl
Polak, drs. S.J.	PhMS	040-762160	spolak@mswe.decnet.philips.nl
Polman, dr. B.J.W.	KUN	080-652862	polman@sci.kun.nl
Postma, ir. L.	WL(a)	015-569353	leo.postma@wldelft.nl
Potma, drs. K.	NLR(b)		potma@nlr.nl
Praagman, dr. N.	(6)	010-671361	
Pronk, írs. G.	UvA	020-5257543	pronk@fwi.nl
Quak, ir. D.	TUD-EL	015-786913	quak@et.tudelft.nl
Reusken, dr. A.A.	TUE	040-474358	wsanar@win.tue.nl
Riele, dr.ir. H.J.J. te	CWI	020-5924106	herman@cwil.nl
Ripmeester, drs. Th.J.	UvA	020-5257540	dirk-jan@fwi.uva.nl
Romate, dr.ir. J.E.	KSLA	020-6303400	romate1@ksla.nl
Rusch, írs. J.J.	PhNL	040-742832	rusch@prl.philips.nl
Sauter, ir. F. J.	RIVM	030-743155	cwmferd@rivm.nl
Schilders, W.H.A., Ph.D.	PhNL	040-742102	schildr@prl.philips.nl
Schippers, dr.ir. H.	NLR(a)	05274-8446	hschippers@nlr.nl
Scholten, ir. D.J.	UT	053-893419	
Schulkes, dr. R.M.S.M.	(21)	+47-35563339	schulkes@fs1.hre.hydro.com
Schuppen, drs. R.T. van	ACCU		
Schurer, dr.ir. F.	TUE		
Segal, ir. A.	TUD	015-785535	g.segal@math.tudelft.nl
Simons, drs. P.J.P.M.	TUE	040-475019	simons@win.tue.nl
Sleijpen, dr. G.L.G.	UU	030-531732	sleijpen@math.ruu.nl
Sluis, prof.dr. A. van der	UU	030-512159	vdsluis@math.ruu.nl
Snoo, ir. S.L. de	TUE	040-475019	wsansl@win.tue.nl
Sommeijer, dr. B.P.	CWI	020-5924192	bsom@cwil.nl
Sonneveld, ir. P.	TUD	015-783732	P.Sonneveld@math.tudelft.nl
Spee, drs. E.J.	CWI	020-5924105	edwins@cwil.nl
Spekreijse, dr.ir. S.P.	NLR(a)	05274-8361	spekreijse@nlr.nl
Spijker, prof.dr. M.N.	RUL	071-277132	spijker@rulcri.leidenuniv.nl
Stam, J.H.	KSEPL		
Steen, drs. A. van der	ACCU		
Stevenson, dr. R.P.	TUE	040-472909	stevenso@win.tue.nl
Stelling, prof.dr.ir. G.S.	WL(a)	015-569353	guus.stelling@wldelft.nl
Stijn, dr.ir. Th.L. van	RWS/RIKZ		
Stortelder, ir. W.J.H.	CWI	020-5924122	walterst@cwil.nl
Straetemans, drs. F.A.J.	RUL	071-277119	francstr@wi.leidenuniv.nl
Streng, dr.ir. M.	UT	053-893430	twmartin@math.utwente.nl
Stroeker, dr. R.J.	EUR	010-4081260	stroeker@wis.few.eur.nl
Struijs, dr.ir. R.	(16)	+33.61193048	struijs@cerfacs.fr
Sturler, dr.ir. E. de	(12)	+41.16325566	sturler@ips.id.ethz.ch
Swart, drs. J.J.B. de	CWI	020-5924093	jacques@cwil.nl
Talman, dr. A.J.J.	KUB		
Tan, drs. K.H.	UU/WL(b)	030-531457	tan@math.ruu.nl
Temme, dr. N.M.	CWI	020-5924240	nicot@cwil.nl
Thije Boonkamp, dr.ir. J.H.M. ten	TUE	040-474123	tenthije@win.tue.nl
Tiesinga, ir. C.	RUG		G.Tiesinga@math.rug.nl

Timmermans, dr.ir. L.J.P.	(18)	015-782997	L.Timmermans@wbmt.tudelft.nl
Toose, ir. E.M.	UT	053-893430	toose@math.utwente.nl
Traas, prof.dr. C.R.	UT	053-893408	traas@math.utwente.nl
Trompert, dr.ir. R.A.	(17)	030-535071	trompert@geof.ruu.nl
Vatvani, ir. D.K.	WL(a)	015-569353	deepak.vatvani@wldelft.nl
Veen, drs.ir. W.A. van der	CWI	020-5924093	wolter@cwil.nl
Veen, ir. H.I. van der	TUD	015-842205	vnh@bouw.tno.nl
Veldhuizen, prof.dr. M. van	VUA	020-5483537	velm@cs.vu.nl
Veldman, prof.dr. A.E.P.	RUG	050-633988	A.E.P.Veldman@math.rug.nl
Veling, dr. E.J.M.	RIVM	030-742072	cwmedve@rivm.nl
Ven, dr. H. van der	NLR(b)	020-5113633	venvd@nlr.nl
Verboom, dr.ir. G.K.	WL(b)	05274-2922	gerrit.verboom@wldelft.nl
Verheggen, dr.ir. T.M.M.	KSLA		
Verstappen, dr.ir. R.W.C.P.	RUG	050-633958	R.W.C.P.Verstappen@math.rug.nl
Verwer, dr. J.G.	CWI	020-5924095	janv@cwil.nl
Vis, ir. M.A.	(8)	020-4448112	MA.Vis.physiol@med.vu.nl
Vogels, ir. M.E.S.	NLR(b)	020-5113426	vogels@nlr.nl
Vorst, dr.ir. G.A.L. van de	TUE	040-474328	wsangv@win.tue.nl
Vorst, prof.dr. H.A. van der	UU	030-533732	vorst@math.ruu.nl
Vos, dr. R.J.	WL(a)	015-569353	robert.vos@wldelft.nl
Vosbeek, ir. P.W.C.	TUE	040-474285	wsanpv@win.tue.nl
Vreman, ir. A.W.	UT	053-893437	vreman@math.utwente.nl
Vreugdenhil, dr.ir. C.B.	IMAU	030-533167	vreugdhl@fys.ruu.nl
Vries, ir. R.W. de	UT	053-893409	r.w.devries@math.utwente.nl
Vuik, dr.ir. C.	TUD	015-785530	c.vuik@math.tudelft.nl
Wachters, dr. A.J.H.	PhNL	040-742402	wachters@prl.philips.nl
Walsteijn, ir. F.H.	KNMI	030-206687	walsteijn@knmi.nl
Wasistho, ir. B.	UT	053-893418	wasistho@math.utwente.nl
Wees, dr.ir. A.J. van der	NLR(a)	05274-8374	vdwees@nlr.nl
Weiden, dr. R.M. van der	KSEPL	070-3112927	
Wesseling, prof.dr.ir. P.	TUD	015-783631	p.wesseling@math.tudelft.nl
Westland, ir. J.	NLR(a)	05274-8447	wstland@nlr.nl
Wiel, drs. M.C.J. van de	PhNL	040-744341	wielvdm@prl.philips.nl
Wijbenga, ir. J.H.A.	WL(b)	05274-2922	anne.wijbenga@wldelft.nl
Wijckmans, ir. P.M.E.J.	TUE	040-472112	patrickw@win.tue.nl
Wilders, dr. P.	TUD	015-785535	p.wilders@math.tudelft.nl
Willemse, ir. J.B.T.M.	(2)		
Winter, D.T.	CWI	020-5924098	dik@cwil.nl
Wolkenfelt, dr. P.H.M.	(3)		
Wubs, dr.ir. F.W.	RUG	050-633994	F.W.Wubs@math.rug.nl
Wuytack, prof.dr. L.	UIA		wuytack@UIA.UA.AC.BE
Zandbergen, prof.dr.ir. P.J.	UT	053-893405	
Zeeuw, drs. P.M. de	CWI	020-5924113	pauldz@cwil.nl
Zegeling, dr. P.A.	UU	030-533720	zegeling@math.ruu.nl
Zijlema, ir. M.	TUD	015-787290	m.zijlema@twi.tudelft.nl
Zwier, dr.ir. G.	UT	053-893411	

8 Adressen

8.1 Instituten en bedrijven

- ACCU Academisch Computer Centrum Utrecht, Budapestlaan 6, 3584 CD Utrecht. Tel.: 030-531436.
- AKZO Akzo Research, Afd. CRS, Velperweg 76, 6824 BM Arnhem. Postbus 60, 6800 AB Arnhem. Tel.: 085-664433.
- CONVEX Computer B.V., Europalaan 514, 3526 KS Utrecht. Tel.: 030-888368, Fax: 030-892942.
- CWI Centrum voor Wiskunde en Informatica, Afdeling Numerieke Wiskunde, Kruislaan 413, 1098 SJ Amsterdam. Postbus 94079, 1090 GB Amsterdam. Tel.: 020-5929333 of 592 en doorkiesnummer. Fax: 020-5924199.
- ECN Energieonderzoek Centrum Nederland, Postbus 1, 1755 ZG Petten. Tel.: 02246-4505.
- EDS ICIM EDS Informatica Centrum voor Infrastructuur en Milieu B.V., Nijverheidsstraat 1, 2288 BB Rijswijk (Z.H.). Postbus 5809, 2280 HV Rijswijk (Z.H.). Tel.: 070-3196333.
- EUR Erasmus Universiteit Rotterdam, Econometrisch Instituut, Burgemeester Oudlaan 50, 3602 PA Rotterdam. Postbus 1738, 3000 DR Rotterdam. Tel.: 010-4081111.
- IMAU Universiteit Utrecht, Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek Utrecht, Buys-Ballot Laboratorium, Princetonplein 5, 3584 CC Utrecht, Postbus 80.005, 3508 TA Utrecht. Fax: 030-543163.
- KNMI Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Wilhelminalaan 10, 3732 GK De Bilt. Postbus 201, 3730 AE De Bilt. Tel.: 030-206911.

- KSEPL Koninklijke/Shell Exploratie & Productie Laboratorium, Volmerlaan 6, 2288 GD Rijswijk. Postbus 60, 2280 AB Rijswijk. Tel.: 070-3113911 of 311 en doorkiesnummer.
- KSLA Koninklijke/Shell Laboratorium, Amsterdam, Badhuisweg 3, 1031 CM Amsterdam. Postbus 38000, 1030 BN Amsterdam. Tel.: 020-6309111 of 630 en doorkiesnummer.
- KUB Katholieke Universiteit Brabant, Subfaculteit Econometrie, Postbus 90153, 5000 LE Tilburg. Tel.: 013-669111 of 66 en doorkiesnummer.
- KUN Mathematisch Instituut der Katholieke Universiteit Nijmegen, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen. Tel.: 080-652986.
- LUW Vakgroep Wiskunde van de Landbouw Universiteit Wageningen, De Dreijen 8, 6703 BC Wageningen. Postbus 8003, 6700 EB Wageningen. Tel.: 08370-84385.
- MARIN Maritiem Instituut Nederland, Postbus 28, 6700 AA Wageningen.
- NLR Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium,
(a) Voorsterweg 31, 8316 PR Marknesse. Postbus 153, 8300 AD Emmeloord. Tel.: 05274-8444, Fax: 05274-8210.
(b) Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM Amsterdam. Tel.: 020-5113113, Fax: 020-5113210.
- PhMS Nederlandse Philips Bedrijven B.V., Philips Medical Systems, Postbus 10.000, 5680 DA Best. Tel.: 040-762014.
- PhNL Philips Research Laboratories, IST - Information and Software Technology, Applied Mathematics Group, Gebouw WL-p, Prof. Holstlaan 4, 5656 AA Eindhoven. Postbus 80.000, 5600 JA Eindhoven. Tel.: 040-744500, b.g.g. 744687 (IST) of 791111 (algemeen).

- RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven. Tel.: 030-749111 of 030-74 en doorkiesnummer.
- RUG Mathematisch Instituut der Rijksuniversiteit te Groningen, Blauwborgje 3, Postbus 800, 9700 AV Groningen. Tel.: 050-639111, Fax: 050-633976.
- RUG-RC Rekencentrum der Rijksuniversiteit Groningen, Universiteitscomplex Paddepoel, Postbus 800, 9700 AV Groningen. Tel.: 050-639111.
- RUL Afdeling Wiskunde en Informatica der Rijksuniversiteit te Leiden, Niels Bohrweg 1, 2333 CA Leiden. Postbus 9512, 2300 RA Leiden. Tel.: 071-272727 of 27 en doorkiesnummer. Fax: 071-276985.
- RWS/RIKZ Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Postbus 20907, 2500 EX Den Haag. Kortenaerkade 1, 2518 AX Den Haag. Tel.: 070-3114311. Fax: 070-3114321.
- TUD Technische Universiteit Delft, Technische Wiskunde en Informatica, Mekelweg 4, 2628 CD Delft. Postbus 5031, 2600 GA Delft. Tel.: 015-783833 of 78 en doorkiesnummer. Fax: 015-787209.
- TUD-EL Technische Universiteit Delft, Vakgroep Electromagnetisme, Mekelweg 4, 2628 CD Delft. Postbus 5031, 2600 GA Delft. Tel.: 015-786620, Fax: 015 - 783622.
- TUD-TA Technische Universiteit Delft, Vakgroep Toegepaste Analyse, Mekelweg 4, 2628 CD Delft. Postbus 5031, 2600 GA Delft.
- TUE Onderafdeling der Wiskunde, Technische Universiteit Eindhoven, Den Dolech 2, 5612 AZ Eindhoven. Postbus 513, 5600 MB Eindhoven. Tel.: 040-479111 of 47 en doorkiesnummer.

- TUE-IWDE Instituut Wiskundige Dienstverlening Eindhoven, Technische Universiteit Eindhoven, Den Dolech 2, 5612 AZ Eindhoven. Postbus 513, 5600 MB Eindhoven. Tel.: 040-474760.
- UT Faculteit der Toegepaste Wiskunde, Universiteit Twente, Drienerlo, Postbus 217, 7500 AE Enschede. Tel.: 053-899111 of 89 en doorkiesnummer, Fax: 053-324981.
- UT-RC Rekencentrum der Universiteit Twente, Postbus 217, 7500 AE Enschede. Tel.: 053-899111.
- UIA Universitaire Instelling Antwerpen, Departement Wiskunde, Campus UIA, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, België. Tel.: + 32.38282528.
- UvA Vakgroep Wiskunde, Faculteit Wiskunde en Informatica, Universiteit van Amsterdam, Plantage Muidergracht 24, 1018 TV Amsterdam. Tel.: 020-5255200. Fax: 020-5255101.
- UU Mathematisch Instituut der Universiteit te Utrecht, Universiteitscentrum De Uithof, Budapestlaan 6, 3584 CD Utrecht. Postbus 80.010, 3508 TA Utrecht. Tel.: 030-531430 of 53 en doorkiesnummer. Fax: 030-531633.
- VUA Wiskundig Seminarium der Vrije Universiteit, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam. Postbus 7161, 1007 MC Amsterdam. Tel.: 020-5489111 of 548 en doorkiesnummer.
- WL Waterloopkundig Laboratorium,
 (a) Rotterdamseweg 185, 2629 HD Delft. Postbus 177, 2600 MH Delft. Tel.: 015-569353. Fax: 015-619674.
 (b) Voorsterweg 28, 8316 PT Marknesse. Postbus 152, 8300 AD Emmeloord. Tel.: 05274-2922. Fax.: 05274-3573.

8.2 Overigen

1. FOM-Instituut voor Plasma-Fysica 'Rijnhuizen', Postbus 1207, 3430 BE Nieuwegein.
2. Vrije Universiteit Brussel, Departement Wiskunde, Pleinlaan 2, B-1050 Brussel, België.

3. Het Achtkant 8, 1906 GD Limmen.
4. Hollandse Signaalapparaten B.V., Zuidelijke Havenweg 40, 7550 GD Hengelo.
5. Nat. Lab. Philips, WY-5.05, Postbus 80.000, 5600 JA Eindhoven.
6. Ingenieursbureau Svasek B.V., Heer Bokelweg 145, 3032 AD Rotterdam. Fax.: 010-4674559.
7. Fokker Space & Systems B.V., Postbus 12222, A 312-500, 1100 AE Amsterdam Z.O., Tel.: 020-6056893 (Tel.: 020-6059111).
8. Laboratorium voor Fysiologie, Institute for Cardiovascular Research (ICaR-VU), Vrije Universiteit Amsterdam, Van der Boechorststraat 7, 1081 BT Amsterdam. Fax: 020-4448255.
9. School of Mathematics, University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ, United Kingdom.
10. Heereweg 9, Castricum.
11. Hunzeweg 57, 9893 PB Garnwerd.
12. IPS-ETH Zurich, Swiss Federal Institute of Technology, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Zwitserland. Fax: +41.12610468
13. GMD, II.T, Schloss Birlinghoven, Postfach 1316, D-53757 Sankt Augustin, Duitsland.
14. The University of Michigan, Department of Aerospace Engineering, François-Xavier Bagnoud Building, 1320 Beal Avenue, Ann Arbor, MI 48109-2118, USA.
15. Universiteit Utrecht, Vakgroep Fysische Informatica, Buys Ballotlaboratorium, Princetonplein 5, 3584 CC Utrecht.
16. CERFACS, 42, Avenue Gustave Coriolis, 31057 Toulouse, Frankrijk.
17. Universiteit Utrecht, Faculteit Aardwetenschappen, Vakgroep Theoretische Geofysica, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, Postbus 80.021, 3508 TA Utrecht.
18. Technische Universiteit Delft, Faculteit Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor Aero- en Hydrodynamica, Rotterdamseweg 145, 2628 AL Delft. Fax: 015-782947.
19. Technische Universiteit Delft, Faculteit der Civiele Techniek, Sectie Vloeistofmechanica, Stevinweg 1, 2628 CN Delft.
20. Silicon Graphics, Veldzicht 2a, 3454 PW De Meern. Fax: 03406-21454.

21. Norsk Hydro a.s., Research Centre Porsgrunn, P.O. Box 2560, N-3901 Porsgrunn, Noorwegen.
22. Philips Research, Prof. Holstlaan 4, (Postbox WL 11) 5656 AA Eindhoven.