

# STATOR

---

periodiek van de VWS jaargang 1 nummer 2 september 2000

Kansdroom. David van Dantzig's vroege schreden op stochastisch pad

'Klant is koning' vraagt om adequate logistiek. Een uitdaging voor statistiek en operations research

Black Belt. Gevraagd statistici

Het verdwenen bord van Kapteyn

De Nationale Doorsnee

Uitnodigingen worden niet verstrekt. Over de kansen van de Experience Economy

Reizen met chauffeur. Het automatisch plannen van collectief vraagafhankelijk vervoer

---

## STATOR

Nummer 2, september 2000

STATOR is een uitgave van de Vereniging voor Statistiek en Operationele Research (VVS). STATOR wil leden, bedrijven en overige geïnteresseerden op de hoogte houden van ontwikkelingen en nieuws over toepassingen van statistiek en operationele research. Verschijnt 4 keer per jaar.

### Redactie van nummer 2

Dick den Hertog (hoofdredacteur), Herold Dehling, Han Oud en Gerrit Timmer.

### Bestuur van de VVS

Prof. dr. G.T. Timmer (voorzitter) <gtimmer@ortec.nl>, dr. A. Mooijaart (penningmeester) <mooijaart@rulfsw.LeidenUniv.nl>, dr. R.H. Koning (vice-voorzitter en voorzitter coördinatiecommissie), <vvs@rhkoning.xs4all.nl>, prof. dr. H.G. Dehling (voorzitter commissie opleidingen en examens) <dehling@math.rug.nl>, dr. A.H. Zwinderman (voorzitter commissie externe betrekkingen) <a.h.zwinderman@medstat.medfac.leidenuniv.nl>, dr. J.H.L. Oud (voorzitter publicatiecommissie) <j.oud@ped.kun.nl>. Zie voor telefoonnummers en adressen de website.

### Leden- en abonnementenadministratie van de VVS

VVS, Postbus 2095, 2990 DB Barendrecht, telefoon 0180 - 623796, fax 0180 - 623670, <admin@vvs-or.nl>. Raadpleeg onze website over hoe u lid kunt worden van de VVS of een abonnement kunt nemen op STATOR of op een van de andere periodieken.

### VVS-website

<http://www.vvs-or.nl>

### Advertenties

Uiterlijk vier weken voor verschijnen te zenden aan Pharos / M. van Hootegem, Moeflonstraat 5, 6531 JS Nijmegen, telefoon 024 - 3559214 <hootegem@xs4all.nl> De volgende STATOR verschijnt 15 december.

### Kopij en reacties richten aan

Prof. dr. ir. D. den Hertog (hoofdredacteur)  
Faculteit der Economische Wetenschappen van de  
Katholieke Universiteit Brabant, Postbus 90153, 5000 LE  
Tilburg, telefoon 013 - 466 2122, <D.denHertog@kub.nl>.

### Ontwerp en opmaak

Pharos / M. van Hootegem, Nijmegen

### Druk

Penta, Angeren

### Uitgever

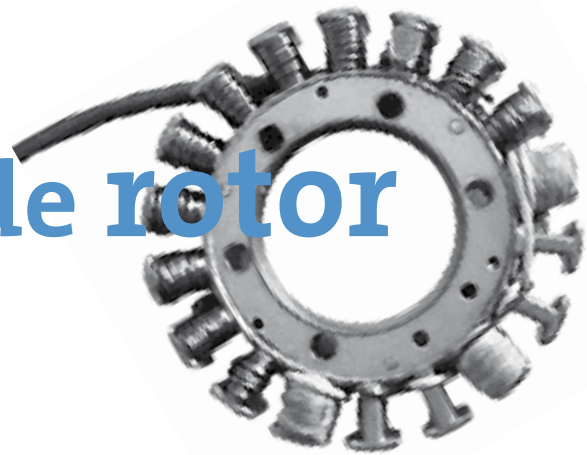
© Vereniging voor Statistiek en Operationele Research.

ISSN 1567-3383

# Inhoud

- 3** De stator en de rotor
- 4** Kansdroom. David van Dantzig's vroege schreden op stochastisch pad, **Gerard Alberts**
- 12** 'Klant is koning' vraagt om adequate logistiek. Een uitdaging voor statistiek en operations research, **Ruud Heuts**
- 15** Black Belt. Gevraagd statistici, **Ronald J.M.M. Does**
- 17** Het verdwenen bord van Kapteyn, **Herold Dehling**
- 20** De Nationale Doorsnee
- 21** Uitnodigingen worden niet verstrekt. Over de kansen van de Experience Economy **Emile Aarts**
- 23** Cursussen
- 24** Reizen met chauffeur. Het automatisch plannen van collectief vraagafhankelijk vervoer, **Henk Post**
- 26** www / internet
- 27** Agenda / nieuws

# De stator en de rotor



Voor u ligt het tweede nummer van *STATOR*. Het eerste nummer is uitgereikt tijdens de Statistische Dag in april. We hebben veel positieve reacties gekregen op dit eerste nummer. Het VVS-bestuur heeft daarom besloten om *STATOR* voort te zetten. Het is de bedoeling dat dit blad vier keer per jaar verschijnt.

Ik heb bij diverse lezers van *STATOR* de proef op de som genomen en hen gevraagd waar de naam *STATOR* vandaan komt. De meesten herkenden hier wel de samentrekking van statistiek en operations research in. Een enkeling herinnerde zich van de middelbare school, of wellicht van het sleutelen aan motoren, de stator en de rotor. Van Dale zegt het zo: de stator is het 'vast gedeelte van een elektrische dynamo of motor', en de rotor is een 'omwentelingslichaam, m.n. anker in een elektromotor of dynamo'.

Zoals de stator essentieel is voor een motor, zo wil *STATOR* ook een wezenlijke rol spelen voor de statistiek en operations research in Nederland. Trouwens, nu we het toch over de naam van dit blad hebben, ik heb zojuist op het internet gezocht naar het woord 'stator'. Naast vele bedrijven die stators produceren, repareren of verkopen, kwam ik de Departement of Statistics and Operations Research van de universiteit van Malta tegen die ook *STATOR* heet. Geheel origineel is de naam dus niet.

Het hoofddoel van *STATOR* is om de positie van statistiek en operations research in Nederland te versterken. Dit willen we bereiken door de beoefenaars van statistiek en operations research op de hoogte te houden van elkaars activiteiten. Daarnaast wil *STATOR* ook de alumni beoefenaars van het vak op de hoogte houden van de ontwik-

kelingen in Nederland op het gebied van statistiek en operations research. Met alumni beoefenaars bedoel ik diegenen die wel het vak gestudeerd hebben maar nu niet meer direct met statistiek of operations research bezig zijn.

*STATOR* richt zich ook op het signaleren van trends in de maatschappij die relevant zijn voor de statistiek en operations research. Ontwikkelingen waaraan we met ons vak een nuttige bijdrage kunnen leveren en die nieuwe impulsen geven aan de theorievorming en uitdagen om op zoek te gaan naar nieuwe praktische toepassingen. Wat dat betreft kunt u in dit nummer al enkele prachtige voorbeelden aantreffen.

Het verheugt me bijzonder dat de redactie twee vakbeoefenaars bereid gevonden heeft om een jaar lang een bijdrage/column voor *STATOR* te schrijven. Ronald Does schrijft vanuit het gezichtspunt van de statistiek; Emile Aarts vanuit de optiek van de operations research. Hun eerste pennevruchten kunt u al in dit nummer vinden.

Veel leesplezier!

Dick den Hertog (hoofdredacteur)



# Kansdroom

*Hooggeleerde Professor,*

**David van Dantzig's vroege schreden op stochastisch pad**

*Wellicht vindt u het niet aardig*

*te vermelden, dat ik van u af in den Kroom bezig*

*was voor u de drukproef van Heft III „Kans“ van*

*„Reinhold v. Tsig“ te corrigeren. De inhoud*

*zaken waarvan u heeft geschreven, zie ik op u:*

*„Op een dag dan kwam mijn gevorderde collega, die*

*ten over nog jong en pas student was (Prof. Bruner)*

*„Bij mij en vertelde me (dat bent u dus), dat hij zich*

*verloofd had. Hij wilde „naar“ den zelfden avond nog aan*

*me komen voorstellen...“*

*„Le is een subbelgerijde*

*fe““ zeide hij, daarmee klaarslijkelijk iets deek*

*liefs de de lende „...je hebt maar stellig ook*

*wonderbaarlijk vinden““*

*„Het woord „subbelgerijde“ blijkt een uitdruk-*

*te zijn van „subbelgerijde“ en „eigengerijde“. Het eerste woord*

*betreft volgens Coenra, twee maal over de beson gemaakte*

*(ml. jener). In het jaar 1870, toen in de betrekking van*

*„reke goet“ en etymologisch ook: reke tskking*

*van „langge (=rek) reide“. Het „...“ besluitte te trach-*

*te fe op feleke. mijn te ontvange, waarvan de reke*

*niet veel tekenen kwam, dat een student van de reke*

*zaken niet erg want.*



David van Dantzig, lector aan de Technische Hoogeschool in Delft (1937)

David van Dantzig (1900-1959) is de eerste leermeester in de wiskunde aan de Technische Hoogeschool in Delft. Hij was ook de eerste wiskunde-lector aan de Universiteit van Amsterdam. Hij was de eerste wiskunde-lector aan de Universiteit van Amsterdam. Hij was de eerste wiskunde-lector aan de Universiteit van Amsterdam.

‘erbij’. Hij stortte zich er ten volle op en verschaftte het vak een plaats binnen de academische wiskunde-beoefening. Zijn eigen wending naar de statistiek was het resultaat van een maatschappelijke bewustwording eind jaren dertig. De doorbraak naar een economisch en cultureel dienstbare wetenschap na de Tweede Wereldoorlog was de context waarin de mathematische statistiek kon gedijen. In het licht van de naoorlogse rationalisatie was statistiek een richtinggevend vak.

## GERARD ALBERTS

Van Dantzig's wending was ook in zijn eigen ogen een ommezwaai. Zijn begrip 'wiskundig modelleren' was een wezenlijke vernieuwing. Toch vormen de naoorlogse belangstelling voor statistiek en het nadenken over de maatschappelijke waarde van de wiskunde geen absolute breuk in zijn carrière. Twintig jaar eerder droomde hij reeds van 'kans'. 'De mathematicus, die zich in een latere levensfase aan de statistiek is gaan wijden, kan soms met weemoed terugdenken aan de goede oude tijd dat hij nog slechts één geweten had.' De mathematicus die voorgeeft een tijd met slechts één geweten gekend te hebben, heeft een slecht geheugen. David van Dantzig speelde in zijn VVS-voordracht uit 1954, 'De verantwoordelijkheden van de statisticus', het maatschappelijk geweten en het wetenschappelijk geweten van de statisticus tegen elkaar uit. Het was een schijnbeweging. Hij had het zelf nooit zonder maatschappelijk geweten gesteld. Er waren in de voorafgaande decennia wel wiskundigen geweest die deden alsof ze zich konden beperken tot goed en kwaad binnen de wiskunde, tot een wetenschappelijk geweten. Daar hoorde Van Dantzig zeker niet bij. Bovendien was hij niet echt oud toen hij zich voluit met statistiek bezig ging houden, rond zijn veertigste, en er waren vroege voortekenen geweest.

### Wiskundige

David van Dantzig ontmoette reeds bij aanvang van zijn studie scheikunde de wiskundige Gerrit Mannoury (1867-1956). Met de rede *De sociale betekenis van de wiskundige denkvorm* had deze in datzelfde jaar 1917 zijn benoeming tot hoogleeraar aanvaard. Meteen na het eerste college schreef de jonge student een brief over een niet helemaal consequente definitie van 'rechte lijn'. Mannoury waardeerde dit zeer en het contact zou geleidelijk uitgroeien tot een hechte vriendschap. De maatschappelijke oriëntatie van Mannoury keert later

in de carrière van Van Dantzig terug. Vooreerst trok hij zich op aan Mannoury's inspirerende wiskundelessen.

De studie scheikunde werd niets. Met morele steun van Mannoury vatte hij vanaf 1920 de wiskunde op, eerst met zelfstudie voor de onderwijsaktes en van 1923 tot 1925 als gewoon student. Hij studeerde cum laude af. Zes jaar later promoveerde hij, opnieuw cum laude, bij zijn studievriend Bart van der Waerden (1903-1996) in Groningen op 27 maart 1931 op *Studien over topologische algebra*. Van Dantzig had sinds zijn afstuderen zijn brood verdiend als leraar en als assistent in Delft aan de Technische Hoogeschool bij J.A. Schouten (1883-1971). Na zijn promotie werd hij opnieuw assistent in Delft, vervolgens lector in 1932, buitengewoon hoogleraar in 1938 en gewoon hoogleraar in 1940, een carrière tegen de stroom van het economisch getij in.

David van Dantzig hield zich niet alleen met wetenschap bezig en binnen de wetenschap niet alleen met wiskunde. De statistiek, echter, kwam maar heel zijdelings aan de orde in zijn studie en onderzoek. Het meest nog kwam iets van statistisch denken binnen zijn belangstellingssfeer via de theoretische fysica en de rol die waarschijnlijkheidsrekening daarin speelde. Van Dantzig was gefascineerd door de relativiteitstheorie en zijn eerste publicaties hadden hierop betrekking. Het werk met Schouten in Delft lag in het verlengde van deze belangstelling. Om de context van de statistische lading van dit werk te begrijpen, is een blik op de voorafgaande eeuw vereist.

### Negentiende eeuw

In de negentiende eeuw had statistiek in eerste aanleg slechts uitwendig met de natuurwetenschap te maken, namelijk als 'foutenberekening', later als 'waarnemingsrekening', in de natuurkunde en de astronomie. Vanaf het midden van de negentiende eeuw met de opkomst van de thermodynamica, de warmteleer die berust op de statisti-

sche interpretatie van bewegende deeltjes, kreeg de waarschijnlijkheidsrekening een meer inherente positie in de natuurkundige theorievorming. Het ging tot de problematiek van de natuurkunde zelf behoren. Het was daarbinnen een vervelend aspect, want theoretisch onopgehelderd. De wiskundigen en natuurkundigen hadden de neiging elkaar de waarschijnlijkheidsrekening toe te schuiven. Toen Hilbert in 1900 de axiomatisering ervan als een van de 23 meest urgente problemen voor de wiskunde van de 20e eeuw stelde, bracht hij dit nog als dienstverlening aan de fysici. Theoretische fysici, filosofen en enkele wiskundigen braken zich er het hoofd over, maar in de jaren twintig was de status en fundering van waarschijnlijkheid nog onopgehelderd. Wel was voor de fysica het probleem nog veel urgenter geworden met de formulering van de quantummechanica in die jaren. Was er voor de thermodynamica een waarschijnlijkheidstheoretische verbinding nodig om micro en macro met elkaar in verband te brengen - namelijk om het microscopische niveau, waarop men de metafoor van moleculen als botsende biljartballen hanteerde, bevredigend te koppelen aan het macroscopische verschijnsel warmte -, in de quantummechanica was het waarschijnlijkheidsbegrip onontbeerlijk om überhaupt vol te houden dat er een verband tussen enige werkelijkheid en de theorie zou kunnen zijn. Het was een zeer radicaal probleem voor de theoretisch fysici. Men had misschien kunnen verwachten dat de natuurkunde aan gezag zou verliezen, nu ze afhankelijk bleek van zulke vage noties als kans en waarschijnlijkheid, maar het omgekeerde gebeurde. De fundering van waarschijnlijkheidsrekening werd een probleem met aanzien en de mathematische statistiek groeide mee in status. In 1933 zorgde Kolmogoroff met zijn axiomatisering voor de doorbraak, maar zover was het nog niet toen Van Dantzig droomde van kans.

## Dromen

David van Dantzig had na een omtrekkende bewe-

ging de studie wiskunde opgepakt en verkeerde daar in de omgeving van de door hem bewonderde Mannoury en van Brouwer, die voor iedereen een grote autoriteit was. Brouwers topologie-seminar was een brandpunt van wiskundig onderzoek. Geen wonder dat hij van deze figuren droomde. Wonderlijk was het wel dat hij erover schreef aan Mannoury, op 1 februari 1926:

*Hoogachte Professor,*

*Wellicht vindt U het wel aardig te vernemen, dat ik vannacht in den droom bezig was voor U de drukproeven van Hfdst. III 'Kans' van 'Ruimte en Tijd' te corrigeren. De inhoud daarvan kwam kort beschreven hierop neer: 'Op een dag dan kwam mijn groote collega, die toen ook nog jong en pas student was' (Prof. Brouwer) 'bij mij en vertelde me' (dat bent U dus) 'dat hij zich verloofd had. Hij wilde 'haar' denzelfden avond nog aan me komen voorstellen. 'Ze is een dubbelgerijde fee', zeide hij, daarmee klaarblijkelijk iets zeer liefelijks bedoelende 'en je zult haar stellig ook wonderbaarlijk vinden''*

*Het woord 'dubbelgerijde' blijkt een contractie te zijn van 'dubbelgebeide' en 'eigengereide'. Het eerste woord beteekent volgens Coenen 'tweemaal over de bessen gehaalde' (nl. jenever). Ik kende het woord alleen in de beteekenis van 'zeer goed' en etymologiserde zelf: versterking van 'langge(=ver) beide'. 'U' besloot te trachten de fee of feeëriek wijze te ontvangen, waarvan echter niet veel terecht kwam, daar een studentenkamer zich daartoe niet erg leent. Daardoor mismoedig geworden, besloot U, alles maar te laten zooals het was, geen nectar, maar thee aan te bieden, enz.*

*Zulks geschiedde. Zij kwam, en U kon dadelijk heel goed met 'haar' opschieten. Het was alles heel gezellig, intiem, knus. Ondertusschen piekerde U over die woorden 'dubbelgerijde fee' en dacht daarbij aan  $\bar{v}$  (dubbelgestreepte  $v$ ). Daarmede werd alles duidelijk. In een  ${}^nR$   $x^1 \dots x^n$  heb ik een vectorveld  $v^i$ . Op nieuwe coördinaten  $x^1 \dots x^n$  gaat deze over in  $\bar{v}^i = v^r \frac{\partial x^r}{\partial \bar{x}^i}$  en op weer andere coor-*

dinaten  $\bar{x}^1 \dots \bar{x}^n$  in  $\bar{v}^i$ . Maar  $\bar{v}^i$  heeft eigenlijk niets meer met  $v^i$  te maken; het zijn heel andere getallen geworden, alleen zijn ze dezelfde functies van de  $\bar{x}^i$  als de  $v^i$  van de  $x^i$ . Zoo had ook 'zij' niets meer met een fee te maken; alleen was 'haar' 'functie' ten opzichte van Uw vriend dezelfde als die van eene gewone ('on-gerijde') fee t.o.v. U.

Toen zij wegging zeide zij, dat ze het zoo bijzonder prettig gevonden had, met haar verloofde bij U te komen en U antwoordde met beminlijke naïeveteit 'Ik heb er ook erg mijn best voor gedaan.' 'Hoezoo?' vroeg ze. En toen klapte U uit de school. 'Mijn vriend zei, dat ik U wonderbaarlijk zou vinden. Maar dat is niet zoo. Ik vond het vreselijk prettig en gezellig. En U vind ik héél lief en aardig en vriendelijk en mooi en hartelijk. Maar wonderbaarlijk? Neen, dat niet; het was juist zoo knus en huiselijk en onder-ons, er was niets onbegrijpelijks bij'.

En toen ze weg waren, bleef U nog even doorpiekeren over de 'moraal'. Het ging tenslotte maar over een adjectief. Want al vond U het epitheton niet 'juist', U had Uw vriend toch héél goed begrepen en U vond haar juist zooals hij zich dat gedacht had. Wat doen de woorden ertoe, als je elkaars bedoeling maar begrijpt, of beter voelt!

En zoo was het met  $\bar{v}^i$  en  $v^i$  ook. Wat doet het ertoe, welke getallen ze voorstellen? De vorm der symbolen suggereert de gedachte aan een contra-varianten vector en dat is de hoofdzaak. En het 'epitheton' 'dubbelgestreept' verandert daaraan helemaal niets.

Het gevoel, de emotie die achter de woorden verborgen ligt is het, die aan de 'redelijke verstandhouding' tusschen menschen ten grondslag ligt. Als je mekaar maar begrijpt!!

En waarom staat dit heele verhaal in het hoofstuk 'Kans'? Om de begrippen 'wonder' en 'wonderbaarlijk'. Het is eene illustratie van wat U dikwijls gezegd hebt: Een wonder is iets ongewoons, iets dat niet in het schema der dagelijksche gebeurtenissen past, iets dat de emotie 'wonder' oproept. Kort gezegd: Een wonder is iets dat je verwondert!

*Ik dacht, dat U het wel grappig zoudt vinden, deze nachtelijke phantasie te lezen, daarom heb ik ze voor U opgeschreven. Een groot aantal details en zijdelingse opmerkingen zooals ze vaak Uw boekjes zoo buitengewoon waardevol maken, zijn me helaas ontgaan. Anders ware het nog zoo gek niet met deze geschiedenis het begrip 'wonder' en daarmee 'waarschijnlijkheid' te illustreren!*

*Als steeds t.à.v.*

*DvDantzig [handtekening]*

Mannoury schreef natuurlijk niet in werkelijkheid een boek over Ruimte en Tijd. Het onderwerp was voor die tijd niet verwonderlijk, noch het droombeeld dat Van Dantzig zijn bewonderde leermeester ervoor aanzag daarover te schrijven. De mathematisch-fysici waren nog volop in de weer met de verwerking van de consequenties van de relativiteitstheorie, Van Dantzig zeker, dus het thema Ruimte en Tijd lag voor de hand -daarmee hadden die vectoren te maken. De kwesties van verstandhouding, gevoel en emotie -gesteld tegenover de indicatieve waarde van uitingen- waren typische elementen uit de significa, Mannoury's theorie van communicatief handelen. Speculaties over de dubbelgestreepte verloofde worden overgelaten aan de lezer.

## **Speculaties**

De brief illustreert treffend niet alleen op welke speculatieve wijze Van Dantzig in de weer kon zijn met waarschijnlijkheidsrekening, maar ook hoezeer het tot de vanzelfsprekende bagage van fysici en natuurkundig geïnteresseerde wiskundigen was gaan behoren om het kansbegrip een plaats te geven in hun denken.

In Van Dantzigs carrière had reeds in 1931 het moment kunnen komen van neerdalen van de speculatieve bemoeiens met waarschijnlijkheidsrekening naar het aardse niveau van mathematische statistiek, maar zo zou het niet lopen. In het voorjaar van 1931, gepromoveerd maar werkloos,

solliciteerde Van Dantzig bij het Centraal Bureau voor de Statistiek. Hoe anders zou zijn carrière eruit gezien hebben als hij daar was aangenomen bij het conjunctuuronderzoek, waar Jan Tinbergen (1903-1994) reeds werkte en waar even later de natuurkundige Piet de Wolff (1911-2000) aan de slag ging.

Van Dantzig ging echter verder op mathematisch-fysisch terrein, in de differentiaalmeetkunde samen met Schouten. Naarmate hij meer en meer zijn eigen route in de mathematische fysica koos, was de waarschijnlijkheidsrekening daarin een belangrijker element. Van Dantzig wilde net als iedereen werken in de richting van een verzoening van relativiteitstheorie en quantumtheorie. In 1938 ontvouwde hij bij zijn aantreden als deeltijd-hoogleraar in Delft met *Vragen en schijnvragen over ruimte en tijd* zijn flitsenhypothese van elementaire gebeurtenissen. Dit zou, zo besprak hij in die tijd met Schouten, een complete herschrijving van de mathematische fysica vergen. Zijn artikelen over relativistische thermodynamica en over relativistische gastheorie zag hij in dat licht. Het bestuderen van de natuur in termen van flitsen, in plaats van in termen van deeltjes die zich op zeker moment op zekere plaats bevinden, zou op het meest fundamentele niveau inzet van de waarschijnlijkheidsrekening vereisen. Maar op dat punt aangeland staakte hij zijn poging bij te dragen aan de mathematische fysica. Het herschrijvingsprogramma liet hij varen, maar de waarschijnlijkheidsrekening liet hij niet meer los.

Hij discussieerde in de tweede helft van de jaren dertig over het kansbegrip en over waarschijnlijkheid onder meer met Van der Waerden, zijn promotor die op dat moment hoogleraar in Leipzig was, met Mannoury en met zijn Delftse collega J.M. Burgers. Contact had hij ook met Otto Neurath, de Wiener Kreis-voorman die van 1934 tot 1940 ook in Den Haag woonde en propaganda maakte voor beeldstatistiek. Neurath werd een

persoonlijke vriend.

Kans, waarschijnlijkheid en statistiek werden dus geleidelijk een zelfstandig punt van aandacht in Van Dantzigs gesprekken en studies. Toen zich dat na een half decennium begon te uiten in publicaties was de invalshoek vanuit de theoretische fysica nog zeer zichtbaar. De eerste publicatie in 1941, uitvloeisel van een voordracht over 'Mathematische en empiristische grondslagen der waarschijnlijkheidsrekening' in november 1940, stond nog helemaal aan de theoretisch-speculatieve kant van het vak. De hieruit ontsproten discussie met Bruno de Finetti in het Italiaanse blad *Statistica* was evenzeer een grondlagenstuk. Ondertussen had zich echter bij Van Dantzig een omslag voltrokken van uiteenzetting met basisbegrippen naar concrete confrontatie met statistiek.

## Samenleving

Het was voor David van Dantzig, de ongedurige denker, altijd op zoek naar de grondslagen van de grondslagen, een radicale omslag om zich zozeer op de empirie te storten. Dit had alles te maken met de maatschappelijke bewustwording onder wetenschapsbeoefenaren in de loop van de jaren dertig. Speciaal de vooruitstrevende wetenschapsmensen, waar Van Dantzig, Burgers en Tinbergen zeker bij hoorden, verruimden hun blik. De aanleiding was de economische crisis van de jaren dertig en ook al het opkomend fascisme.

Wetenschapsmensen voelden een verantwoordelijkheid om meer het voortouw te nemen in de samenleving. Enerzijds deden zij dit door studie te maken van wat er in hun ogen verkeerd ging. Tinbergen met zijn studie van conjunctuurgolven is hier natuurlijk het voorbeeld bij uitstek. Van Dantzig en Mannoury maakten binnen de signifi sche beweging studie van massapsychologische verschijnselen. Anderzijds wilden zij dit doen door met hun wetenschap meer economisch en cultureel leiding te geven aan de maatschappij, door wetenschap dienstbaar te maken.



Er gebeurde veel op bestuurlijk en organisatorisch vlak. Zo was er in Engeland een groep die het manifest *The frustration of science* (1935) publiceerde. In de Verenigde Staten werd in opdracht van de regering studie gemaakt van *Research as a national resource* (1938). In Nederland behoorden Burgers en Tinbergen tot een comité dat voorstellen in die richting wilde ontwikkelen, maar de oorlog verhinderde concretisering. Voor Van Dantzig waren deze mensen geestverwanten. Burgers kende hij goed. Via de Unity of Science congressen waren ook de Engelse en internationale initiatieven bekend.

Zijn eigen initiatieven waren niet zozeer politiek of bestuurlijk maar lagen op het niveau van het wetenschappelijk onderzoek zelf. Bestuurlijk deed hij pogingen om zijn collega-hoogleraren in de wiskunde aan de Technische Hoogeschool te winnen voor een actiever inbreng in de ingenieursopleidingen, maar deze vonden geen enkele weerklank. In concrete onderzoeksactiviteit bleef zijn denkbeeld in om rekenaars aan het werk te zetten, in het Delft van 1940 een vaag plan. Concreet statistisch werk aantrekken lukte wel en dat deed hij zelf.

Het was dus niet zozeer de statistiek die geheel nieuw voor Van Dantzig was, maar veeleer de houding en inzet waarmee eraan gewerkt werd. En dan was natuurlijk de praktische consequentie bepaald nieuw. Theoretische bestudering van waarschijnlijkheidstheoretische aspecten van de vergelijkingen van de mathematische fysica was bepaald iets anders dan mathematische statistiek bedrijven op concrete empirische gegevens. Want dit laatste was het terrein waarop hij zich vanaf 1938 begaf.

### **Statistische gegevens, geen leerboek**

In 1939 schreef Van Dantzig een aantal hoogleraren en connecties in het bedrijfsleven aan met het verzoek hem voorbeelden te geven van statistische bewerking van concreet waarnemingsmateriaal. Het bracht hem in contact met de zuivelin-

dustrie en met het verzekeringswezen, met medische diensten en met Schermerhorn die zijn hulp vroeg bij de bewerking van het waarnemingsmateriaal van het aardmagnetisch veld.

Van de academici die mathematische statistiek doceerden profiteerde Van Dantzig opvallend weinig. In Rotterdam doceerde Koopmans statistiek aan de economen, maar noch met hem noch met de statistici van het CBS ontwikkelde hij contact - later, na de oorlog, zou hij wel samen met J.B.D. Derksen van het CBS een cursus voor de VVS verzorgen. Ook ontbrak J.C. Kapteyn, de Groningse sterrenkundige, die met zijn rekenaarsgroep het meest geavanceerd in statistiek van waarnemingen was. Spaarzaam was het contact met de Wageningse hoogleraar wiskunde Van Uven, die Van Dantzig op de standaard literatuur op het terrein van praktische statistiek wees.

Van de aanwezige statistische praktijken in Nederland die Van Dantzig had kunnen kennen, verwierf hij zich dus bepaald een scheef beeld. Naar het zich laat aanzien werd de selectie eenvoudigweg bepaald door de netwerken waar hij toegang toe had. Het was voldoende om een aanzienlijke hoeveelheid materiaal te verwerven. Het eerste wat hij wilde was echter niet zozeer zelf het statistisch materiaal bewerken, maar de voorbeelden samenbrengen in een leerboek. Hij was zo stellig overtuigd van zijn plan, dat hij met uitgeverij Nijhoff al in 1939 voorlopige afspraken maakte voor de publicatie van zo'n boek.

Een dergelijk boek, beginnend met een uiteenzetting van de waarschijnlijkheidstheoretische grondslagen van de statistiek en uitlopend op de behandeling van praktische voorbeelden, bestond inderdaad voor Nederland nog niet. Dat het er nooit is gekomen had echter meer oorzaken dan het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog. Beschouwt men het grondslagenstuk uit 1941 en de uitdijende syllabus van zijn naoorlogse colleges, dan is in een oogopslag dui-

D. van Dantzig met zijn zoontje (1942).



delijk dat de conceptuele eenheid ontbrak, laat staan dat het einde ervan in zicht was.

David van Dantzig werkte ondanks zijn benarde positie het grootste deel van de oorlog door aan statistische onderwerpen. Hij was joods en werd in november 1940 verwijderd, in maart 1941 ontslagen van de Technische Hoogeschool. Wachtgeld kreeg hij wel en zijn gemengde huwelijk - i.e. wat het Duitse regime 'gemengd' wilde noemen - vrijwaarde hem van acute vervolging. Hij werd in 1942 verplicht te verhuizen van Den Haag naar Amsterdam-Zuid. Van Dantzig werkt verbeterd voort. In samenwerking met de inmiddels hoogbejaarde Mannoury pakte hij een uiterst traditioneel statistisch onderwerp bij de kop, namelijk gegevens uit het Amsterdamse bevolkingsregister, in een poging die op moderne manier te behandelen. Hij bestudeerde gegevens van zelfmoorden, kindertal, huwelijksvruchtbaarheid enzovoorts die het Statistisch Bureau van de stad voorbeeldig bijhield en die de behulpzame beambten ter beschikking stelden. Later in de oorlog hield Van Dantzig zich staande met statistische klussen voor verzekeringsbedrijven en rekenwerk voor het Nationaal Luchtvaart-laboratorium. Dankzij de bijzondere bescherming door VU-collega Koksma overleefde hij met zijn gezin de oorlog.

In 1945 lag al dat statistische werk klaar. Van Dantzig zou het in de naoorlogse jaren geleidelijk

uitwerken in de almaar uitdijende syllabus Waarschijnlijkheidsrekening en Mathematische Statistiek.

### Wederopbouw

In 1945 kwam de gelegenheid om die eerder opgevatte ideeën over dienstbare wetenschap te concretiseren. De statistiek was immers voortdurend aanwezig in David van Dantzigs carrière. De aspiratie om de wetenschap in te zetten voor de samenleving, voor economische welvaart en cultuur, was bij hem eind jaren dertig doorgebroken.

Naar Van Dantzigs idee kwam in Amsterdam het Mathematisch Centrum tot stand (opgericht samen met Van der Corput, Koksma, Schouten, Kramers en Minnaert op 11 februari 1946) met een Rekenafdeling en een Statistische Afdeling. Van hieruit kon hij de statistische consultatie opbouwen, cq laten opbouwen door J. Hemelrijk, en cursussen verzorgen. In Amsterdam werd hij ook hoogleraar op de geheel nieuwe leerstoel voor de Leer der collectieve verschijnselen. Vanuit deze positie maakte Van Dantzig school in de mathematische statistiek in Nederland.<sup>1</sup> Van Dantzigs initiatief stond in 1945 niet op zichzelf. Er was een context rationalisatie in bestuur en bedrijfsleven die de vraag naar mathematische statistiek een zekere urgentie verleende. De oprichting van de Vereniging voor Statistiek, VVS, was een van de gebeurtenissen waarin de rationalisatiestreven aan de dag trad. Sneller dan alle anderen hadden J. Sittig, J.H. Enters en A.R. van der Burg hun plan voor een betere wereld na de oorlog rond. Zij richtten in augustus van dat jaar de VVS, Vereniging voor Statistiek op. Voor deze vereniging moest statistiek vanzelfsprekend mathematische statistiek zijn, en niet beschrijvende. De oprichters zochten steun in academische kring voor deze vanzelfsprekendheid en vonden die bij Van Dantzig. Hemelrijk omschrijft de rol van Van Dantzig, Sittig en hemzelf bij terugblik in 1987 als 'de profeet, de missionaris en de handelsreiziger'.

Ook aan de wiskundige kant stond Van Dantzig niet alleen. Nog eerder dan hij zelf voor een leerstoel in aanmerking dacht te komen, had Van Dantzig in het najaar van 1945 met succes gepleit voor een leerstoel Mathematische Statistiek aan de Universiteit van Amsterdam. De instelling van de leerstoel strandde echter toen Van der Waerden, juist teruggekeerd uit Leipzig, voorgedragen werd. Wiskundig gezien was het geen vreemd denkbeeld B.L. van der Waerden voor te dragen. Deze kon namelijk alles op wiskundig gebied en had zich reeds vanaf de jaren dertig in Leipzig met statistiek en consultatie beziggehouden. In 1945 gaf hij zijn cursus Mathematische Statistiek voor Shell Research. Hetzelfde materiaal publiceerde Van der Waerden 10 jaar later in zijn leerboek. Politiek lag de benoeming van deze man, net terug uit Duitsland, echter veel te gevoelig. Dit is een van de redenen waarom de leerstoel voor Van Dantzig die enkele maanden later werd aangevraagd die wonderlijke naam draagt.

In Amsterdam had ook H. Freudenthal de oorlog overleefd. Hij werd in Utrecht tot hoogleraar benoemd, doceerde daar in de jaren vijftig ook mathematische statistiek - het was maar één van zijn vele activiteiten - en gaf een leerboek uit.

## Conclusie

Zich op het terrein van de mathematisch statistiek begeven, hadden anderen in 1945 ook kunnen doen, maar Van Dantzig deed het en hij was degene die het met volle overgave deed. In die overgave zit misschien het grote verschil. De mathematische statistiek, althans in de vorm van aandacht voor waarschijnlijkheidsrekening begeleidde Van Dantzig eigenlijk al zijn hele carrière lang. Het was bij hem en bij vele anderen zoals Burgers, Van der Waerden en Freudenthal gewoon aanwezig in het bewustzijn van de wiskundige die geïnteresseerd is in de mathematische fysica. Wat dit aangaat was er een sterke continuïteit.

De echte omslag had plaats niet in 1945, maar

in 1938, en was een omslag in houding ten opzichte van de maatschappelijke positie van de wiskunde. De in de wederopbouw gerealiseerde droom was niet zozeer de abstracte kansdroom, maar de droom van maatschappelijke dienstbaarheid van de wiskunde.

Het dubbele geweten waar Van Dantzig bij terugblik in 1954 op zinspeelde, was dus niet het gevolg van de overgang naar mathematische statistiek, maar de oorzaak ervan, of beter gezegd, omdat hij een kans greep: de reden ertoe.

\* Afgebeeld op pagina 4 de eerste pagina van de brief van D. van Dantzig aan G. Mannoury, 1 februari 1926.

1. Lees hierover de bijdrage van W.R. van Zwet aan het symposium Van Dantzig 2000 op 22 september aanstaande.

GERARD ALBERTS is verbonden aan het Centrum voor Wiskunde en Informatica en aan de Katholieke Universiteit Nijmegen.  
E-mail <g.alberts@cwi.nl>.



## David van Dantzig (1900-1959) en een eeuw wiskunde, wiskundig denken en cultuur

### Sprekers

W.T. van Est, L. Bergmans, H.J. Smid, N.G. de Bruijn, G. Alberts, W.R. van Zwet

### Forum

*De maatschappelijke betekenis van het wiskundig denken* met K. Vendrik (GroenLinks), P.B. de Ridder (oud-dir. CPB) en de Van Dantzig-laureaten A.H.G. Rinnooy Kan en W.R. van Zwet o.l.v. D. van Delft.

### Publikaties

Op de dag van het symposium verschijnen *Twee geesten van de wiskunde*, *biografie van David van Dantzig* door Gerard Alberts, *The Scientific Family Tree of David van Dantzig* door Constance van Eeden, en *Uitbeelden in Wiskunde*, *Proceedings Van Dantzig 2000*.

### Plaats en informatie

Aula van de Universiteit van Amsterdam. Voor informatie, aanmelding en boekbestellingen <[www.CWI.nl/conferences/Dantzig2000](http://www.CWI.nl/conferences/Dantzig2000)>.

*Van Dantzig 2000* is een activiteit van GMFW, landelijk werkcontact Geschiedenis en Maatschappelijke Functie van de Wiskunde en gesponsord door NWO, het CWI en de UvA (KdV en IBIS).

Recente maatschappelijke ontwikkelingen vragen om nieuwe logistieke concepten voor het leveren van goederen en voorraadbeheer. Een uitgelezen kans voor de statistiek en de operations research om creatieve oplossingen aan te dragen.

## 'Klant is koning' vraagt om adequate logistiek

een uitdaging voor statistiek en operations research



RUUD HEUTS

### **Kortere levenscyclus van producten**

In de computerindustrie, maar ook elders, is een tendens aanwezig dat nieuwe producten elkaar steeds sneller opvolgen. Denk bijvoorbeeld aan de introducties van nieuwe co-processoren voor pc's. Intel bracht gedurende de zomer van dit jaar maar liefst vijf nieuwe processoren uit (zie *Automatisering Gids* van 23 juni 2000). Eén daarvan is de Pentium III Speedstep, een 600 MHz-processor met een stroomverbruik van slechts 1 watt.

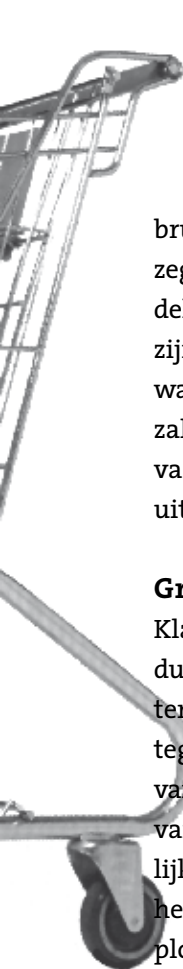
Door de steeds korter wordende levenscyclus van veel producten wordt het voorraadbeheer van die producten steeds moeilijker. Veel bedrijven in Nederland kampen met dit probleem. Om de service aan klanten op peil te houden, moet er voldoende voorraad zijn. Echter, als er een vernieuwd product op de markt komt tegen een prijs die vergelijkbaar is met die van het oude product, is de kans groot dat de oude voorraad waardeloos wordt.

De meeste voorraadmodellen voor producten die bederfelijk zijn of bloot staan aan economi-

sche veroudering, zijn complex (stochastische vraag, stochastische verouderingstijd, stochastische levertijd) wat het bepalen van de optimale bestelstrategie betreft. Een bijkomend aspect is dat de rekestijd al snel onaanvaardbare proporties aanneemt indien de levensduur van het product veel perioden omvat. Hier ligt een uitdaging voor de statistiek en de operations research om voor de praktijk beter bruikbare benaderingsprocedures te ontwikkelen.

### **Betere after sales service**

Kopers van apparaten stellen hogere eisen aan de service dan voorheen. Niet alleen op het moment van aankoop maar ook als het gaat om de *after sales service*, de onderdelenservice van producten die zitten tussen de zogenoemde *end of production*-fase en de *end of maintenance*-fase. Als het product niet meer wordt geproduceerd, moeten onderdelen nog wel de nodige jaren leverbaar zijn.



In literatuur over dit onderwerp wordt vaak gebruik gemaakt van de analogie-analyse, dat wil zeggen dat informatie over analoge reserve-onderdelen waarvan wel de *end-of-life*-gegevens bekend zijn, wordt gebruikt voor het reserve-onderdeel waar nauwelijks van te schatten is hoe de restvraag zal verlopen. Echter, dit concept is in de praktijk vaak moeilijk te implementeren. Wederom een uitdaging voor de operations research.

### **Groter assortiment**

Klanten worden steeds veeleisender wat de product- en verpakkingsvarianten betreft. Producenten zijn min of meer gedwongen aan die wensen tegemoet te komen met alle logistieke problemen van dien. Voorspellen van de vraag en het beheer van de uitdijende voorraad worden steeds moeilijker. Vraagprocessen worden steeds grilliger, hebben nauwelijks meer structuur en vertonen plotselinge sprongen. Veel bedrijven die toch de toegezegde klantservice willen verlenen, houden daartoe grote veiligheidsvoorraden aan.

De planning van productie- en verpakkingsomstellingen - rekening houdend met storingen van machines - en ploegplanning worden extra bemoeilijkt door een groot assortiment. Wat betreft de vraagvoorspelling liggen voor de statistiek en de operations research nog voldoende mogelijkheden. Zo zou voor een geschikte groep van producten een min of meer complex regressie- of tijdreeksmodel gemaakt kunnen worden. Vervolgens zou voor het fractionele aandeel van ieder product dat tot zo'n groep behoort een enkelvoudig effeningsmodel geconstrueerd kunnen worden, waarvan de voorspelling uiteindelijk gecombineerd wordt met die van de groepsvoorspelling. Het bepalen van de variantie van de som van de voorspelfouten gedurende een zekere periode (denk aan veiligheidsvoorraadbepaling) bij zo'n gecombineerde procedure blijft moeilijk.

Door modulair te ontwerpen en te produceren kan onder meer de complexiteit van het pro-

bleem van voorraadbeheersing worden gereduceerd. Laat in een vroeg stadium tijdens het ontwikkelproces de afdelingen voor ontwikkeling, productie en logistiek van een bedrijf onderzoeken in hoeverre er modulair geproduceerd dient te worden. Door componentenstandaardisatie - waarbij afzonderlijke componenten vervangen worden door één enkele component die de functies van de te vervangen componenten overneemt - zijn met weinig componenten toch veel varianten van eindproducten mogelijk. Het aantal onderdelen, dat gedurende het hele productieproces nodig is, blijft daarmee beperkt. Het doel van modulair produceren is om te voldoen aan een groot aantal verschillende eindproducten met een zo klein mogelijke tussenvoorraad.

De huidige modellen over voorraadeffecten van componentenstandaardisatie in productieketens dienen verder uitgebreid te worden. Op het terrein van productieplanning - waarbij met veel onzekerheden rekening moet worden gehouden - is voor de operations research nog het nodige te doen

### **Hogere kwaliteitseisen**

Globalisering en liberalisering van de markt dwingen veel Europese bedrijven kwaliteitsverbeteringsprogramma's op te zetten. Om zich met de buitenlandse concurrentie te kunnen meten, worden de kwaliteitseisen dwingerder. Leveranciers worden steeds vaker geselecteerd op basis van hun kwaliteitsprogramma en de ISO-certificering. De industriële statistiek heeft een belangrijke bijdrage geleverd bij het verbeteren van de procescontrole via regelkaarten, proefopzetten in geval men niet tevreden is met de prestaties van het bestaand proces en Taguchi methoden voor statistisch robuust ontwerpen.

### **Strengere milieu-eisen**

Door de strengere milieu-eisen binnen de EG ontstaan steeds meer retourstromen van door de



klanten afgeschreven producten. Deze moeten terug naar de producent of naar een nieuwe door de actoren in het voortbrengingsproces in het leven geroepen organisatie (zoals Autorecycling Nederland). Deze nieuwe ontwikkelingen (denk ook aan retourstromen van verpakkingsmaterialen) vragen om nieuwe logistieke concepten. Moet bijvoorbeeld van afgeschreven auto's de bumpers eerst in een inzamelcentrum geschredderd worden alvorens de bumpers voor verdere bewerking door te sturen? Wat is een kritische shredderhoeveelheid om een economische verantwoord shreddercentrum op te zetten; waar dient het te komen; wat dient de capaciteit van dit centrum of centra's te zijn? Welke autodemontagebedrijven van automaterialen worden toegewezen aan welke inzamelaar? Aan welke faciliteit, als er meerdere zijn, wordt de shredderactiviteit toegewezen?

Bij het beantwoorden van dit soort vragen kan de operations research een belangrijkere rol spelen. De bestaande modellen voor deze vraagstukken zijn meestal deterministisch van aard, waardoor het onzekerheidsaspect onderbelicht blijft.

### **Toenemende informatisering en automatisering**

De huidige informatisering en automatisering van processen heeft bij een aantal bedrijven de traditionele structuren op z'n kop gezet; de tussenhandel wordt in één klap uitgeschakeld. Zo kunnen bij Dell computers via Internet computers op maat worden besteld. Via Internet worden ze betaald en vervolgens door UPS afgeleverd. Na de Internet-bestelling assembleert Dell alle onderdelen en de computer is klaar voor verzending. Zo kruipen productie en distributie steeds dichtert tegen elkaar aan. In Nederland werkt Daf Trucks volgens het *build to order*-principe (d.w.z. productie volgens klantspecificatie). De traditionele lange distributieketens (op voorraad maken in de fabriek, opslag bij de fabriek, opslag bij landendepot, opslag bij regiodepot, klant) staan onder druk. Geïntegreerde productie-distributieplanning wordt complexer indien minder - of

niet meer - op voorraad wordt gewerkt. De voorraadbuffer bij calamiteiten is er niet meer.

De ontwikkelingen in de informatietechnologie (chiptechnologie, informatie-opslagsystemen en software-ontwikkelingen) en de revolutie in communicatie-technologie (Internet, Intranet, Extranet, en mobilfoonontwikkelingen) vereisen andere logistieke besturingen van veel processen. De Boston Consulting groep verwacht dat rond 2004 voor 7000 miljard dollar handel zal verlopen via Internet, waarvan 90 procent tussen bedrijven (*business to business*, B2B) en 10 procent tussen bedrijven en consumenten (*business to customer*, B2C). Ford en General Motors hebben hun websites samengevoegd om een virtuele marktplaats te creëren voor autoproducenten en hun tienduizenden toeleveranciers. Onlangs zijn DaimlerChrysler en Nissan/Renault ook toegetreden. De autofabrikanten hopen, door toeleveranciers tegen elkaar uit te spelen, jaarlijks miljarden op hun inkopen te besparen.

Een ander voorbeeld van gewijzigde structuren is het volgende. Deutsche Post zorgt ervoor dat in het B2B-traject bij virtuele dealers en gewone dealers bestelde ict-goederen zoals mobiele telefoons, faxen, computers en tv's bij (voornamelijk) zakelijke afnemers worden afgeleverd. Het bedrijf handelt het gehele traject af vanaf de fabriek: financiële afhandeling, opslag, *pick & pack*, aflevering, sturen van herinneringen, terugname en retourzendingen. Via de website van Deutsche Post kan men online shoppen. In het B2B-traject wordt bijna niets teruggezonden, echter bij het B2C-traject is het verhaal anders. Het aantal producten dat Deutsche Post retour krijgt van consumenten ligt rond de 40 procent. Overigens ook in de VS wordt ongeveer 35 procent van de via Internet bestelde kerstinkopen na de feestdagen weer retour gezonden. Het B2C-traject is complexer vanwege de retourstromen. Het aanpassen van de standaard voorraadmodellen wordt bemoeilijkt omdat we daarvoor per product ook aanvullende informatie nodig hebben. Deze informatie betreft de variabiliteit van de fractie die

retour komt, de variabiliteit van de fractie van geretourneerde producten die na bewerking opnieuw aan de voorraad kan worden toegevoegd, plus informatie over de tijdsvertragingen die retournering en nabewerking met zich meebrengen. Verder zou deze informatie in de tijd sterk kunnen veranderen, waardoor niet-stationariteit belangrijk is. Hiermee kunnen de bestaande modellen echter moeilijk overweg.

Internet, Intranet (alleen toegang voor een geautoriseerde groep van personen van een bepaalde organisatie) en Extranet (toegang voor personen van een geautoriseerde groep van samenwerkende bedrijven) bieden veel voordelen: aan-zienlijke doorlooptijdverkorting (de voorraadkosten kunnen behoorlijke worden gereduceerd); belangrijke online informatie over beschikbaarheid van artikelen en de *tracing* en *tracking*; reductie van fouten in vergelijking met het telefonisch inbellen of faxen van bestellingen; verbeterde vergelijkende inkoopmogelijkheden; minder administratieve en operationele kosten; minder reis- en vergaderkosten en geen papierkosten. Door gebruik van Intranet en Extranet zijn bij Toshiba in de VS de bestelkosten per order gedaald van \$ 25 naar \$ 10. Bestel-, opslag- en transportstrategieën dienen beter met deze ontwikkelingen rekening te houden.

Voor wat betreft het oplossen van operationele en tactische vraagstukken zijn reeds vele successen geboekt met kwantitatieve technieken. Echter, voor het oplossen van belangrijke strategische kwesties, waarbij vooral het simultaan optreden van bepaalde onzekerheden belangrijk is, dienen de kwantitatieve technieken nog de nodige vorderingen te maken; een uitdaging voor de statistiek en de operations research.

*RUUD HEUTS is hoofddocent in de kwantitatieve logistiek bij de vakgroep econometrie van de economische faculteit van de Katholieke Universiteit Brabant. E-mail <r.m.j.heuts@kub.nl>.*

## Black Belt

# Gevraagd statistici

RONALD J.M.M. DOES

Het moet velen zijn opgevallen dat de arbeidsmarkt voor statistici op dit moment uitstekend te noemen is. Universiteiten hebben vacatures variërend van assistent in opleiding tot hoogleraar. Binnen het bedrijfsleven is de vraag vele malen groter. Sommige vacatures intrigeren zoals: gezocht *Black Belt of Master Black Belt*.

Personen met de functiebenaming *Black Belt of Master Black Belt* spelen een sleutelrol bij bedrijven die het kwantitatief kwaliteitsprogramma genaamd *Zes Sigma*, in gebruik hebben genomen. *Zes Sigma* is een kwaliteitsverbeterprogramma

dat is ontwikkeld bij Motorola. Het is een door de klant gedreven benadering voor kwaliteitsmanagement en biedt een alomvattend plan voor procesverbetering. In 1987 is Motorola als eerste bedrijf met dit programma begonnen.

*Zes Sigma* behelst een uniforme aanpak van de kwaliteit zodanig dat in alle processen van het bedrijf een hoger kwaliteitsniveau bereikt wordt. Dit niveau wordt geassocieerd met *Zes Sigma*. Simpel gesproken, betekent het een foutkans gelijk aan 3,4 fouten per miljoen mogelijkheden. In 1997 was bij Motorola ongeveer de helft van het personeel verdeeld over 5.000 teams betrokken bij het programma. Er werd toen circa 5 miljard gulden bespaard met behulp van dit programma. In principe bedraagt de kostenbesparing die gerealiseerd kan worden door dit programma te implementeren circa 10 procent van de jaarlijkse omzet!

Wegens het enorme succes bij Motorola zijn andere grote (Amerikaanse) bedrijven ook overgestapt op deze aanpak. Genoemd kunnen worden (tussen haakjes het jaartal waarin gestart is) DEC (1988), IBM (1989), Eastman Kodak (1993), AlliedSignal (1994), General Electric (1996), Sony (1997) en Paccar (1998). In de bedrijven waar *Zes Sigma* tot nu toe succesvol is ingevoerd, is eerst begonnen met enkele pilotprojecten. Op deze manier kan de organisatie wennen aan de nieuwe filosofie en aanpak. Bovendien zal een verdere invoering eenvoudiger te realiseren zijn. De keuze van de projecten baseert men op veel voorkomende klanten klachten en op de eis dat het project ook een flinke kostenbesparing kan opleveren. Het motto van het programma luidt dan ook: *Show me the data* en *show me the money*.

De projecten worden uitgevoerd door zogeheten *Black Belts* (BB), die op hun beurt weer worden begeleid door *Master Black Belts*. De BB begint met een duidelijke definitie en afbakening van het project, waarbij de financiële impact wordt

vastgesteld. In het kort gaat de BB in zijn project door vier fasen heen: **Measure** (meten); **Analyze** (analyseren); **Improve** (verbeteren); **Control** (beheersen).

Deze fasen worden weer opgesplitst in kleinere stappen die dan beter behapbaar zijn. Het stappenplan wordt veelal aangegeven met de afkorting MAIC en door de bedenker van het geheel, de Amerikaan Dr. Mikel J. Harry, omschreven als de *Breakthrough Strategy*. Deze Harry was betrokken bij het *Zes Sigma* programma bij Motorola.

Als we het *Zes Sigma* cursusmateriaal ten behoeve van de *Black Belt* training bekijken dan valt met name de grote dosis statistiek op. Het ingangsniveau van de cursisten is hbo of universitair. Een kwantitatieve ondergrond is echter onmisbaar. Aangezien dit soort personen schaars is, is de vraag bij de bedrijven erg groot. Zo groot dat de vraag het aanbod overstijgt. Op dit moment zijn diverse bedrijven in Nederland actief met het programma. Het betreffen veelal bedrijven met een Amerikaanse moeder zoals vestigingen van General Electric (GE Plastics te Bergen op Zoom), Sara Lee (Douwe Egberts te Amsterdam, Joure, Kampen, Utrecht en Wormer), Paccar (DAF Trucks te Eindhoven) en Black & Decker (NEMEF te Apeldoorn). In 2000 hebben ook de drie grote Amerikaanse automobiefabrikanten besloten het programma in te voeren. Dit zal een belangrijke impuls ook in Nederland geven aangezien een groot aantal toeleveranciers in Nederland werkzaam is. Ook binnen de dienstverlening slaat de aanpak aan: American Express en diverse banken in Amerika zijn inmiddels bezig. Kwantitatief geschoolde experts zijn dan weer extra nodig. Kortom een gezonde toekomst voor degenen die zo'n achtergrond hebben.

*Ronald J.M.M. Does is hoogleraar Industriële Statistiek aan de Universiteit van Amsterdam en directeur van IBIS UvA BV.*

*E-mail <rjmmdoes@science.uva.nl>.*



# Het verdwenen bord van Kapteyn

De meeste statistici zullen het Galton-bord kennen, in het onderwijs een populair hulpmiddel om de binomiale verdeling, de normale dichtheid en de centrale limietstelling van De Moivre toe te lichten. Slechts weinigen zullen daarentegen van het bestaan van een Kapteyn-bord weten. Dit bord werd aan het begin van de 20e eeuw gemaakt in opdracht van de vermaarde Groningse sterrenkundige J. C. Kapteyn (1851-1922), en was bedoeld om te laten zien hoe op een natuurlijke manier bij toevalsprocessen een log-normale verdeling tevoorschijn kan komen.

Het Kapteyn-bord

HEROLD DEHLING

Het Kapteyn-bord staat afgebeeld en wordt beschreven in twee wetenschappelijke artikelen van Kapteyn (1903, 1916) en in een populair wetenschappelijk boek van dezelfde auteur, eveneens in 1916 verschenen. Later wordt het bord nog vermeld en afgebeeld in het boek van Aitchison en Brown (1957) over de log-normale verdeling. Volgens deze auteurs was het bord destijds te zien in het laboratorium Huize de Wolf, onderdeel van het Biologisch Instituut van de Rijksuniversiteit Groningen. Helaas is het Kapteyn-bord thans spoorloos. Verzoeken om inlichtingen bij het Groninger Universiteitsmuseum waren recentelijk aanleiding om een replica te laten vervaardigen. Hieraan wordt op dit moment gewerkt.

Om de werking van het Kapteyn-bord te begrijpen helpt het om nog eens goed naar het

Galton-bord te kijken. Een balletje valt hier van boven naar beneden door een bord met spijkers die op gelijke afstand in  $n$  rijen onder elkaar zitten. Op zijn weg valt het balletje in iedere rij op een spijker en wordt daarbij met gelijke kans over een vaste afstand  $a$  (iets groter dan de straal van de knikker) naar links of rechts geleid. Als je de horizontale positie na de  $k^e$  rij met  $X_k$  noteert, dan krijg je de recursieformule

$$(1) \quad X_k = X_{k-1} + U_k$$

waarbij  $(U_k)_{k=1, \dots, n}$  onafhankelijke stochasten zijn met  $P(U_k = +a) = P(U_k = -a) = 1/2$ . Je kunt (1) opvatten als een stochastisch model voor additieve 'groei', waarbij de groei in iedere periode dezelfde verdeling heeft. Zo'n proces, met mogelijkere wijs een andere verdeling van  $U_k$ , beschrijft bijvoor-

beeld de 'groei' van het vermogen van een speler die in een casino bij iedere ronde een zelfde bedrag inzet.

Uitgaande van (1) krijg je tenslotte na  $n$  rijen als eindpositie

$$X_n = x_0 + U_1 + \dots + U_n$$

waar  $x_0$  de beginpositie voorstelt. Het is nu ook te begrijpen dat de uiteindelijke verdeling bij benadering normaal is. Je eindpositie  $X_n$  bevat de som van onafhankelijke identiek verdeelde stochasten, en als deze maar individueel klein zijn, en hun aantal  $n$  voldoende groot, dan leert de centrale limietstelling dat  $X_n$  bij benadering normaal verdeeld is. Het Galton-bord levert dus als het ware een mechanische illustratie van de centrale limietstelling.

De essentiële aanname van het model (1) is dat de groei in de volgende periode,  $X_k - X_{k-1}$ , steeds dezelfde verdeling heeft, ongeacht de huidige toestand  $X_{k-1}$ . Kapteyn beargumenteerde daarentegen dat veel natuurlijke groeiprocessen een proportioneel karakter hebben, dus dat de groei in iedere periode proportioneel met de begintoestand is. De proportionaliteitsconstante is daarbij een stochast die steeds dezelfde verdeling heeft. In formules:

$$(2) \quad X_k = X_{k-1} + X_{k-1} \cdot U_k$$

of, anders geschreven,  $X_k = X_{k-1}(1 + U_k)$ . In zijn publicaties besteedde Kapteyn uitgebreid aandacht aan voorbeelden waar groei volgens het proportionaliteits model aannemelijk is. Gesprekken met de bioloog prof. Moll leidden tot beschouwingen over de groei van bessen. Verder werden economische voorbeelden zoals de groei van het vermogen van een individu en de ontwikkeling van aandelenkoersen genoemd.

Het Kapteyn-bord geeft een mechanische implementatie van het proportionele groeiproces (2), waarbij  $U_k$  telkens de waarde  $+a$  of  $-a$ , en wel elk

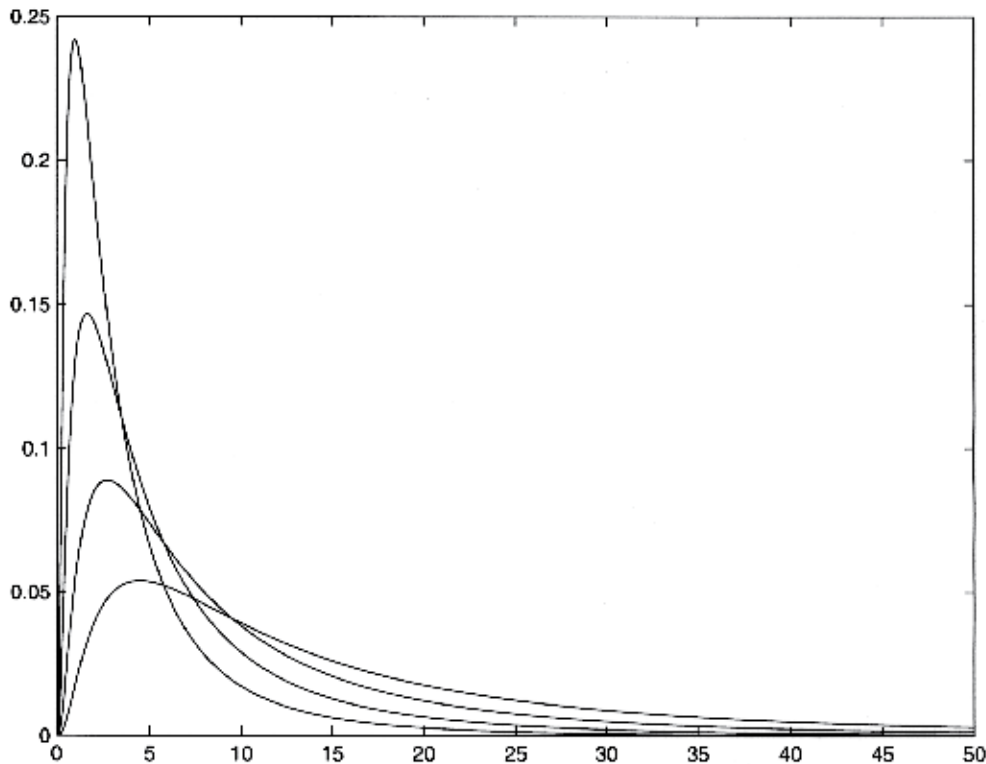
met kans  $1/2$  aannemen kan. Het bord bestaat uit huisjes-achtige houtblokken van variërende breedte die in negen rijen onder elkaar staan. De blokken zijn op een houten achterkant geplakt en zitten achter een glasplaat. Zandkorrels vallen in het Kapteyn-bord van boven naar beneden door ruimten tussen de blokjes en komen aan het einde van een tussenruimte steeds op de scherpe kam van het volgende blok, waar ze met een kans van  $1/2$  naar links of naar rechts geleid worden. De blokjes zijn zo gedimensioneerd dat hun breedte proportioneel is met de horizontale afstand van de linker-kant. Als je de proportionaliteitsconstante  $a$  noemt, dan worden de zandkorrels dus tussen twee opeenvolgende rijen over  $a \cdot X_{k-1}$  naar links of rechts geleid, elk met kans  $1/2$ . Aan het einde van de rit, onder aan het bord, worden de korrels in bakjes opgevangen. De hoogte van het zand in ieder bakje geeft dan de kansdichtheid van de eindpositie aan.

Het eindresultaat van het proces (2) kan eenvoudig in een gesloten vorm uitgedrukt worden; namelijk  $X_n = x_0 \cdot (1+U_1) \cdot \dots \cdot (1+U_n)$ . Door links en rechts in deze identiteit logaritmen te nemen, krijg je

$$\log X_n = \log x_0 + \log(1+U_1) + \dots + \log(1+U_n).$$

Hier is het rechter lid de som van  $n$  onafhankelijke en identiek verdeelde stochasten, zodat bij benadering een normale verdeling ontstaat. Een positieve stochast waarvan de logaritme een normale verdeling heeft, heet log-normaal verdeeld. Aangezien  $\log X_n$  bij benadering normaal verdeeld is, mogen we dus concluderen dat  $X_n$  zelf bij benadering een log-normale verdeling heeft. De hoogte van de hoopjes zand onder aan het Kapteyn-bord benadert dan ook, na normering, een log-normale dichtheid.

Zoals de titel van zijn publicatie *Skew frequency curves in biology and statistics* al aangeeft, was Kapteyn geïnteresseerd in het modelleren van scheef-symmetrische verdelingen. Daarbij zocht hij



Lognormale dichtheden voor 4 verschillende waarden van de parameters.

naar verklaringen voor het veelvuldig optreden van zulke verdelingen in de praktijk. Hij zette zich daarmee af tegen Karl Pearson, wiens familie van scheef-symmetrische verdelingen vooral een analytisch karakter had. Kapteyn postuleerde het model van proportionele groei als een natuurlijk proces dat scheve verdelingen, hier log-normale verdelingen, tevoorschijn brengt. Karl Pearson was echter niet overtuigd. Kennelijk op zoek naar een achterliggende normaal verdeelde grootte, stelde hij dat de logaritme van de gemodelleerde variabelen geen intrinsieke betekenis had. Hij had Kapteyns redenering dus niet begrepen. De briefwisseling met Pearson motiveerde Kapteyn tot het ontwerpen van zijn bord om zodoende als het ware een mechanisch bewijs te geven van de correctheid van zijn ideeën.

Tegenwoordig speelt de log-normale verdeling een belangrijke rol in de financiële wiskunde. In het standaard model, dat op Samuelson terug gaat, en de basis vormt voor de befaamde Black-Scholes formule, volgt de koers van een aandeel een geometrische Brownse beweging. Dit proces is een continue-tijd analogon van het proportionele groei-proces van Kapteyn en heeft exact een log-normale

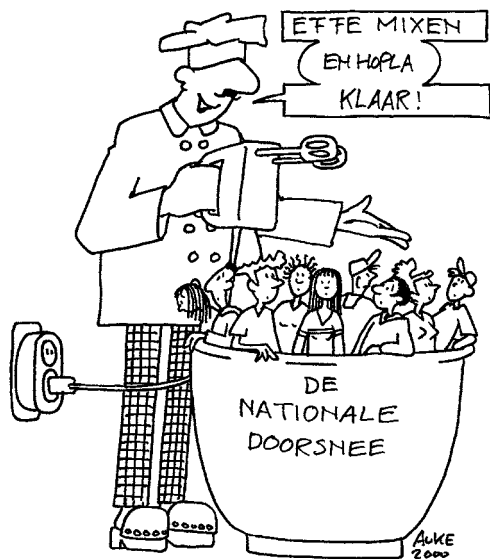
marginale verdeling. Aangezien de argumenten voor de geometrische Brownse beweging, namelijk de onafhankelijkheid en stationariteit van de returns  $(X_{t+\Delta t} - X_t) / X_t$ , reeds bij Kapteyn te vinden zijn, zou het niet ongepast zijn om van het Kapteyn-proces te spreken.

#### REFERENTIES:

- Aitchison, J., and Brown, J.A.C. (1957). *The lognormal distribution, with special reference to its uses in economics*. Cambridge University Press.
- Kapteyn, J.C. (1903). *Skew frequency curves in Biology and Statistics* (first paper). Noordhoff, Groningen.
- Kapteyn, J.C., and van Uven, M.J. (1916). *Skew frequency curves in Biology and Statistics* (second paper). Hoitsema, Groningen.
- Kapteyn, J.C. (1916). *Skew frequency curves in Biology and Statistics*. M. de Waal, Groningen.

*HEROLD DEHLING is hoogleraar Stochastiek aan de Ruhr-Universität Bochum.*

*(Prof. Dr. H.G. Dehling, Fakultät für Mathematik, Universitätsstrasse 150, D-44780 Bochum, e-mail : dehling@math.rug.nl)*



Wie is de gemiddelde leerling van Nederland? Op dinsdag 10 oktober 2000, tijdens de landelijke Wetenschap & TechniekWeek, wordt het antwoord bekend gemaakt.

## De Nationale Doorsnee

**De Nationale Doorsnee** is een landelijk statistiekonderzoek voor en door alle leerlingen van de brugklas en klas twee van het voortgezet onderwijs. Centraal staat de vraag: wie is de gemiddelde leerling van Nederland? Om dit te weten te komen vullen de leerlingen via de computer een lijst in met vragen over onder meer hun muziekvoorkeur, geld en hun school.

Op basis van de verzamelde klassegegevens doen de leerlingen een voorspelling over 'de gemiddelde leerling van Nederland'. Daarmee maken ze kans op een schoolreis voor hun klas. Bovendien wordt per leerjaar een 'gemiddelde leerling van Nederland' aangewezen, die natuurlijk ook in de prijzen valt. Over het algemeen vinden leerlingen statistiek een leuk vak. Ze zijn lekker concreet bezig met cijfermateriaal. Vandaar dat de keus is gemaakt om hen een onderzoek te laten doen naar hun medeleerlingen. Concreter kan bijna niet.

Alle 1130 scholen voor voortgezet onderwijs hebben eind juni van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren een uitnodiging ontvangen om mee te doen. Begin september kunnen ze een poster en een 'laatste kans om mee te doen-brief' tegemoet zien.

Voor de **De Nationale Doorsnee** heeft het CBS speciale software geschreven die aan alle deelnemende schoolvestigingen ter beschikking wordt

gesteld. De software is bedoeld om de enquêtegegevens van de leerlingen in te voeren en te voorspellen hoe de gemiddelde leerling eruit ziet. De verzamelde gegevens worden per e-mail naar het CBS wordt gestuurd. Op 10 oktober, in de Wetenschap en Techniek Week, verwerkt en analyseert het CBS deze gegevens. De winnaars van **De Nationale Doorsnee** worden 's avonds via televisie en Internet bekend gemaakt.

De verzamelde gegevens worden op Internet gezet zodat scholen die - in combinatie met speciaal ontwikkeld lesmateriaal - kunnen gebruiken bij volgende statistieklessen.

**De Nationale Doorsnee** is een initiatief van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren, die dit jaar haar 75-jarig jubileum viert. Het belang van statistiek wordt via **De Nationale Doorsnee** ruim onder de aandacht gebracht van jongeren. Door de grootschalige en landelijke opzet van de manifestatie zal die ook een breed publiek weten te bereiken.

**Informatie** Philip van Schaik is projectleider van *De Nationale Doorsnee* en bereikbaar op woensdag, donderdag en vrijdag op het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht, telefoon 030-2 611 611 of via <P.vanSchaik@fi.uu.nl>. Voor een overzicht van partners en meer informatie kijk op: [www.nationaledoorsnee.nl](http://www.nationaledoorsnee.nl)



Uitnodigingen worden niet verstrekt

## over de kansen van de Experience Economy

Economen verwachten dat de *Experience Economy* bepalend zal zijn voor de komende ontwikkelingen in het economisch denken. Voor operations research en statistiek betekent dit mogelijk nieuwe werkgebieden. Of zal met de intrede van de *Experience Economy* de rol van operations research en statistiek langzaam zijn uitgespeeld?

EMILE AARTS

In hun boek *The Experience Economy* presenteren Joseph Pine en James Gilmore<sup>1</sup> een theorie die ervan uit gaat dat 'belevissen' bepalend zullen zijn voor de economie van de toekomst. Mensen zullen veel geld uitgeven aan belevissen en de wereldeconomie zal erdoor bepaald worden. Het meest vernieuwende aspect van een belevenis is dat ze altijd echt is, onafhankelijk of ze veroorzaakt wordt door de werkelijkheid dan wel gebaseerd is op fictie, en dat biedt ongekende mogelijkheden. In het kort komt het erop neer dat na economieën die gebaseerd zijn op grondstoffen, producten en diensten, nu de weg open is voor een economie gebaseerd op belevissen.

Dit laat zich het best illustreren aan de hand van een voorbeeld. Beschouw de ontwikkelingen van koffie. Toen de wereldhandel tot bloei kwam in de 17de eeuw werd koffie verhandeld als *grondstof* in de vorm van bonen. In het begin van de 20ste eeuw kwam men op het idee de bonen

te verwerken door ze te branden, te malen, er smaakstoffen aan toe te voegen en te verpakken. Zo kon koffie als *product* verhandeld worden voor een beduidend hogere prijs per volume-eenheid dan voorheen. Pas veel later kwam men op het idee om heet water aan koffie toe te voegen en koffie te verkopen als *dienst* in de vorm van een warme drank. De prijs per volume-eenheid koffie kon daardoor opnieuw aanzienlijk verhoogd worden. Als men tenslotte een kopje koffie gebruikt onder het genot van een prachtig uitzicht vanaf het terras van de Eiffeltoren heeft men een *belevenis* waarvoor men 30 Franc betaalt; opnieuw een substantiële prijsverhoging.

Het hoeven echter niet altijd dit soort speciale belevissen te zijn waarvoor mensen bereid zijn veel geld te betalen. Het moeten vooral individuele belevissen zijn. Denk bijvoorbeeld aan de grote hoeveelheden geld die omgaan in de toeristenindustrie; de belevenisindustrie bij uitstek.



## **Gevolgen**

Als we naar de toepassingsgebieden kijken van operations research en statistiek dan zien we bijdragen aan al de drie 'klassieke' economieën. Vanaf de introductie van de computer medio vorige eeuw zijn er met operations research en statistiek mooie resultaten behaald met name in de vervoers-, productie- en dienstensector. Als eerste in de reeks successen moet de lineaire programmering genoemd worden. Het vroege werk van Van Dantzig is inmiddels uitgegroeid tot een volwassen aanpak die door zijn vele uitbreidingen zoals kolomgeneratietechnieken en inwendigepuntmethoden een efficiënte en algemeen toepasbare werkwijze voor lineaire optimaliseringsproblemen is geworden. De vele software pakketten die deze technieken implementeren, hebben hun weg gevonden naar de industrie en dienstensector en worden routinematig toegepast om een grote variëteit aan problemen op te lossen in de voertuigrouting, productiescheduling, roosterplanning en vele andere toepassingsgebieden.

Vergelijkbare successen kunnen worden toegeschreven aan technieken die zijn ontwikkeld op het gebied van stroomalgoritmen voor netwerkproblemen alsmede heuristische zoekmethoden voor inherent lastige problemen. Ook op het gebied van de analyse van wachtrijproblemen zijn grote doorbraken gerealiseerd door gebruik te maken van vloeistofmodellen. Deze zijn vooral van groot belang gebleken voor de prestatie-analyse van computer en productiesystemen. Tot slot dient de risico-analyse die gebaseerd is op statistische modellen en technieken een bijzondere vermelding. Kansmodellen die de hoogte van dijken in het Deltaplan of de grootte van verzekeringspremies op betrouwbare wijze kwantificeren zijn van groot belang gebleken voor de samenleving.

Natuurlijk zijn er nog veel meer mooie voorbeelden te noemen. Maar al deze voorbeelden zullen tot het verleden gaan behoren als de

*Experience Economy* haar intrede zal doen, omdat ze inmiddels routinematig kunnen worden aangepakt en er geen belangrijke nieuwe problemen naar voren geschoven worden door het afnemen van de belang van de klassieke economieën.

## **Kansen**

Laten we eens kijken of de *Experience Economie* nieuwe kansen biedt, of dat we moeten concluderen dat operations research en statistiek zullen gaan behoren tot de klassieke ambachten. Die vraag kan niet beantwoord worden zonder ons eerst een beeld te vormen van de mogelijke scenario's. Hier wordt het echter al onmiddellijk moeilijk. Er zijn verschillende scenario's in omloop, maar het succes ervan zal sterk afhangen van de wijze waarop de bijbehorende business modellen ingevoerd zullen worden. We zien dat de zakenwereld bereid is om aanzienlijke hoeveelheden geld te investeren in 'geloof' en 'verwachting'. De hoge beurswaarde van Internetbedrijven die alleen maar verlies maken maar wel een belevenis beloven, is moeilijk te rechtvaardigen, maar is wel een feit.

De meeste scenario's plaatsen de gebruiker - de betaler - in de positie van gast en daarom moet hij krijgen wat hij wil tegen een bedrag dat hij bereid is daaraan uit te geven. Het liefst moet het resultaat in positieve zin verrassend zijn, doordat de gebruiker meer krijgt aangeboden dan hij verwachtte. Om dat te realiseren zal het mogelijk moeten worden om voor ieder individu te bepalen wat zijn profiel is, wat hij zou willen en wat er kan worden aangeboden. Het gaat dus om drie basis activiteiten: *personaliseren*, *aanpassen* en *anticiperen*, en hier liggen dan ook de mogelijkheden voor de technieken uit operations research en statistiek.

Om personalisatie en aanpassing te realiseren moeten profielen van gebruikers en hun omgeving geconstrueerd worden en daartoe moeten lerende systemen ontwikkeld worden. Dit is een klassiek gebied uit de kunstmatige intelligentie waar goede ideeën leven, maar dat door gebrek aan mankracht

maar slecht tot ontwikkeling komt. Statistische technieken zoals *Bayesian learning* spelen hierbij een belangrijke rol en maken een kans om een doorbraak te forceren indien ze met voldoende inzet worden ontwikkeld en toegepast.

Een tweede uitdaging ligt op het gebied van anticipatie. Hierbij is het belangrijk om snel toegang te hebben tot grote informatiebestanden en de relatie te kennen tussen de gegevens en het gebruikersprofiel. Dit gebied staat bekend als *data-mining*, maar ook hier zijn nog grote doorbraken nodig om tot praktisch bruikbare oplossingen te komen. Opnieuw liggen er uitdagingen voor de zoektechnieken en analysetechnieken uit operations research en statistiek.

Tot slot is er een derde mogelijkheid om een bijdrage te leveren en wel vanuit de werkstijl die professionals in operations research en statistiek hebben ontwikkeld. Zij zijn gewend om problemen integraal aan te pakken en zich vooral op te stellen als probleemoplossers en niet als technologie-ontwikkelaars. Deze benadering is voor de *Experience Economy* van groot belang, omdat meer dan ooit de 'gast' centraal zal staan.

De ontwikkelingen gaan razendsnel. De vraag is niet of de *Experience Economy* er komt, maar meer hoe die er komt en wie de belangrijke spelers zijn. Professionals in de operations research en statistiek zullen de uitdagingen moeten aangaan en er zelf voor moeten zorgen dat ze een rol gaan spelen. Uitnodigingen worden niet verstrekt.

1. B. Joseph Pine II, and James Gilmore 1999, *The Experience Economy*, Harvard Business School Press Boston, Massachusetts.

*Emile Aarts is afdelingshoofd van New Media Systems and Applications bij Philips Research. Daarnaast is hij hoogleraar informatica aan de Technische Universiteit Eindhoven en senior consultant bij het Centrum voor Quantitatieve Methoden. E-mail <emile.aarts@philips.com>.*

# CURSUSSEN

## SURVIVALANALYSE

door dr. Ronald Geskus (GG&GD en Vrije Universiteit, Amsterdam).

Na de cursus kunt u overlevingsduuranalyses uitvoeren en de resultaten grafisch weergeven; de invloed van covariabelen op de overlevingsduur analyseren via een *proportional hazards* model of een *accelerated failure time* model; lineaire zowel als niet-lineaire effecten van covariabelen modelleren; de geschiktheid van een model evalueren via residuen; extra heterogeniteit modelleren via *frailty* modellen; 21 september 2000, 9.30-17.00 uur; f 750 (15% VVS korting). Informatie: Candiensten 020 - 5608400, <info@candiensten.nl>

## RUIMTELIJKE STATISTIEK (MET S+SPATIALSTATS)

door dr. Arnold Dekkers (RIVM).

Na de cursus kunt u gegevens in S-PLUS inlezen; exploratieve data-analyses verrichten; ruimtelijke afhankelijkheid modelleren via semivariogrammen; ruimtelijke lineaire interpolatie uitvoeren via kriging. 29 september 2000, 9.30-17.00 uur; f 795 (15% VVS korting). Informatie: Candiensten 020 - 5608400, <info@candiensten.nl>

## INLEIDING INDUSTRIËLE STATISTIEK

georganiseerd door EUFORCE.

Na de cursus bent u in staat om zelfstandig statistische analyses te maken met behulp van standaard software. De cursus bestaat uit een combinatie van hoorcolleges, demonstraties en oefeningen. 29 september, 6 en 13 oktober 2000. Informatie: Euforce 040 - 2478999.

## BIPLOTS

georganiseerd door EUFORCE i.s.m. PAON.

Deze cursus verschaft u kennis en vaardigheden over de toepassing van biplot-analyse met behulp van programmatuur. In de cursus worden dan ook theorie, voorbeelden en oefeningen afgewisseld. U werkt met het professionele, op biplots toegesneden pakket SC-Biplot.

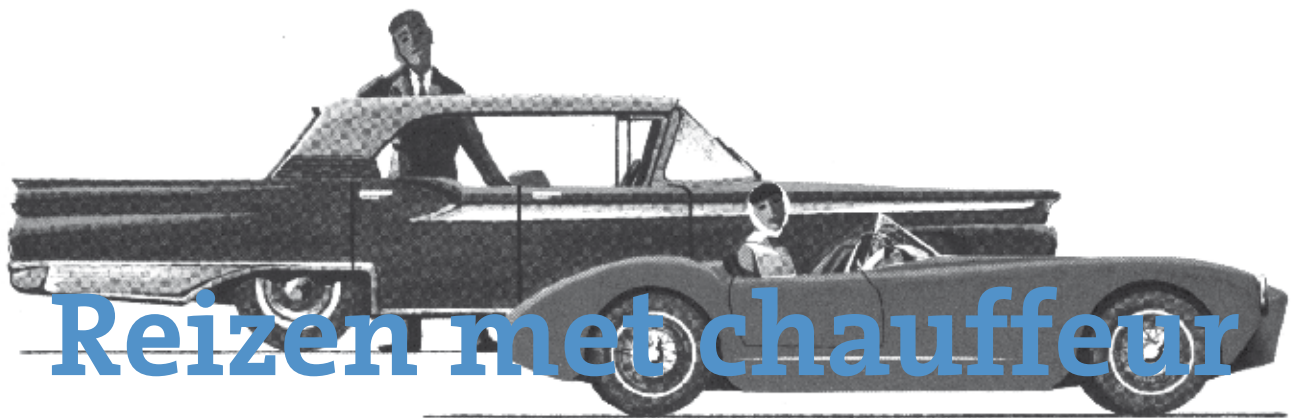
4, 11 en 18 oktober 2000. Informatie: Euforce 040 - 2478999, Smit Consult 0416 - 378125.

## SMOOTHING, METHODEN EN TOEPASSINGEN

georganiseerd door de Boerhaave Commissie.

Deze cursus geeft een overzicht van wat smoothing inhoudt, hoe het zijn waarde heeft bewezen in concrete toepassingen en wat de verbanden zijn met andere modellen. De nadruk ligt op penalized likelihood estimation. De presentatie is statistisch-technisch eenvoudig met veel praktische toepassingen.

Vrijdag 13 oktober; f 350 (aio's en oio's f 225). Informatie: Boerhaave Commissie 071 - 5275295, <a.e.h.zitter@lumc.nl>.



# Reizen met chauffeur

## Het automatisch plannen van collectief vraagafhankelijk vervoer

Verschillende technieken van de operations research zijn ingezet bij het automatisch plannen van collectief vraagafhankelijk vervoer. Dit vervoer kenmerkt zich door een groot aantal ritten en de mogelijkheid om binnen bepaalde spelregels ritten te combineren. Door een uitgebreid controlesysteem wordt er voor gezorgd dat allerlei praktische situaties verwerkt zijn in het planningsysteem.

### HENK POST

Sinds enkele jaren is er een nieuwe vorm van taxi-voervoer, het zogenaamde collectieve vraagafhankelijke vervoer (CVV). Dit vervoer kenmerkt zich door het feit dat een klant niet de gehele taxi huurt, maar slechts een zitplaats. Het is dus mogelijk dat meerdere klanten gecombineerd worden. Deze opzet is vergelijkbaar met de meer bekende trein-taxi, echter met dit verschil dat de begin- of eindbestemming niet een NS station hoeft te zijn.

Als gevolg van het combineren kan het voorkomen dat een klant nadat hij is ingestapt niet direct naar zijn bestemming wordt gebracht maar dat er eerst andere klanten worden opgehaald of weggebracht. Hij rijdt dan om. Ook hoeft een klant niet altijd precies op de door hem gespecificeerde tijd opgehaald te worden. Om een voorde-

lige combinatie te maken, mag een klant ook iets eerder of iets later opgehaald worden. Tegenover deze 'ongemakken' staat dat de klant zelf weinig voor de rit hoeft te betalen.

### Contracten en boeteclausules

Een taxicentrale sluit één of meerdere CVV-contracten af met een gemeente of een ziekenfondsverzekeraar. In zo'n contract wordt aangegeven wat de grenzen zijn voor het tijdvenster rond de gewenste ophaaltijd. Bij veel contracten mogen klanten ten hoogste 10 minuten vroeger en ten hoogste 10 minuten later dan de gewenste tijd worden opgehaald. Ook wordt in een contract aangegeven wat de maximale toegestane omrijtijd is. Vaak is deze omrijtijd constant (bijvoorbeeld 15 minuten), soms is het een lineaire functie van de directe rijtijd (de tijd die de rit zou duren



wanneer er niet gecombineerd wordt). Om de kwaliteit van de uitvoering van het vervoer te garanderen is er regelmatig sprake van een boeteclausule. De opdrachtgever (een gemeente, of een ziekenfondsverzekeraar) eist een bepaald bedrag wanneer te veel klanten te laat worden opgehaald.

Een grotere taxicentrale heeft zo'n 50 tot 200 voertuigen beschikbaar en verzorgt tussen de 1.000 en de 5.000 ritten per dag. Het is nauwelijks mogelijk om op een handmatig manier veel ritten te combineren en toe te wijzen aan de voertuigen en toch aan de kwaliteitseisen te voldoen. Wanneer er passagiers bij bekende locaties (station, ziekenhuis, kroeg, etc.) moeten worden opgehaald, is het vaak nog wel mogelijk om ritten te combineren. Maar meestal is het praktisch onmogelijk om goede combinaties te maken. Daarvoor is sowieso al een uitmuntende gebiedskennis nodig. Men moet goed kunnen inschatten hoe lang een bepaald traject duurt. (denk aan de genoemde boeteclausule voor te lange wachttijden van de klant).

## Ritplanning

In 1994 is Future Technology b.v. gestart met het zoeken naar methoden om de ritplanning van een grote taxicentrale te automatiseren. Daarbij kwamen al snel drie onderzoeksgebieden naar voren.

In de eerste plaats het gebied dat binnen de operations research bekend is als het *Vehicle Routing Problem*. Het automatisch routeren van de voertuigen. Bij een taxicentrale is het probleem nog complexer. Niet alleen is er sprake van (nauwe) tijdvensters, grenzen aan de omrijtijd, toegestane combinatiemogelijkheden (ritten van verschillende contracten mogen niet altijd onderling gecombineerd worden) en een grote hoeveelheid ritten per dag, maar er is ook sprake van een korte vooraanmeldtijd. Een klant kan bellen en vragen om over een korte tijd (bijvoorbeeld 30 minuten) te worden opgehaald. Omdat er contracten zijn waarbij het gros van de ritaanvragen pas

in de loop van de dag bekend wordt, is het niet verstandig om ver vooruit een planning vast te leggen. Daarom is gekozen voor een dynamische planner die continu zijn planning herziet en pas op het laatste moment aangeeft wat het volgende adres is waar een bepaald voertuig naar toe moet rijden. Om te voorkomen dat een eventuele ondercapaciteit in de toekomst tijdig wordt gesignaleerd moet de horizon van de planning behoorlijk groot zijn. Hiervoor is een algoritme ontwikkeld dat uiterst flexibel, adequaat en vooral zeer snel een verzameling ritten toewijst aan de beschikbare voertuigen.

In de tweede plaats moeten de tijden en afstanden berekend worden. Dit moet zeer nauwkeurig gebeuren vanwege de nauwe tijdvensters en de strenge handhaving daarvan. Daarvoor is allereerst een uitgebreide kaart van het wegennet nodig. Er wordt gewerkt met een wegennet dat bestaat uit zo'n 1 miljoen knopen (kruisingen, splitsingen) en zo'n 3,5 miljoen takken (wegdelen). Hierbij is bekend wat het type van de weg is (snelweg, provinciale weg, etc.), wat de fysieke conditie van de weg is (verhard, onverhard, etc.) en of de weg binnen of buiten de bebouwde kom ligt. Zaken als eenrichtingsverkeer, verboden of verplichte afslagen zijn ook bekend. Het bepalen van een rijtijd of afstand in een dergelijke graaf staat binnen de operations research bekend als het 'kortste pad probleem' en staat te boek als niet moeilijk op te lossen. Door het grote aantal knopen bleken de traditionele oplosmethoden echter niet toereikend. Er is daarom een nieuw algoritme ontwikkeld om het 'kortste pad probleem' op een dergelijke grote, maar ijle, graaf snel op te lossen.

De dynamische planner moet goed met allerlei praktische problemen om kunnen gaan. Dit is het derde onderzoeksgebied. Het kan zijn dat er plotseling een file is. Een wagen kan stuk gaan. Een weg kan opgebroken zijn. Een wagen kan bij een ophaaladres zijn, maar de klant komt niet opdagen. Een wagen kan 'eigenzinnig' een andere

route rijden dan is opgegeven. Een rit kan geannuleerd worden, terwijl een wagen reeds naar het ophaaladres aan het rijden is. In plaats van één persoon, willen er twee instappen. Bij een ziekenhuis staan meerdere klanten en de verkeerde klant stapt in, etc. Om er voor te zorgen dat de dynamische planner continu met de juiste gegevens werkt, moet er sprake zijn van een uitgebreid terugkoppelingsproces. Daarom heeft Future Technology b.v. besloten om een totaaloplossing te bieden, het Route Beheers Systeem (RBS). Door een uitgebreid controlesysteem wordt adequaat gereageerd op eventuele wijzigingen, waardoor een gemaakte planning geheel of gedeeltelijk aangepast moet worden. Dit wordt volautomatisch gedaan door ondermeer een uitgebreid communicatiesysteem met de voertuigen. Zo worden vertragingen (of vervroegingen) snel en juist verwerkt, waardoor voertuigen later of eerder beschikbaar komen en ritten als nog door een ander voertuig gereden worden.

### **Van deur tot deur**

RBS is sinds 1997 operationeel binnen enkele vestigingen van Connexxion (toen nog VSN). Het resultaat van deze totaaloplossing laat zich op diverse terreinen meten. Niet alleen blijkt de service verbeterd te zijn (bijna niemand wordt te laat opgehaald), ook is het aantal ingezette voertuigen verminderd, of er worden met hetzelfde aantal voertuigen meer ritten verreden. Daarnaast kan een taxicentrale inschrijven op aanbestedingen die niet direct in zijn eigen vervoersgebied liggen, omdat gedetailleerde gebiedskennis niet meer noodzakelijk is.

Door de snelheid van de ontwikkelde algoritmen is het mogelijk om gelijktijdig niet alleen het vervoer binnen één gebied te plannen, maar ook zorg te dragen voor bovenregionale planningen. In 1999 heeft Connexxion het Traxx systeem ingevoerd. Binnen dit systeem is het mogelijk om door heel Nederland te reizen (een CVV contract is

meestal gebonden aan een bepaalde regio). Een Traxx gebruiker kan landelijk van deur tot deur (in plaats van halte tot halte!) reizen tegen OV tarief. Een klant wordt dus lokaal vervoerd per taxi (binnen het eigen CVV contract) naar een bushalte of een station. Daarvandaan wordt de klant met het bestaande openbaar vervoer naar een halte dichtbij de bestemming gebracht, waarvandaan de klant per taxi naar zijn definitieve bestemming wordt gereden. Omdat de klant een lage eigen bijdrage in het eigen CVV contract heeft en bij zijn bestemming gastgebruiker is van het daar geldende CVV contract, is het mogelijk om iedereen tegen lage kosten te vervoeren. Voor Traxx moesten de RBS-routines gekoppeld worden aan een OV planner. Ook deze OV planner is binnen Future Technology ontwikkeld. De benodigde snelheid was wederom de reden dat er niet uitgeweken kon worden naar bestaande algoritmen. Deze totale planner (OV en RBS) schakelt kleinschalig (taxi) vervoer met openbaar vervoer tot één keten en staat dan ook bekend als de Keten planner.

*Henk Post is werkzaam bij Future Technology b.v. in Baarn, <Future\_Technology@csi.com>.*

## **AGENDA / NIEUWS**

### **Nieuwe release van Genstat**

Medio september komt de nieuwe release van Genstat versie 4.2 uit. Deze release zal een aantal zeer interessante features bevatten zoals toevoeging van meer dan 70 nieuwe statistische functies en sterk verbeterde grafische mogelijkheden. Nieuwe statistische faciliteiten zijn de mogelijkheid om Data en Tijd in te lezen en te analyseren, zodanig uitgebreide REML faciliteiten dat meta analyses mogelijk zijn en nieuwe functies voor matrix manipulatie. Wat uiteraard blijft zijn de kwalitatief hoogstaande algoritmen waar Genstat bekend om staat. Informatie: Cosinus computing 040 - 2333599, <www.cosinus.nl>.

# AGENDA / NIEUWS / AGENDA / NIEUWS

## AFSCHEIDSRERE PROF. DR. W. MOLENAAR

dinsdag 12 september, 16.00 uur, aula van de R.U. Groningen. Toegang tot de aula vereist een uitnodigingskaart. Mocht u geen uitnodiging hebben ontvangen en wel willen komen luisteren, geef dan uw postadres en e-mail adres door aan <Verstap@ppsw.rug.nl>.

## SYMPOSIUM OVER BEHEERSING VAN VARIABILITEIT BIJ PRODUCTIEPROCESSEN

donderdag 12 oktober, TU Eindhoven. Organisatoren zijn de groep ICT voor O&O van de faculteit Wiskunde en Informatica TUE en de groep Industrial Statistics van het CQM Eindhoven. Gedurende het symposium wisselen theorie en praktijkvoorbeelden elkaar af, en dit betreft zowel het ontwerpen van een robuust proces als ook het beheersen van een operationeel proces. Informatie bij dr. J.B. Dijkstra 040-2474535 of ir. P. Banens 040-2757747.

## NAJAARSBIJENKOMST VAN DE SOCIAAL WETENSCHAPPELIJKE SECTIE VAN DE VVS

15 november, Jaarbeurs te Utrecht. De bijeenkomst zal gaan over Latente Klassen Analyse. Sprekers zijn Jacques Hagenaars, Jeroen Vermunt, Marcel Croon, Peter van der Heijden, Herbert Hoijtink en Eric Maris. Na het wetenschappelijk gedeelte vindt de jaarlijkse ledenvergadering plaats. Zie ook <www.vvs-or.nl>.

## WAGENINGS BIOMETRIE COLLOQUIUM

maandag 16 oktober. Georganiseerd door de gelijknamige werkgroep. Meer informatie is te vinden op de website van de Biometrische Sectie van de VVS <www.cpro.wageningen-ur.nl/cbw/bms-aned>.

## BIJENKOMST VAN STOCHASTICI

13-15 november, congrescentrum 'De Blijde Werelt' te Luntenen. Sprekers zijn o.m. A. Greven (Erlangen), A. von Haeseler, C. Kluppelberg (München), R. Pemantle (Madison), H. Wynn (Warwick). Informatie bij <degunst@cs.vu.nl>.

## OFFICIËLE START VAN ENBIS (EUROPEAN NETWORK FOR BUSINESS AND INDUSTRIAL STATISTICS)

11 december, aula Universiteit van Amsterdam. Conferentie met internationale sprekers. Informatie <enbis@ibisuva.nl>.

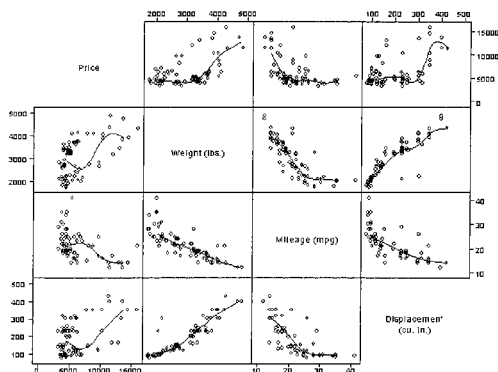
## OX IN NEDERLAND

Ox is een object-georiënteerde programmeringomgeving. De specifieke kenmerken zijn snelheid, goed gestructureerde syntax en uitgebreide grafische mogelijkheden. OxMetrix wordt vanaf 1 augustus 2000 in Nederland vertegenwoordigd door Smit Consult. Er zal medio oktober een presentatie van het programma worden gegeven (plaats en datum nog te bepalen). Indien u daarbij aanwezig wenst te zijn, laat ons dat dan weten via e-mail (info@smitconsult.nl).

# STATA<sup>®</sup>

Release 6

voor Windows 95/98/NT en 3.1, Macintosh en UNIX



**SMIT CONSULT**  
Adviesbureau voor Gegevensanalyse

Postbus 220, 5150 AE Drunen  
telefoon 0416 - 378 125, fax 0416 - 378 385  
e-mail: info@smitconsult.nl  
URL: www.smitconsult.nl

Stata is een hulpmiddel voor verwerking en analyse van gegevens, gebruikmakend van statistische methoden. Het programma is compleet en wordt gebruikt door onderzoekers op alle gebieden. Rodney Hayward van de University of Michigan's Schools of Medicine & Public Health verklaarde onlangs: "I've used a lot of statistical packages over the years, but I find that I'm using Stata 95% of the time now. It is wonderful! Its speed and power are much impressed, but its simplicity for beginners is perhaps one of its best features."

# STATA<sup>®</sup>

Stata 6 mogelijkheden: survival analysis, uitgebreide programmeerfaciliteiten, uitgebreide tijdreeksanalyses, matrixfuncties en -operatoren, maximum likelihood voor zelf gedefinieerde functies, bootstrapping en een zeer uitgebreide reeks commando's voor lineaire en niet-lineaire analyses.

Stata is een kwaliteitsprogramma. Het is goed gedocumenteerd, eenvoudig in gebruik, zeer snel en verkrijgbaar tegen een redelijke prijs. Stat is één programma; het kent geen modules.

**SOON**  
New release of Genstat (4.2)  
with a lot of interesting features!!

## Genstat for Windows

Statistics you can count on!

*In the quest for quality statistical analysis Genstat Gives you the edge*

With its abundance of statistical techniques and analysis, Genstat for Windows is the complete statistical system.

Used extensively in

- scientific research
- financial statistics
- engineering
- social sciences
- statistical education
- medical statistics
- pharmaceutical experiments
- agricultural experiments

With Genstat's comprehensive menu system you have instant access to:

- data calculation and manipulation
- exploratory data analysis
- a wide range of statistical tests
- fitting of statistical distributions
- design of experiments
- analysis of designed experiments
- analysis of unbalanced and mixed effects models
- regression (linear, non linear and generalized linear)
- considerable range of multivariate techniques
- time series
- geostatistics
- survival analysis

Or you can take advantage of the flexibility provided by the powerful language to develop your own research and techniques.

Cosinus Computing

Postbus 52

5600 AB Eindhoven

tel: +31 40 233 35 99

fax: +31 40 233 35 88

<http://www.cosinus.nl>

\_\_\_\_\_

Please send me information about:

- Genstat
- NAG Excel Add ins
- Numerical libraries
- Other NAG products

Name \_\_\_\_\_

Organisation \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

ZIP Code \_\_\_\_\_

Tel no \_\_\_\_\_

Email \_\_\_\_\_

fax this form back to Cosinus Computing at +31 40 233 35 88

# Inladen of downloaden?

Internet wordt steeds intensiever gebruikt in het zakelijk verkeer. Zo boden rond het begin van het nieuwe millennium bijna 22.000 bedrijven (in de categorie bedrijven met 5 of meer medewerkers) in Nederland hun producten of diensten aan op het internet. Een toename van 70% ten opzichte van begin 1998. Circa 27% van deze bedrijven ontving elektronische bestellingen en bij ruim 18% was ook elektronisch betalen mogelijk. Hoewel online aankopen doen op dit moment nog in de kinderschoenen staat, zal bestellen en betalen via internet naar verwachting snel toenemen.



Of het nu gaat om ontwikkelingen in (elektronische) handel, consumptie, milieu of vrijetijdsbesteding, het CBS heeft er informatie over. Op basis van die informatie kan iedereen kennisnemen van de ontwikkelingen in onze maatschappij.

En kunnen overheid en bedrijfsleven op een verantwoorde wijze beslissingen nemen en beleid ontwikkelen.

Het CBS (met vestigingen in Voorburg en Heerlen) heeft zich in de loop der jaren ontwikkeld tot een kennisinstituut dat actuele statistische informatie produceert en trends signaleert over vrijwel alle facetten van onze samenleving.

Door gebruik te maken van state-of-the-art ICT-toepassingen, continue aandacht voor procesverbetering en door klantgericht te opereren, is het CBS nationaal én internationaal toonaangevend op zijn

gebied. Om deze positie te behouden en verder te versterken, zoeken we

## slimme academici (v/m)

met een uitstekend ontwikkeld analytisch vermogen, sterke affiniteit met ICT en met potentieel om (straks) leiding te geven. Resultaatgerichte, ondernemende, sociaal vaardige starters die voldoende in huis hebben om in de toekomst kader- en topfuncties bij ons te gaan vervullen.

We zijn met name geïnteresseerd in academici met een kwantitatief-wetenschappelijke achtergrond. Ben je afgestudeerd in een niet-exacte richting, dan bekijken we of je qua aanleg en belangstelling geschikt bent om je door ons verder te laten bekwalimen in statistische methoden en technieken, statistisch onderzoek of ICT. Wetenschappelijke belangstelling is

een voorwaarde en gepromoveerd zijn een aanbeveling.

Je wordt voor twee jaar aangesteld in de 'trainee pool', onze kweekvijver voor nieuw talent. Je wordt ingezet op uiteenlopende projecten en je neemt deel aan een intensief opleidingsprogramma. Na een jaar evalueren we je ontwikkeling en bekijken we je toekomstmogelijkheden binnen het CBS.

Je startsalaris als trainee ligt, afhankelijk van je opleiding en ervaring, tussen f 55.000,- en f 72.500,- bruto per jaar.

Meer weten? Bezoek dan onze site [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl). Je kunt ook bellen met Heleen Hanssen (Voorburg): (070) 337 57 19, of met Wim Camp (Heerlen): (045) 570 62 98. Een schriftelijke sollicitatie kun je sturen naar het CBS, t.a.v. Hugo Goosens, kamer 977, Postbus 4000, 2270 JM Voorburg. E-mailen kan ook: [hgss@cbs.nl](mailto:hgss@cbs.nl).



Centraal Bureau voor de Statistiek

[www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

# Oude economie of nieuwe economie?

Zowel consumenten als producenten zijn optimistisch over de ontwikkeling van de economie. Dat is niet verwonderlijk gezien de cijfers.

Zo ligt de economische groei in Nederland al vier jaar achtereenvolgens boven de 3%.

Deze groei gaat samen met een sterke daling van de werkloosheid en een stabiele, lage inflatie. De stijging van de arbeidsproductiviteit in de afgelopen jaren is echter bescheiden: hooguit 1% per jaar.

In dat opzicht is in Nederland van een 'Nieuwe Economie' nog geen sprake. De spanningen in de economie zijn het afgelopen kwartaal niet verder opgelopen. Zo is het aantal vacatures verhoudingsgewijs hetzelfde gebleven op 30 openstaande vacatures per 1.000 banen.

Of het nu gaat over economische groei, inkomensontwikkeling, milieukwesties of kunst en cultuur, het CBS heeft er informatie over. Op basis van die informatie kan iedereen kennisnemen van de ontwikkelingen in onze maatschappij. En kunnen overheid en bedrijfsleven op een verantwoorde wijze beslissingen nemen en beleid ontwikkelen.

Het CBS (met vestigingen in Voorburg en Heerlen) heeft zich in de loop der jaren ontwikkeld tot een kennisinstituut dat actuele statistische informatie produceert en trends signaleert over vrijwel alle facetten van onze samenleving. Door gebruik te maken van state-of-the-art ICT-toepassingen, continue aandacht voor procesverbetering en door klant-gericht te opereren, is het CBS nationaal én inter-nationaal toonaangevend op

zijn gebied. Om deze positie te behouden en verder te versterken, zoeken we

## slimme HBO'ers (v/m)

met een uitstekend ontwikkeld analytisch vermogen, sterke affiniteit met ICT en met potentieel om (straks) leiding te geven. Resultaatgerichte, ondernemende, sociaal vaardige starters die voldoende in huis hebben om in de toekomst kaderfuncties bij ons te gaan vervullen.

We zijn met name geïnteresseerd in HBO'ers met een kwantitatieve oriëntatie, die qua potentie en belangstelling geschikt zijn te worden ingezet op statistische en ICT-projecten.

Je wordt voor twee jaar aangesteld in de 'trainee pool', onze kweekvijver voor nieuw talent. Je wordt ingezet op uiteenlopende projecten en je neemt deel aan een intensief opleidingsprogramma. Na een jaar evalueren we je ontwikkeling en bekijken we je toekomstmogelijkheden binnen het CBS. Je startsalaris als trainee ligt, afhankelijk van je opleiding en ervaring, tussen f 52.800,- en f 58.500,- bruto per jaar.

Meer weten? Bezoek dan onze site [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl). Je kunt ook bellen met Heleen Hanssen (Voorburg): (070) 337 57 19, of met Wim Camp (Heerlen): (045) 570 62 98. Een schriftelijke sollicitatie kun je sturen naar het CBS, t.a.v. Hugo Goosens, kamer 977, Postbus 4000, 2270 JM Voorburg. E-mailen kan ook: [hgss@cbs.nl](mailto:hgss@cbs.nl).



Centraal Bureau voor de Statistiek

[www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

Als technicus ervaart u het steeds meer; statistische methoden zijn onmisbaar voor het goed uitvoeren van uw job! EUFORCE biedt u de mogelijkheid uw kennis en kunde op het gebied van industriële statistiek te vergroten met de opleiding:

# Master of Industrial Statistics and Quality Engineering

Een meesterlijke opleiding van EUFORCE

De opleiding is op academisch niveau, breed van opzet en modulair opgebouwd. Bij succesvolle afronding van de totale opleiding komt u in het bezit van een Mastertitel.

Ook als deeloppleiding te volgen:

- Quality Engineering
- Risk Management
- Quality Assurance

Tevens mogelijkheid tot inschrijving voor deelname aan losse modules. Instapmogelijkheden gedurende het gehele jaar.

De volgende modules zijn gepland voor het najaar van 2000:

- Inleiding industriële statistiek
- Biplots
- Analyse en beheersing van projectrisico's
- Proefopzetten
- Systemen voor kwaliteitsborging
- Regressie-analyse
- Robuust ontwerpen

De eerste module van de opleiding start op 29 september 2000.

Uitgebreide informatie is aan te vragen bij:  
EUFORCE, Technische Universiteit Eindhoven  
Tel. 040 247 89 99, Fax 040 247 89 90, E-mail: [info@euforce.tue.nl](mailto:info@euforce.tue.nl)

**euforce**

eindhoven university forum for continuing education

EUFORCE, de organisatie van de TUE voor post-hoger onderwijs

114-2

# Can

Your Partner in  
Mathematics and  
Statistics

# S-PLUS 2000

Door de intuïtief grafische interface van S-PLUS kunnen de vele ingebouwde grafische en statistische tools eenvoudig worden bediend. De interface is gebaseerd op de krachtige S programmeertaal. S-PLUS is daarmee het meest flexibele en geavanceerde statistiekpakket. Analyseer uw data zoals u dat wilt en niet zoals het pakket u dat oplegt!

Is het (nog) niet nodig over de S programmeertaal te beschikken? Kies dan voor de S-PLUS 2000 Standard Edition en maak gebruik van een zeer complete verzameling statistiektchnieken en grafieken voor een aantrekkelijke prijs.

#### Enkele technieken in S-PLUS 2000

- Robuuste MM regressie
- (Non) Linear mixed effects models
- Multi levelanalyse
- Clusteranalyse
- Multivariate technieken

#### Enkele features van S-PLUS 2000

- SPSS/Excel Links
- Handige datamanipulatietechnieken
- Trellisgrafieken voor multi-dimensionele dataweergave
- Puntenidentificatie in grafieken

CANdiensten is distributeur en gekwalificeerd trainer voor S-PLUS, Maple en Mathematica. Kijk voor informatie over onze producten, cursussen en activiteiten op <http://www.candiensten.nl>

CANdiensten  
Nieuwpoortkade 23-25  
NL-1055 RX Amsterdam  
T +31 (0)20 560 8400  
F +31 (0)20 560 8448  
[info@candiensten.nl](mailto:info@candiensten.nl)

#### S-PLUS-cursusdata

##### Algemene inleiding in S-PLUS

iedere maand

##### Inleiding programmeren in S-PLUS

iedere maand

##### Survivalanalyse

ieder kwartaal

##### Ruimtelijke statistiek

ieder kwartaal

##### Longitudinale Data-analyse

ieder kwartaal

##### Lineaire en gegeneraliseerde

lineaire modellen

ieder kwartaal

Stuur een email naar [cursus@candiensten.nl](mailto:cursus@candiensten.nl) voor meer informatie over de cursussen, of bel 020-560 8400. Bezoek ook onze website.