

STAtOR

periodiek van de VVS jaargang 5 nummer 4 december 2004

Neemt de kans op een elfstedentocht af?

Over epidemieën en aanstekelijkheidsdrempels

Is statistiek eigenlijk wel wiskunde?

Statistiek en staathuishoudkunde

Hora est

Consultants in kwantitatieve methoden

Een eigen register voor biostatistici – 4 jaar verder

STATOR

Jaargang 5, nummer 4, december 2004

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

Dick den Hertog (hoofdredacteur), Wies Akkermans, Martijn Berger, Han Oud, Gerrit Stermerdink (eindredacteur), Fred Steutel, Marnix Zoutenbier.

Kopij en reacties richten aan

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

Bestuur van de VVS

A.W. van der Vaart (voorzitter) <aad@cs.vu.nl>;
S. J. Koopman (penningmeester) <s.j.koopman@econ.vu.nl>;
namens de Bedrijfssectie (BDS) P. Banens <banens@cqm.nl>;
namens de biometrische sectie (BMS) A. Stein <alfred.stein@wur.nl>; namens de economische Sectie (ECS) P.H.F.M. van Casteren <casteren@fee.uva.nl>; namens het Ned. Genootschap voor Besliskunde (NGB) H. Fleuren <fleuren@uvt.nl>; namens de Sectie Mathematische Statistiek (SMS) P. Spreij <spreij@science.uva.nl>; namens de Sectie Statistische Programmatuur (SSP) S.H. Heisterkamp <sh.heisterkamp@rivm.nl>; namens de Sociaal Wetenschappelijke Sectie (SWS) C. Glas <c.a.w.glas@edte.utwente.nl>.

Leden- en abonnementenadministratie van de VVS

VVS, Postbus 2095, 2990 DB Barendrecht, telefoon 0180 - 623796, fax 0180 - 623670, e-mail <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, Moeflonstraat 5, 6531 JS Nijmegen, telefoon 024 - 3559214, e-mail <hootegem@xs4all.nl>. STATOR verschijnt in maart, juni, september en december.

Ontwerp en opmaak

Pharos / M. van Hootegem, Nijmegen

Uitgever

© Vereniging voor Statistiek en Operationele Research
ISSN 1567-3383

Inhoud

- 3** Hoe nuttig zijn wij?
Hans Visser
- 4** Neemt de kans op een elfstedentocht af?
Hans Visser
- 10** Over epidemieën en aanstekelijkheidsdrempels.
Hans Heesterbeek
- 15** Is statistiek eigenlijk wel wiskunde?
Column.
Fred Steutel
- 17** Statistiek en staathuishoudkunde,
Frank A.G. den Butter
- 24** Hora est. Column.
Onno Boxma
- 26** Consultants in kwantitatieve methoden.
Zilveren jubileum CQM.
Jos de Kroon
- 29** Een eigen register voor biostatistici –
4 jaar verder.
Paul Koopman en Theo Stijnen



Hoe nuttig zijn wij?

In een discussie tussen een econoom en een wiskundige werd de econoom verweten dat hij en zijn vakgenoten de wereld alleen administratief beheren, terwijl wiskundigen die wereld ingrijpend, en natuurlijk zeer ten goede, hebben gewijzigd: 'Economen kunnen nog niet de beurskoersen van volgende maand voorspellen, terwijl wiskundigen zeven jaar van te voren weten dat een ruimtevaartuig na een reis van een miljard kilometer op de Saturnusmaan Titan zal landen.' De econoom hield vol dat wiskundigen alleen die sommetjes maken die ze toevallig aankunnen ('tentamensommen'), maar dat ze de echte problemen laten liggen. Dat zou met name ook gelden voor de operations research. Heeft de wiskundige gelijk of heeft de econoom toch ook niet helemaal ongelijk? Welke wiskunde wordt werkelijk toegepast? Het komt voor dat een wiskundige moeilijke sommen maakt, waarvan hij zegt dat er toepassingen zijn in bijvoorbeeld de natuurkunde. Als je dan bij de natuurkunde kijkt, blijkt het betreffende vakonderdeel geen enkele praktische toepassing te hebben.

Hoe zit dat met kansrekenaars, statistici en OR-mensen? Wat is het praktische belang van de kansrekening, de (mathematische) statistiek en de Operations Research? Vrij geavanceerde kansrekening (Brownse beweging en generalisaties daarvan) wordt toegepast in de wiskundige theorie van de opties op aandelen, maar zijn er kans-

rekenaars die de financiële wiskunde toepassen om zelf op de beurs geld te verdienen? Wat is het belang van de asymptotische relaties in de statistische theorie van de doeltreffendheid van toetsen en schatters voor de echte praktijk; hoe belangrijk is de ongelijkheid van Cramér-Rao? Wat is het nut van de prachtige formules in de wachttijdtheorie en het voorraadbeheer; zijn de files korter geworden en de voorraadmagazijnen kleiner of leger; rijden de treinen beter op tijd? Wordt de samenstelling van onze levensmiddelen geoptimaliseerd met behulp van lineaire programmering? Dragen 'wij' iets bij aan het welzijn van de wereld of alleen aan het welzijn van onszelf en onze gezinnen?

Het is natuurlijk niet aan de redactie van *STATOR* om het nut van de in dit blad aanbevolen vakgebieden in twijfel te trekken, maar het is misschien toch goed om advocaat van de duivel te spelen en bovenstaande vragen te stellen. Blijkbaar hebben wij niet alle economen overtuigd van het praktische belang van de *STATOR*-vakken. Onze lezers zijn veelal vakgenoten die hun brood verdienen met deze vakken: zij hoeven niet overtuigd te worden. Wij streven ernaar dat ook mensen die dit blad terloops inzien de indruk krijgen dat hier belangrijke zaken aan de orde zijn. Een laatste vraag luidt: doen wij dat voldoende?

De redactie

Neemt de kans op een elfstedentocht af?

Berichten over klimaatverandering beloven niet veel goeds voor ons schaatsliefhebbers.

Wereldwijd maar ook in Nederland stijgt de jaargemid-

delde temperatuur en daaraan gekoppeld, de kans op extreme weerssituaties. De temperatuurstijging in de tweede helft van de twintigste eeuw is voor een belangrijk deel het gevolg van de uitstoot van broeikasgassen, zo concludeert het KNMI.

Maar als gemiddelde temperaturen stijgen, zullen dan ook korte periodes met extreme koude verdwijnen? En daarmee grote tochten op natuurijs, zoals de elfstedentocht? In dit artikel zullen we met tijdreeksanalyse onderzoeken hoe de kans op periodes met vrieskou veranderd is sinds 1901, en of deze veranderingen ook statistisch significant zijn, gezien de grote jaar-op-jaar variaties in wintermeteorologie.



Foto: H. Visser.

Ik herinner me nog het intens enthousiasme in de winter van 1985 toen het eindelijk zover was. Na een afwezigheid van 22 jaar werd hij weer verreden, de elfstedentocht. Ik woonde op kamers en een van mijn huisgenoten, Hendrik, had een startbewijs bij de amateurs. Met een andere huisgenoot, Henk, juichten we hem toe vanaf het beroemde bruggetje bij Bartlehiem, waar de schaatsers tweemaal passeren. Iedereen dacht na de tocht dat het nu wel weer 22 jaar zou duren. Maar dat gebeurde niet. In 1986 won Evert van Benthem opnieuw, en in 1987 had de tocht eigenlijk gereden moeten worden. Maar de elfstedencommissie aarzelde enkele dagen te lang....

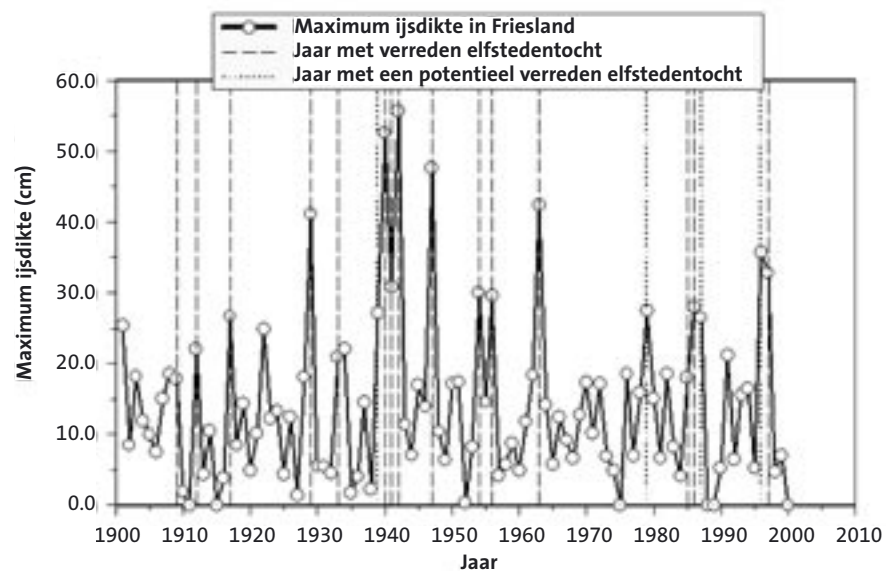
Ik was zeer teleurgesteld om in een artikel in *Zenit* (Brandsma, 2001) te lezen dat de kans op een elfstedentocht halveert bij een gemiddelde stijging van de wintertempertuur van 1.4°C . Bij een stijging met 8°C is de tocht zelfs voorgoed verdwenen. Het artikel van Brandsma laat zien dat, onder verschillende aannames, het aantal te rijden elfstedentochten in deze eeuw zal liggen tussen de 4 en 10. In de vorige eeuw waren dat er nog 15.

Maar bij zijn berekeningen gebruikte hij uitsluitend de *wintergemiddelde temperatuur* als indicator voor maximale ijsdiktes in Friesland. Bovendien koos hij geen statistische benadering. Binnen een onderzoek op het RIVM naar trends in het Nederlandse weer (Visser, 2005), zag ik mijn kans schoon om het elfstedenprobleem met tijdreeksanalyse 'te lijf' te gaan.

Elfsteden-indicator

De elfstedentocht wordt georganiseerd bij ijsdiktes van 15 cm of meer, en we zoeken daarom een eenvoudig te bepalen meteorologische indicator voor maximale ijsdikte in Friesland. Daarbij zou het handig zijn als deze indicator eenvoudig te berekenen is uit meteorologische waarnemingen van het KNMI. Een aanknopingspunt biedt het bij het KNMI ontwikkelde ijsaangroeimodel (De Bruin en Wessels, 1988; Wessels, 1999) waarmee maximale ijsdiktes in Friesland berekend kunnen worden. Wessels berekende met dit model de diktes over de periode 1901-2000. De ijsdiktes zijn weergegeven in figuur 1. Ook zijn de 15 verreden elfstedentochten weergegeven.

We zien in de figuur dat een berekende ijsdikte van 15 cm niet voldoende is om te besluiten tot een elfstedentocht. Een beste schatting is 20 cm. De oorzaak van deze discrepantie ligt in problemen



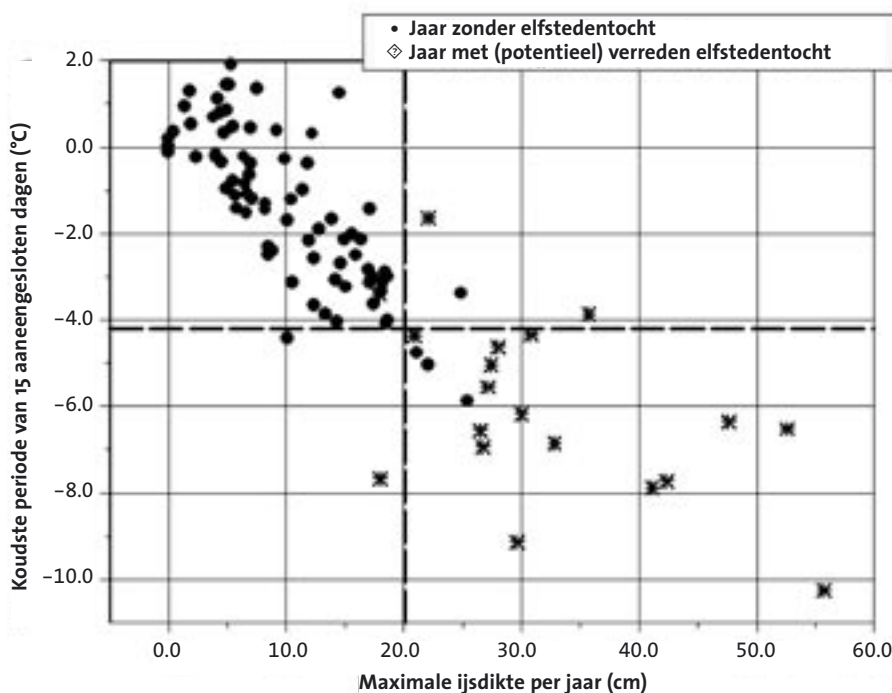
Figuur 1. Maximum ijsdikte per jaar, berekend met het ijsaangroeimodel van De Bruin en Wessels (1988). In de periode 1901-2000 zijn 15 elfstedentochten verreden. Tevens zijn de vier jaren aangegeven waarin de tocht zeker verreden had kunnen worden (1939, 1979, 1987 en 1996). In deze jaren bedroeg de berekende ijsdikte meer dan 25 cm. De officiële richtlijn voor het verrijden van een elfstedentocht is een ijsdikte van 15 cm.

met de kwaliteit van het ijs, zwak ijs in de steden, bernaling, organisatie, etc. Verder zijn er 4 jaren geweest waar de tocht zeker georganiseerd had kunnen worden (ijsdiktes van meer dan 25 cm): 1939, 1979, 1987 en 1996. Deze jaren met *potentiële* elfstedentochten zijn ook weergegeven in figuur 1.

We gebruiken nu de modelberekende maximale ijsdiktes om te correleren met een reeks van eenvoudig gekozen indicatoren, gebaseerd op korte aaneengesloten periodes met koude in de winter, gemeten in De Bilt. Via de correlatiematrix vinden we als beste indicator de gemiddelde temperatuur van de koudste periode per winter van 15 aaneengesloten dagen. Een scatterplot van de modelberekende maximale ijsdikte en deze indicator is gegeven in figuur 2. De correlatie tussen beide variabelen bedraagt -0.86 . Tevens

hebben we de beslissingsgrens van 20 cm weergegeven in de figuur. Voor onze indicator blijkt de optimale grens bij -4.2°C te liggen.

Hoe goed is de indicator? Als we als H_0 -hypothese kiezen 'de tocht wordt niet verreden' en als H_1 -hypothese 'de tocht wordt wel gereden', en we gebruiken de bovengenoemde twee besliscriteria, dan kunnen we uit figuur 2 de fout van de eerste soort α en de fout van de tweede soort β aflezen. Deze zijn: $\alpha_{\text{max ijsdikte}} = 4/81 = 0.05$ (van de 81 niet-gereden tochten worden er 4 foutief voorspeld) en $\beta_{\text{max ijsdikte}} = 2/19 = 0.11$ (van de 19 (potentiële) tochten worden er 2 foutief voorspeld). Voor de indicator vinden we $\alpha_{\text{indicator}} = 4/81 = 0.05$ en $\beta_{\text{indicator}} = 3/19 = 0.16$. De indicator scoort nagenoeg evengoed als de modelberekende maximale ijsdikte. Een goed resultaat dus.



Figuur 2. Scatterplot voor de maximaal berekende ijsdikte in Friesland en de gemiddelde temperatuur van de koudste aaneengesloten periode van 15 dagen (data De Bilt). Periode is 1901-2000.

Tijdreeksanalyse

Om de vraag naar een veranderende kans op een elfstedentocht te beantwoorden, en vooral de significantie van die kans, schatten we de trend in de elfsteden-indicator over de periode 1901-2004 aan de hand van alle daggemiddelde temperaturen in deze periode (daggemiddelde temperaturen zijn te vinden op <http://eca.knmi.nl>).

Nu zijn er vele methoden om een trend in een tijdreeks te schatten. Welke te kiezen? Op voorhand is er geen 'beste' trendmodel. De geschikste methode wordt daarom bepaald door de 'wensen' die we hebben voor de te schatten trend. We zoeken een trendmodel μ_t dat tot op zekere hoogte flexibel is, dus buigpunten mag bevatten. Verder willen we betrouwbaarheidsintervallen voor μ_t , alsook voor de trend-

verschillen $\mu_{2004} - \mu_t$. Immers we willen weten of de trendwaarde in de winter van 2004 significant hoger is dan in een van de voorafgaande jaren. In het bijzonder zijn we geïnteresseerd in de significantie van het verschil sinds het begin van de metingen, ofwel het verschil $\mu_{2004} - \mu_{1901}$.

Visser (2004) laat zien dat trendmodellen uit de klasse van Structurele TijdreeksModellen (STM) als enige overblijven voor de wensen die we hebben. Deze klasse van modellen is vooral ontwikkeld binnen de econometrie. Zie de standaardwerken van Harvey (1989) en Durbin en Koopmans (2001). (Toen er 20 jaar geleden binnen de VVS nog een 'Subgroep Tijdreeksanalyse' bestond, werd deze klasse van modellen steeds populairder en begon de toepassing van ARIMA-modellen geheel te verdringen. Jammer dat deze subgroep allang niet meer bestaat...)

Het attractieve van STM is de modulaire opbouw. Een tijdreeks wordt opgebouwd uit additieve componenten:

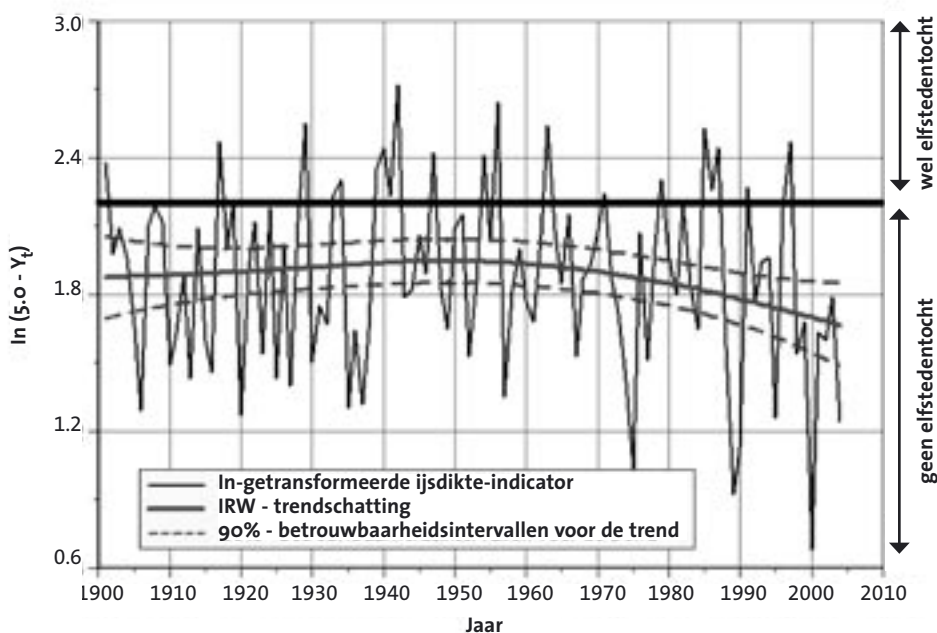
$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \sum_{i=1}^m \alpha_{i,t} \cdot x_{i,t} + \varepsilon_t$$

waarbij y_t de metingen zijn in de tijd, μ_t een trendcomponent, γ_t een cyclische component, $\alpha_{i,t}$ de weegfactor voor de verklarende variabele $x_{i,t}$, en ε_t een ruisproces. Het model wordt geschat met het Kalmanfilter en onbekende varianties in het model, die bijvoorbeeld de flexibiliteit van de trend bepalen, kunnen worden geoptimaliseerd met het maximum-likelihood-criterium. STM kunnen geschat worden met het commercieel verkrijgbare pakket STAMP (zie de site www.oxmetrics.net/pages/soft/soft.html) of het niet-commerciële pakket TrendSpotter, dat bij de auteur opvraagbaar is (Visser, 2003).

Kans op een elfstedentocht

We schatten een trend in de elfstedentocht-indicator met het zogenaamde Integrated Random Walk (IRW)-model (Visser, 2004). Echter de residuen van het model blijken nog niet geheel normaal-verdeeld te zijn en deze eigenschap is wel erg handig bij de statistische toetsen die we hierna willen toepassen. Om het euvel te verhelpen, passen we op de indicator y_t de volgende log-transformatie toe: $y_t' = \ln(5.0 - y_t)$. Het voordeel van deze transformatie is dat overal waar y_t stijgt y_t' daalt, en vice versa. Bovendien, waar y_t een maximum heeft, heeft y_t' een minimum, en vice versa. Het elfstedencriterium van $y_t = -4.2$ °C transformeert nu naar $y_t' = 2.22$.

De getransformeerde reeks y_t' is in figuur 3 weergegeven, samen met de trend μ_t en 1.65σ betrouwbaarheidsintervallen. Aangezien de residuen van het trendmodel nu wel de gewenste eigenschappen bezitten, waaronder normaliteit,



Figuur 3. Trendschatting voor de getransformeerde indicator $y_t' = \ln(5.0 - y_t)$. Het besluit-criterium $y_t = -4.2$ °C, afgeleid uit figuur 2, is na transformatie: $y_t' = 2.22$.

mogen we de intervallen interpreteren als 90%-betrouwbaarheidsintervallen. We zien dat de trend iets oploopt over de periode 1901-1950 en daarna een dalend tendens vertoont tot en met 2004. Verder valt op dat de variaties rond de trend best groot zijn.

Uit de schattingsresultaten kunnen we ook de kans op een elfstedentocht berekenen, gegeven het beslis-criterium $y_t' = 2.22$. Net als bij een lineair regressiemodel kunnen we voor y_t' een beste voorspelling $\hat{y}_t$ bepalen, gegeven een willekeurig jaar t . Er geldt $\hat{y}_t \approx N(\mu_t, \sigma_t^2)$, waarbij σ_t^2 volgt uit de som van $\sigma_{\mu t}^2$ en σ_ε^2 . Hiermee kunnen we dus voor alle jaren t de kans $P(\hat{y}_t > 2.22)$ bepalen.

Het resultaat is gegeven in figuur 4. De linker y-as geeft de kans op een elfstedentocht per jaar, en de rechter y-as de gemiddelde terugkeertijd ($= 1/p_t$). De curve heeft een opmerkelijk verloop. De kans op een elfstedentocht vertoont een lichte stijging van 0.22 in 1901 naar 0.27 in 1950. Daarna zien we een sterke daling naar een kans van 0.10 in 2004.

Opvallend is verder dat de daling in de trend, getoond in figuur 3 over de periode 1905 - 2004, vrij gering oogt, terwijl de kansen op een elfstedentocht veel sterker lijken te dalen: van 0.27 in 1950 naar 0.10 in 2004. Dit is eenvoudig te verklaren uit het feit dat, als het gemiddelde van

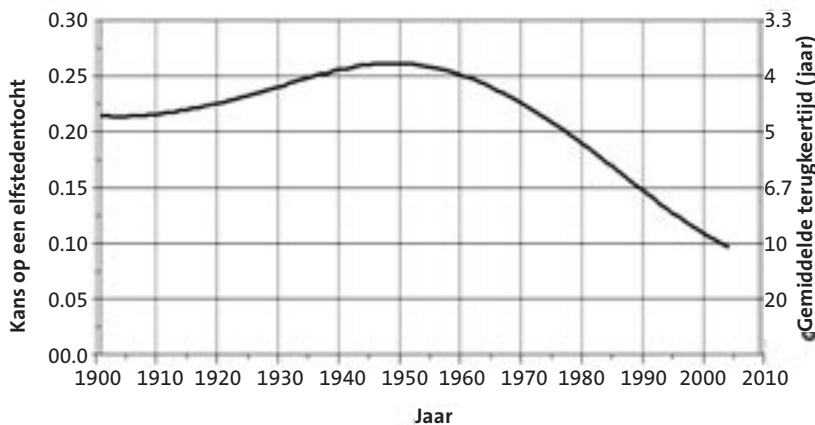
een stochastische variabele iets verschuift (hier naar lagere y_t' -waarden), de kans op een extreme waarde onevenredig toeneemt.

Onzekerheden

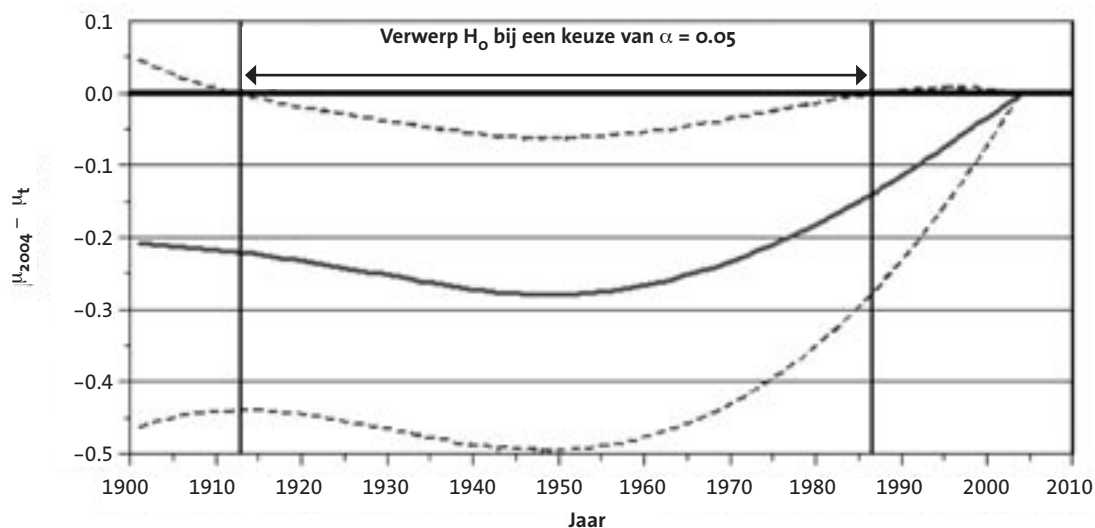
De trend in de getransformeerde indicator daalt, ofwel de trend in de elfstedentocht-indicator y_t stijgt. Maar is deze stijging statistisch significant? Gezien de grote variabiliteit in figuur 3 is dat nog de vraag. Voor een antwoord berekenen we de functie $\mu_{2004} - \mu_t$ met 90%-betrouwbaarheidsintervallen. Deze functie is weergegeven in figuur 5. De figuur laat zien dat de trendwaarde in 2004 lager is dan die in alle voorgaande jaren met een maximaal verschil rond 1950. Verder valt de nul-lijn gedeeltelijk buiten de betrouwbaarheidsintervallen (periode 1912 - 1987).

Voor een uitspraak over de significantie van de gevonden verschillen voeren we een *toets op significantie* uit. Als H_0 -hypothese kiezen we 'de trend in y_t' daalt'; de H_1 -hypothese luidt 'de trend in y_t' is constant of stijgt zelfs'. Hiermee is de toets eenzijdig en we kiezen $\alpha = 0.05$ (omdat die waarde het vaakst voorkomt in de literatuur). Met de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval in figuur 5 kunnen we dus voor elk verschil $\mu_{2004} - \mu_t$ bepalen of H_0 geaccepteerd of verworpen wordt. Het blijkt dat voor de periode 1912-1987 H_0 verworpen wordt, terwijl er voor de perioden 1901-1911 en 1988-2003 geen reden is om H_0 te verwerpen.

Bij een toets op hypothesen moeten we ook een β kiezen, bijvoorbeeld $\alpha = 0.05$ en $\beta = 0.05$. Bij deze keuze van α en β ontstaat een minimum detecteerbaar verschil (MDV) bij een eenzijdige toets van $1.65\sigma + 1.65\sigma = 3.30\sigma$. Uiteraard zijn andere keuzes van α en β mogelijk en het is feitelijk niet aan de *statisticus* om die te kiezen. Gaan we uit van bovenstaande MDV, dan zien we uit figuur 5 dat er geen enkel jaar is met verschillen groter dan het MDV. Hier zullen andere keuzes voor α en β niets aan veranderen. De verschillen



Figuur 4. Kans op een elfstedentocht, afgeleid van het model uit figuur 3.



Figuur 5. Het trendverschil $\mu_{2004} - \mu_t$ voor de getransformeerde reeks y_t' . De stippellijnen geven 90% betrouwbaarheidsintervallen. De bovengrens kan gebruikt worden in een eenzijdige statistische toets op significantie bij $\alpha = 0.05$.

zullen ruwweg nog bijna moeten verdubbelen in de toekomst om het MDV te overschrijden (bij genoemde α en β).

Wel of geen tocht?

Wat is nu de conclusie in gewone mensen taal? Of de kans op een elfstedentocht afneemt, hangt ervan af met hoeveel zekerheid we deze conclusie willen trekken. Gaan we uit van gangbare statistische aannames (' $\alpha = 0.05$ '), dan vinden we het volgende. De kans op een Elfstedentocht over de periode 1901-2004 vertoont een dalende tendens. In 1901 is de gemiddelde terugkeertijd van een tocht eens per 5 jaar. In 2004 is die terugkeertijd opgelopen naar eens per 10 jaar. Maar door de grote jaar-op-jaar-variaties in zeer koude perioden is de verdubbelde terugkeertijd nog net niet statistisch significant en zou dus best op toeval kunnen berusten.

Toch stemmen de vooruitzichten voor deze eeuw somber. Er bestaat weinig twijfel meer dat het wereldklimaat, en ook dat in Nederland, steeds warmer wordt, mede door het broeikas-effect (KNMI, 2003, en referenties daarin; Klein Tank, 2004). Daarom ben ik bang dat deze tijd-reeks-exercitie geen redding zal bieden voor de naaste toekomst. De man op de foto heeft gelijk. 'It giet oan' zal steeds minder vaak klinken....

LITERATUUR

- Brandsma, T., 2001. Hoeveel elfstedentochten in de 21e eeuw? *Zenit* 28, 194-197.
- De Bruin, H.A.R., Wessels, H.R.A., 1988. A model for the formation and melting of ice on surface waters. *J. of Applied Meteorology* 27, 164-173.
- Durbin J., Koopman, S.J., 2001. *Time series analysis by state space methods*. Oxford: Oxford Statistical Science Series.
- Harvey, A.C., 1989. *Forecasting, structural time series models and the Kalman filter*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Klein Tank, A.M.G., 2004. Changing temperature and precipitation extremes in Europe's climate of the 20th century. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- KNMI, 2003. (Verbeek K., red.). *De toestand van het klimaat in Nederland 2003. KNMI-rapport*.
- Visser, H., 2003. *Een beschrijving van de TrendSpotter-software: detectie van milieuveranderingen*, RIVM Memo 550002002.
- Visser, H., 2004. Estimation and detection of flexible trends. *Atmospheric Environment* 38, 4135-4145.
- Visser, H., 2005. *The significance of climate change in the Netherlands. An analysis of historical and future trends (1901-2020) in weather conditions, weather extremes and temperature-related impacts*. RIVM-rapport 550002007. Rapport te downloaden van <www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/550002007.html>.
- Wessels, H.R.A., 1999. Ijsbedekking in Friesland gedurende de 20e eeuw. *Zenit* 26, 60-63.

HANS VISSER is Senior Statisticus bij het Milieu en NatuurPlanbureau (MNP) van het RIVM in Bilthoven.
E-mail: <Hans.Visser@rivm.nl>.



Foto: P. Boisch

Over epidemieën & aanstekelijkheidsdrempels

In dit artikel geef ik een inleiding over het basale reproductiegetal R_0 en de plaats die deze grootheid inneemt in de epidemiologie van infectieziekten bij mens en dier. Vervolgens ga ik in op de problematiek om deze grootheid vóór en tijdens een epidemie te schatten, waarbij er meer vragen open blijven dan dat er oplossingen worden gegeven.

HANS HEESTERBEEK

Het basale reproductiegetal R_0 is ongetwijfeld de belangrijkste grootheid in de epidemiologie van infectieziekten. Het is het verwachte aantal gevallen van een besmettelijke ziekte, veroorzaakt door één besmet individu in een populatie die geheel uit vatbaren bestaat. Het is duidelijk dat $R_0 > 1$ een kettingreactie van nieuwe gevallen teweegbrengt omdat iedere besmette gemiddeld meer dan één nieuw geval veroorzaakt; dit is precies wat een

epidemie karakteriseert. Omgekeerd geldt dat in een populatie waar $R_0 < 1$, de ziekteverwekker niet kan spreiden, omdat gemiddeld gesproken elk besmet individu niet eens zichzelf 'ververst' in de besmette groep, alvorens dat individu het vermogen tot besmetten verliest.

De getalswaarde van R_0 is ziekteverwekker/gastheer/populatie specifiek. Die hangt onder andere af van de vatbaarheid en besmettelijkheid

van individuen, de contactstructuur tussen individuen, en wordt bovendien sterk beïnvloed door verschillen tussen individuen die deze aspecten raken (zoals bijvoorbeeld leeftijd, soort, genotype). Alhoewel de definitie van R_0 deterministische scherpte heeft, is de werkelijkheid natuurlijk grijs. Allerlei stochastische effecten verstoren het beeld. Zo kunnen we bijvoorbeeld wel een gemiddelde duur van de besmettelijke periode bepalen, maar is de bijbehorende kansverdeling meestal onbekend, en ook een geconcentreerde verdeling zal dus tot verschillen leiden als een ziekteverwekker (in een gedachtenexperiment) steeds een ander individu in de populatie als eerste besmet. Wat we kunnen zeggen is dat er voor $R_0 < 1$ alleen 'kleine uitbraken' bestaan. In de meeste gevallen wil dit zeggen dat er naast de eerste besmette geen contactinfecties optreden en de ziekteverwekker dus niet verspreidt. Naarmate de waarde van R_0 echter dicht bij 1 ligt kunnen door de toevalseffecten toch nog enkele contactinfecties tot stand komen alvorens de besmetting voortijdig doodloopt. Omgekeerd kan een introductie bij een $R_0 > 1$ door toevalsinvloeden toch snel doodlopen (kleine uitbraak), maar er is nu ook kans op een grote uitbraak waarbij een substantieel deel van de aanwezige vatbaren uiteindelijk besmet raakt. Voor meer details op het berekenen van de kans op een grote uitbraak en voor de theorie die het uitrekenen van R_0 mogelijk maakt in het geval dat heterogeniteit in gastheer en ziekteverwekker wordt meegewogen, verwijs ik naar het boek Diekmann & Heesterbeek (2000). Voor een historisch overzicht van de ontwikkeling van R_0 , en de parallellen in deze ontwikkeling met die van de demografie, verwijs ik naar Heesterbeek (2002).

Een belangrijk gebruik van het drempelgetal R_0 is traditioneel niet zozeer gelegen in het voorspellen van risico's op uitbraken (waar/wanneer is $R_0 > 1$?), maar in het vergelijken van bestrijdingsmaatregelen (hoe houden we R_0 het efficiëntst < 1?). Ik ga op beide wat dieper in.

Emerging infections en bio-terrorisme

Recentelijk heeft het voorspellende gebruik aan belang gewonnen in verband met de gevaren van bioterrorisme (tegen zowel de mens als landbouwhuisdieren) en de gevaren van nieuwe, of naar nieuwe gebieden oprukkende, infectieziekten (*emerging infections* zoals SARS en West Nile Virus als gevaar voor de mens en bijvoorbeeld *bluetongue* als gevaar voor de Europese veestapel). Het probleem heeft diverse kanten. Ten eerste is er de kans dat een nieuwe ziekte ontstaat. Ernstige besmettelijke aandoeningen van de mensen komen niet zelden tot stand doordat een ziekteverwekker bij een in het wild levende soort (die daar doorgaans naar mildheid geëvolueerd is) de sprong naar de mens maakt. Dit was het geval bij HIV, maar waarschijnlijk ook bij SARS. Een andere mogelijkheid is dat een ziekteverwekker muteert in een ernstiger vorm (ook hier spelen dieren vaak een rol: bijvoorbeeld bij wereldwijde uitbraken van influenza). De kansen op dit soort gebeurtenissen zijn lastig te schatten omdat de processen die er op van invloed zijn in onvoldoende mate bekend zijn en de mechanismen nog niet afdoende begrepen worden. Naast de kans dat een ziekteverwekker ontstaat of overspringt is een tweede factor de kans dat deze met succes in een bepaald gebied, zeg Europa of Nederland, binnenkomt en inderdaad tot een uitbraak leidt. In het geval van *emerging infections* in nieuwe gebieden, zou men met behulp van GIS databanken een inschatting kunnen maken waar een uitbraak het meest waarschijnlijk is. Voor landbouwhuisdieren is dit bijvoorbeeld gebaseerd op de dichtheid aan bedrijven met de gastheersoort (dus het aantal bedrijven en dieren per km², bijvoorbeeld), maar ook op de contactstructuur binnen de betreffende sector (met name dierentransporten tussen bedrijven en locaties, en contact met gebieden in het buitenland waar de ziekteverwekker al voorkomt). Na de mond- en klauwzeer van 2001 is in het Verenigd Koninkrijk

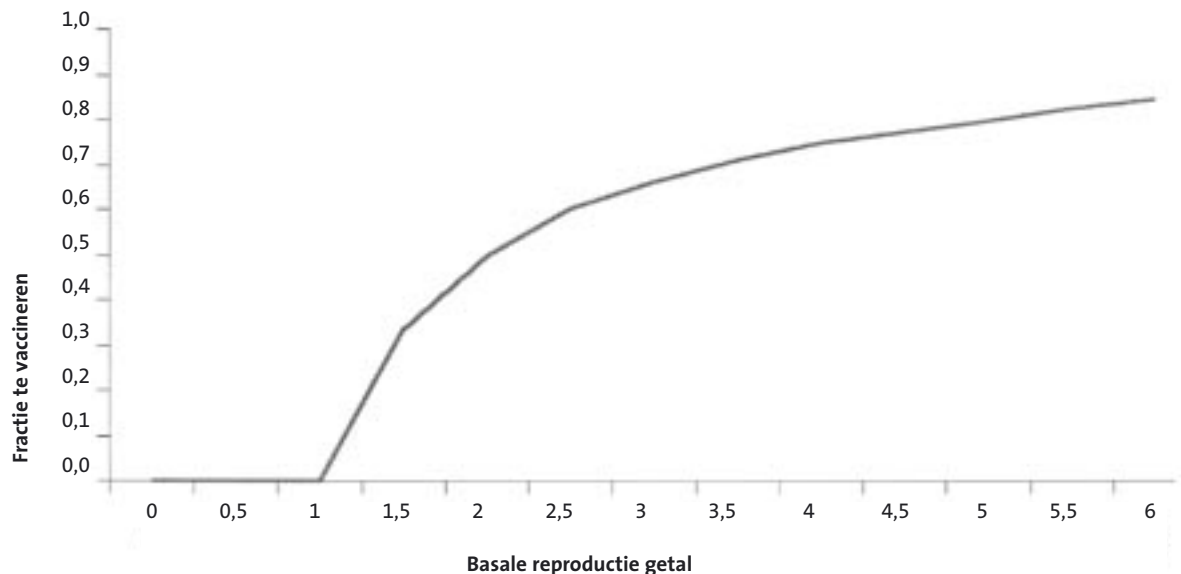
een methode ontwikkeld om met behulp van voornamelijk dichtheidsgegevens, dergelijke GIS- R_0 -kaarten te maken. Deze kaarten kwamen heel goed overeen met de realisatie van de uitbraak, maar waren, waarschijnlijk door het ontbreken van contactinformatie, niet in staat om het begin van de uitbraak te typeren. In dit gebied zal de komende jaren meer werk worden verricht nu enkele gedetailleerde datasets beschikbaar zijn, dankzij diverse recente uitbraken.

Voor het bepalen van het gevaar van bio-terrorisme zijn dergelijke kaarten echter van minder belang, omdat daar het toeval een veel kleinere rol speelt. Het ligt voor de hand om bij een dergelijke introductie met voorbedachten rade veel meer besmettelijk materiaal binnen te brengen dan bij een 'natuurlijk' introductie gebruikelijk is, en dit materiaal ook over diverse bedrijven te verspreiden om zo de kans op een grote uitbraak te maximaliseren. Overigens ligt hier een interessant optimalisatieprobleem, namelijk om te bepalen of het beter is veel kleine haarden te starten dan een paar grote, en of de beste strategie is om

het in dichtbevolkte (met de doelgastheer) of juist dunbevolkte, maar goed met andere gebieden verbonden, gebieden te doen. Men moet namelijk de kans op succes en de verwachte schade afwegen tegen de kans op vroegtijdige ontdekking.

R_0 en endemische ziekten

Het meest eenvoudige voorbeeld van het gebruik van R_0 voor het vergelijken van bestrijdingsmaatregelen is vaccinatie. Stel we hebben een perfect vaccin (zoiets bestaat niet, maar ik bedoel er een vaccin mee dat bij iedereen aanslaat en 100% bescherming biedt tegen besmetting). Stel we enten individuen bij geboorte. Welke fractie van een vatbare populatie moeten we dan ingeënt houden om te garanderen dat de ziekteverwekker in een dergelijke populatie enkel kleine uitbraken kan veroorzaken? Het antwoord is: een fractie van minimaal $1 - 1/R_0$. Als we als voorbeeld mazelen in Nederland nemen dan geldt, uit diverse schattingen (die overigens op zich geen sinecure zijn) dat $R_0 \approx 20$. Dit betekent dat we minimaal 95%



De minimaal te vaccineren fractie individuen in een goed gemengde populatie om spreiding van een ziekteverwekker te voorkomen is $1 - 1/R_0$

van de bevolking (met een perfect vaccin) ingeënt moeten houden om mazelen geen kans te geven. Twee opmerkingen zijn op hun plaats. Ten eerste hoeft men dus niet iedereen in te enten (dit is een algemeen verschijnsel): dit is het directe gevolg van het feit dat we hier met een drempelgetal te maken hebben. Ten tweede is, door het niet verplicht zijn van vaccinatie in Nederland, de vaccinatiegraad van ons land ongeveer 94% (ook dit is geen eenvoudige constatering). We halen de drempel dus in Nederland net wel of net niet. Dat laatste zou minder erg zijn als de niet-gevaccineerden goed gemengd door de populatie zouden wonen, zij zijn dan immers door 'kudde-immuniteit' beschermd. Berekeningen met R_0 in situaties waarbij rekening wordt gehouden met leeftijdsstructuur liggen ten grondslag aan het vergelijken van vaccinatiecampagnes tussen verschillende landen. Verschillende keuzes van vaccinatieschema (leeftijd, frequentie) hebben verschillende uitwerkingen op de verspreiding/eradicatie van het mazelen virus.

Schatten tijdens uitbraken

Een vorm van gebruik die de laatste jaren in belang is toegenomen is het schatten van de benodigde bestrijdingsinspanning tijdens uitbraken van belangrijke dierziekten en het vervolgen van de effectiviteit van opeengestapelde maatregelen in de tijd. Hiervoor is het schatten van R_0 (of verwante begrip R voor de situatie dat niet elk contactindividu meer vatbaar is) voor de geldende situatie uit beschikbaar komende uitbraakgegevens in 'real time' van groot belang. Dat schatten is echter niet eenvoudig en wellicht zelfs onmogelijk met de beschikbare gegevens. Bij belangrijke dierziekten (zogenaamde Lijst A ziekten) is de eenheid waarop bestrijding wordt gericht niet het individuele dier, maar zijn het kuddes van dieren, samengevat als boerenbedrijven. Er zijn, vooral in het begin van de uitbraak, diverse problemen. Zo is wat wij waar-

nemen aan besmette bedrijven enkel het waarnemen van bedrijven waarbij individuele dieren dermate symptomen vertonen dat het bedrijf als verdacht wordt aangemerkt. Dat brengt minstens twee onzekerheden met zich mee: ten eerste hoe lang dat bedrijf al besmet (en wellicht besmettelijk) was voordat het werd ontdekt en ten tweede dat de volgorde van ontdekking niet noodzakelijk ook de volgorde van besmetting was. De snelheid waarmee bedrijven ontdekt worden hangt af van bijvoorbeeld de diersoort en hoe frequent er geobserveerd wordt, maar ook van de (on)duidelijkheid van de symptomen. Dat is natuurlijk afhankelijk van het stadium van de uitbraak, in de stille fase waarbij nog geen bedrijf ontdekt is, is er geen goed zoekbeeld of verhoogde paraatheid. De stille fase maakt dat op het moment van de eerste ontdekking er al tientallen bedrijven besmet kunnen zijn die in de incubatietijd verkeren en in de dagen daarna wellicht ontdekt zullen worden (daarbij de illusie gevend van een toenemende epidemie zelfs als na de eerste ontdekking verdere besmetting geheel voorkomen zou kunnen worden). Als de kansverdeling van de incubatietijd van bedrijven bekend was, of dat althans meer bekend was over de mechanismen die de verdeling bepalen en hoe ze dat doen, dan zouden we op grond van de ontdektijden een kansverdeling voor besmetting kunnen maken. Technieken om met deze onduidelijkheden om te gaan worden op dit moment ontwikkeld.

Naast informatie over de incubatietijd is *contact tracing* van essentieel belang bij een uitbraak. Beide zijn nodig om een epidemische boom van 'wie-heeft-wie-besmet' te bepalen. Dat is het onderliggende proces, waarvan we dus alleen detecties waarnemen, dat gereconstrueerd moet worden om betrouwbaar R te kunnen schatten. 'Contact tracing' is een ingewikkelde zaak, want bijvoorbeeld het traceren van diertransporten via veemarkten en tussenhandelaren levert complexe netwerken van contacten op. Meer dan enkele generaties van een epidemie zijn niet te volgen

voordat allerlei niet-lineaire terugkoppelingen de lineaire groei vertroebelen. Het volgen van die enkele generaties is dan nog geen sinecure want met name in het begin hebben we last van het verschijnsel dat het te laat ontdekken van al eerder besmette bedrijven op een totaal van tien bedrijven een grote impact heeft. Verderop in de uitbraak, met in totaal bijvoorbeeld 150 besmette bedrijven, is het niet tijdig meetellen van een paar bedrijven niet zo invloedrijk. Maar juist de eerste gevoelige fase is de fase waarin de waarde van R_0 bepaald wordt. De datasets die de afgelopen jaren zijn verzameld voor mond- en klauwzeer in het Verenigd Koninkrijk en van SARS in Azië en Canada, waar in beide gevallen veel aan contact tracing is gedaan, zullen de komende jaren worden gebruikt om nieuwe schattingsmethoden te ontwikkelen en te toetsen. Bij een ziekte als SARS is het relatief eenvoudiger om de echte boom uit de detecties te reconstrueren omdat de incubatieperiode veel korter is en veel minder variabel dan bij de bedrijven en de lijst A ziekten.

Uit de analyse van de contactboom van de SARS uitbraak komt nog een ander verschijnsel naar voren. Men kan eenvoudig laten zien dat bij variatie in enkel de contactfrequentie tussen de individuen in een populatie, R_0 te schrijven is als het gemiddelde + gemiddelde/variantie. Men ziet dan dat bij scheve verdelingen in aantallen contacten een hele kleine groep individuen met heel veel contacten toch veel invloed kan hebben. Dit speelt bij de HIV epidemie met seksuele contacten, maar bleek ook bij SARS een belangrijke factor. Datasets zoals van SARS maken nieuw onderzoek mogelijk naar de verdeling van reproductiesuccess over de individuen., waar R_0 de verwachting van is.

R_0 en toetsen

Naast het kijken naar uitbraken zijn er ook andere goede redenen om R_0 te willen schatten, of althans om te kunnen toetsen of R_0 groter dan wel kleiner dan 1 is. Dit is bijvoorbeeld nodig om te onderzoeken

of vaccins, die niet zelden gemaakt worden om individuen te beschermen tegen ziekte, ook in populaties in voldoende mate de verspreiding van besmetting tegengaan. Dergelijke berekeningen worden voor dierziekten gemaakt op basis van transmissie-experimenten, waarbij in kleine groepen dieren steeds een deel wordt besmet en wordt gekeken wanneer de contactdieren besmet raken. Het opzetten van dergelijke experimenten en het uitvoeren van de statistische analyse (hypothesetoets) is ontwikkeld door de groep van Mart de Jong van de Animal Sciences Group van Wageningen UR. Beschrijving van deze theorie zou een artikel op zich vragen en ik ga er hier dus verder niet op in. Er is nog vooruitgang nodig in het (veel voorkomende) geval dat bij een experiment alle contactdieren besmet raken.

De jaren tachtig stonden in het teken van het berekenen van R_0 voor homogene populaties en het schatten van de waarde uit allerlei populatiegegevens. De jaren negentig stonden in het teken van het berekenen van R_0 voor steeds complexere heterogene populaties, iets dat heden ten dage goed begrepen wordt. De eerste decade van de 21^e eeuw zal in het teken staan van het schatten van de waarde van R_0 in steeds realistischer wordende situaties. Er is hier nog veel werk te doen, maar het soort gegevens dat hiervoor nodig is komt beter beschikbaar en we zijn na jaren in staat om de vragen en databehoeftes beter te formuleren.

LITERATUUR

Diekmann, O. & J.A.P. Heesterbeek. (2000) *Mathematical Epidemiology of Infectious Diseases: model building, analysis and interpretation*. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

Heesterbeek, J.A.P. (2002). A brief history of R_0 and a recipe for its calculation. *Acta Biotheoretica*, 50, 189-204.

HANS HEESTERBEEK is hoogleraar Theoretische Epidemiologie bij de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht sinds 2001. Zijn wetenschappelijke interesse ligt bij het krijgen van inzicht in de dynamica van populaties, met de nadruk op interactie met ziekteverwekkers. E-mail: <j.a.p.heesterbeek@vet.uu.nl>.

IS STATISTIEK EIGENLIJK WEL WISKUNDE ?

FRED STEUTEL

In zijn afscheidsrede vertelt W.R. van Zwet dat het bij zijn aantreden in Leiden niet alle collega's duidelijk was dat statistiek een onderdeel was van de wiskunde. Lang voor zijn vertrek was iedereen in Leiden daar toch van overtuigd geraakt. Buiten Leiden is niet iedereen zover. In de VS zijn tal van universiteiten met faculteiten Wiskunde en Statistiek. Aan de universiteit van Umeå, Zweden is er naast de faculteit Wiskunde een faculteit Wiskundige Statistiek. Verder zijn er tijdschriften, met de term *Mathematical Statistics* in de titel, maar ook met de term *Statistical Mathematics*. Het is duidelijk dat er verschillend over de vraag in de titel wordt gedacht; menigeen denkt er in het geheel niet over.

Zonder wiskunde geen statistiek.

Een paar maanden geleden reageerde ik in *NRC Handelsblad* op een ingezonden brief van een medewerker van het Freudenthal Instituut in Utrecht, die beweerde dat statistiek belangrijker is dan wiskunde. De ongerijmdheid van de bewering wordt in mijn reactie hieronder duidelijk aangetoond.

Volgens dr. Arthur Bakker (O&W, 28 augustus) '[...] speelt statistiek in het dagelijks leven een veel grotere rol dan wiskunde'. Dat is een uitspraak als 'spelling is veel belangrijker dan taal', immers afgezien van de meest elementaire beschrijvende statistiek is voor alle statistische toepassingen wiskunde nodig. Bovendien, zonder tamelijk moderne en tamelijk geavanceerde wiskunde zouden er geen mobiele telefoons zijn, geen cd-spelers, geen videospelen en geen beveiligde banktransacties. Statistiek: best belangrijk; wiskunde: onmisbaar

Freudenthal en de statistiek.

Het wiskundig talent van Freudenthal (1905-1990) is onomstreden; hij werkte voornamelijk in de abstracte wiskunde - topologie, groepentheorie - maar waagde zich ook op andere terreinen en zelfs af en toe op het gebied van de kansrekening en statistiek. Hij schreef een artikel over de kansrekening volgens Christiaan Huijgens en één over urnmodellen in de toegepaste kansrekening. In 1957 publiceerde hij het boek *Waarschijnlijkheid en Statistiek*; 'Waarschijnlijkheid', en niet, wat je

verwachten zou 'Waarschijnlijkheidsrekening'. Het boek werd vertaald in het Engels en het Duits. In een recensie van A.L. Rukhin wordt verbazing uitgesproken over de ongebruikelijke terminologie, ook in het Engels: *stochastic variable* in plaats van *random variable* en de *Moivre distribution* in plaats van *normal distribution*. In een een vorige column zei ik daar al iets over. De besprekingen in Nederlandse tijdschriften waren weinig enthousiast.

Freudenthal en de didactiek.

Naast zijn wiskundige werk heeft Freudenthal veel gepubliceerd over didactiek. Dat is een beetje verrassend, want de kwaliteit van zijn onderwijs was niet onomstreden: het was inspirerend voor de zeer begaafden, maar dikwijls slecht te volgen voor de gemiddelde student. In 1973 publiceerde hij *Mathematics as an educational task*, een boek van bijna 700 pagina's, waarvan ik de invloed moeilijk kan schatten. Eén van de problemen is dat veel van de informatie over Freudenthal afkomstig is van het Freudenthal Instituut, waarvan geen geheel objectieve informatie over zijn oprichter kan worden verwacht. Dit instituut werd in 1971 door Freudenthal opgericht onder het acroniem IOWO (Instituut voor de Ontwikkeling van het WiskundeOnderwijs). Na Freudenthals dood kreeg het instituut zijn naam.

Het IOWO en de didactiek.

Een van de van de didactische instrumenten die door Freudenthal werden aanbevolen, betrof het leren van wiskunde via voorbeelden; dus niet eerst de theorie, maar beginnen met alledaagse problemen die met behulp van wiskunde kunnen worden opgelost. In een publikatie van het IOWO wordt Freudenthal beschreven als 'oprichter van de toegepaste (realistische) wiskunde'. Afgezien van de vraag of wiskunde opgericht kan worden,

gaat het wat ver om Freudenthal de grote voorvechter van de toegepaste wiskunde of statistiek te beschouwen. Van Dantzig heeft, zeker wat de kansrekening en statistiek betreft, meer recht op deze onderscheiding. Onder veel wiskundigen heeft de term 'realistische wiskunde' inmiddels een kwalijke klank: veel eenvoudige voorbeelden, geen theorie en geen bewijzen. Een van de bezwaren van de 'realistische' aanpak is dat wiskundige begrippen worden opgehangen aan een toepassingsgebied, terwijl de kracht van de wiskunde juist ligt in haar abstractie: dezelfde integraalrekening kan worden gebruikt in de techniek, de natuurkunde, de economie, bij wachtrijsproblemen en in de statistiek.

Het IOWO en de wiskunde.

Terwijl Freudenthal een onomstreden wiskundige was met belangstelling voor onderwijs en toepassingen, ook in de statistiek, lijken de medewerkers van het Instituut dat zijn naam draagt, voornamelijk geïnteresseerd in onderwijs en pas in de tweede of derde plaats in wiskunde. Veel wiskundigen bezien het instituut, dat een van de gesprekspartners is van het ministerie van OC&W, met wantrouwen. De bovengeciteerde uitspraak over wiskunde en statistiek lijkt dit wantrouwen te rechtvaardigen. Niet alle alle toepassers van de statistiek hoeven wiskundigen te zijn, en wiskundigen zijn niet per se de beste toepassers van statistiek. De natuurkunde is geen onderdeel van de wiskunde, en misschien is ook de statistiek niet echt een onderdeel van de wiskunde, maar zowel de natuurkunde als de statistiek, ook de toegepaste statistiek, zijn onbestaanbaar zonder wiskunde.

FRED STEUTEL is emeritus hoogleraar kansrekening aan de TU Eindhoven; hij is redacteur van STATOR. E-mail: <f.w.steutel@tue.nl>.

In de negentiende eeuw was er sprake van een nauwe band tussen statistiek en staathuishoudkunde. Pas in de jaren dertig van de twintigste eeuw wordt voor economische beleidsanalyses gebruik gemaakt van methoden uit de kans- en waarschijnlijkheidsrekening. Vandaag de dag zijn staathuishoudkunde en statistiek nog onlosmakelijk met elkaar verbonden.



Jeronimo de Bosch Kemper.

Statistiek en staathuishoudkunde

FRANK A.G. DEN BUTTER

Het woord 'statistiek' wordt in twee betekenissen gebruikt. In de eerste plaats is statistiek een methode om gegevens te analyseren, gewoonlijk aangeduid als de *mathematische statistiek*. Hierbij worden patronen in gegevens aan de hand van kansprocessen en met hulp van waarschijnlijkheidsrekening beschreven. Ofschoon de mathematische statistiek in beginsel een toegepaste wetenschap is, heeft het ontwikkelen en toepassen van de methodieken een zuiver wetenschappelijk en sterk wiskundig karakter. Daarom vormt deze discipline een onderdeel van de wiskunde. De tweede betekenis van statistiek betreft de *beschrijvende statistiek*. Hier gaat het om het waarnemen, het verzamelen en het ordenen van gegevens over feitelijke gebeurtenissen.

Deze vorm van statistiek is zeer oud: soms wordt wel beweerd dat men al statistische gegevens verzamelde en daarmee rekende, voordat men kon schrijven.

Tegenwoordig bestaat er een sterke koppeling tussen statistiek als wetenschappelijke analyse-methode en statistiek in de zin van kwantitatieve gegevens over feitelijke gebeurtenissen. Lange tijd was het echter niet zo. In de 19de eeuw waren de werelden van de statistische analyse en de statistiekverzameling sterk gescheiden. Statistische gegevens werden vooral verzameld om een goede beschrijving te geven van de *toestand van de staat*. Van belang daarbij was met name de economische toestand. Vandaar dat in die periode sprake was van een nauwe band tussen de statistiek en

de staathuishoudkunde. Staathuishoudkunde is de Nederlandse benaming voor wat in het Engels *political economy* wordt genoemd.

Het heeft in Nederland tot in de jaren dertig van de 20ste eeuw geduurd voordat voor de beleidsmatige analyse van statistische gegevens in de economie ook methoden uit de kans- en waarschijnlijkheidsrekening werden gebruikt. Het betekende de opkomst van de econometrie.

Staat en statistiek

De woorden statistiek en staathuishoudkunde zijn ethymologisch verwant. Verondersteld wordt wel dat de discipline van de statistiek haar naamgeving ontleent aan het Italiaanse woord voor 'staatsman', namelijk 'statista'.¹ Stamhuis geeft aan dat het woord statistiek is afgeleid van het Latijnse woord 'status', hetgeen de beide betekenissen van het Nederlandse woord staat heeft.² In de eerste plaats gaat het daarbij om de betekenis van staat als *toestand*, zoals in *the State of the Union*, waarin de Amerikaanse president elk jaar een overzicht geeft van hoe het land er voor staat. Maar ook de tweede betekenis van staat als *natie* is in dit geval zeer relevant. Hier ligt daadwerkelijk de band tussen statistiek, als beschrijvende statistiek, en de staathuishoudkunde. De oorsprong van deze vorm van statistiek ligt volgens Stamhuis in de 17de eeuw in het Duitse Rijk. Deze *Staatenkunde* of *Statistik* ontstond uit de wens het overheidsbestuur een meer empirische basis te geven.

In Nederland kwam de discussie over de empirische gegevens die nodig zijn om de toestand van het land te beschrijven met name in het midden van de 19de eeuw op gang. Hier was sprake van een opmerkelijke wisselwerking tussen particuliere initiatieven en initiatieven van de overheid. In 1826 werd bij Koninklijk Besluit een Commissie voor de Statistiek ingesteld die als opdrachtgeefster zou optreden voor een bij het



Hermann Conring (1606-1681) wordt beschouwd al de Duitser die als eerste het vak heeft gedoceerd waaruit later de statistiek is voortgekomen.

Department van Binnenlandse Zaken te vestigen statistisch bureau.³ Na de politieke gebeurtenissen van 1830 - de afscheiding van België - raakten de werkzaamheden van de commissie echter op de achtergrond. Later, in 1858, werd nog een Rijks-Commissie voor de Statistiek ingesteld, maar deze was ook geen lang leven beschoren en werd reeds eind december 1861 ontbonden. In feite was in deze periode de overheidsbemoeienis met de statistiek zeer gering en waren het juist particuliere initiatieven die de basis hebben gelegd voor het bijeenbrengen van statistische gegevens voor Nederland op nationaal niveau.

Naast de landbouwkundige W.C.H. Staring en de medici waren het vooral de economen die

grote bemoeienis toonden met de nationale statistieken. Eigenlijk gaat het daarbij om economen *avant la lettre* want ze waren als jurist opgeleid, en, voor zover werkzaam in de academische wereld, waren ze aan juridische faculteiten verbonden. Het waren deze individuele initiatieven die inder tijd tot statistische publicaties leidden. Zo gaf de Leidse hoogleraar Wttewaal van Wickenburgh van 1836 tot zijn dood in 1838 het tijdschrift *Bijdragen tot de Staathuishoudkunde en de Statistiek* uit. In 1841 bracht B.W.A.E. baron Sloet tot Oldhuis het *Tijdschrift voor Staathuishoudkunde en Statistiek* uit dat tot 1875 bestond en grotendeels werd gevuld met eigen artikelen van de oprichter. Economisch-statistische artikelen verschenen ook in het *Tijdschrift ter Bevordering van Nijverheid* dat werd uitgegeven door de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen en in het literaire tijdschrift *De Gids*.

Een mijlpaal in de relatie tussen de staathuishoudkunde en de statistiek was de uitgave in 1849 door Jonkheer J. de Bosch Kemper van het *Staatkundig en Staathuishoudkundig Jaarboekje*. De aanleiding was, aldus De Bosch Kemper, dat er in deze roerige tijden een grote behoefte aan betrouwbare en overzichtelijke informatie over politiek en economie was. Met het *Staatkundig en Staathuishoudkundig Jaarboekje* beoogde hij het publiek op te wekken tot belangstelling voor de kennis van maatschappelijke feiten. De term 'staatkundig' in de titel van het jaarboekje had ook te maken met de nieuwe Grondwet uit 1848 waarin het kiesrecht belangrijk was uitgebreid en ons land aan de vooravond van de eerste rechtstreekse verkiezingen stond.

Verenigingen voor Staathuishoudkunde en Statistiek

Tegenwoordig beschouwen we de eerste uitgave van het *Staatkundig en Staathuishoudkundig Jaarboekje* in 1849 als het moment van oprichting

van wat nu heet de Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde (KVS). Deze vereniging heeft dan ook in 1999 haar 150-jarig bestaan gevierd. Anderzijds kan evenzeer worden beweerd dat het hier gaat om de voorganger van de huidige Vereniging voor Statistiek en Operationele Research waarvan dit blad *STATOR* een officiële orgaan is.⁴ Relevant in dit verband is dat op instigatie van de medewerkers van het Jaarboekje in 1857 de Vereeniging voor de Statistiek, zoals deze toen genoemd werd, is opgericht. De Bosch Kemper werd tot president gekozen van deze vereniging die 34 leden telde, namelijk 22 voormalige medewerkers van het Jaarboekje en 12 nieuwe leden, waaronder de landbouwkundige Staring. Het betekent dat de kern van de leden van de Vereeniging werden gevormd door degenen die zich met staatkundige en staathuishoudkundige statistieken bezig hielden. Zo was een prominent lid van de Vereeniging, de Leidse hoogleraar in de statistiek Simon Vissering, met name geïnteresseerd in feitenkennis over de maatschappij en de economie.

Een belangrijke taak die de Vereeniging voor Statistiek zich stelde was dat zij een soort lobby vormde om de overheid ertoe aan te zetten om de verzameling van statistische gegevens zelf ter hand te nemen. Uiteindelijk had deze lobby succes toen eind november 1892 de Centrale Commissie voor de Statistiek (CCS) werd geïnstalleerd. Vervolgens resulteerde dit in de oprichting van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) in 1899 waarbij de Vereeniging haar jarenlange streven bekroond zag. De oprichting van de CCS in 1892 was voor de Vereeniging aanleiding om haar activiteiten nog meer te verleggen naar de staathuishoudkunde. Dit was ook de reden om de naam van de vereniging te wijzigen in Vereeniging voor de Staathuishoudkunde en de Statistiek. Meer dan een halve eeuw later, namelijk in 1950, werd de nadruk op de staathuishoudkunde in de activiteiten van de ver-

eniging ook daadwerkelijk in haar naamgeving weerspiegeld, en werd de naam Vereniging voor de Staathuishoudkunde. Een aantal jaren daarvoor, in 1945, was de huidige Vereniging voor de Statistiek (VVS) opgericht, die, heel anders dan indertijd de Vereeniging voor de Statistiek, een sterk mathematisch-statistische oriëntatie heeft. Vermeld zij dat in 1987 de Koningin het predikaat Koninklijk verleende aan de Vereniging voor de Staathuishoudkunde. Voorts zij opgemerkt dat de CCS nog steeds bestaat en zelfs bij de recente verlening van de ZBO-status aan het CBS naast haar statistisch-programmatische taken ook een controlerende functie over de bedrijfsvoering van het CBS heeft verkregen. Daarbij heeft de CCS volgens de nieuwe Wet op het Centraal Bureau van de Statistiek veel meer dan voorheen de functie van een Raad van Toezicht gekregen.⁵

Statistiek en staathuishoudkunde in de 19de eeuw

In de 19de eeuw waren, zoals gezegd, de mathematische statistiek en de beschrijvende statistiek in Nederland vrijwel volledig gescheiden werelden. Rehuel Lobatto, een van de vele Portugees-Joodse intellectuelen in Nederland, was in die tijd de belangrijkste in Nederland werkzame mathematisch statisticus.⁶ Hij paste de waarschijnlijkheidstheorie toe op statistische gegevens op het gebied van de levensverzekeringen, waarbij hij voortbouwde op het werk van de Franse wiskundigen Fourier en Poisson. Lobatto publiceerde een Jaarboek dat voor het eerst in 1826 verscheen en dat een deel met statistische gegevens bevat. Daarin stonden bevolkingsgegevens zoals inwoners per stad en per provincie, geboorte- en sterftcijfers, het aantal wettige en onwettige geboorten, en het aantal huwelijken. In feite was Lobatto echter een eenling die in isolement opereerde. Er bestond nauwelijks contact tussen hem en de leden van de Vereeniging voor Statistiek,



Simon Vissering.

S. Vissering.

zoals Vissering. Daarbij komt dat van huis uit de Nederlandse wetenschap niet erg geïnteresseerd was in het verzamelen en ordenen van feitenmateriaal en praktische waarnemingen. Dit had te maken met de protestantse achtergrond van de Nederlandse regering. Feitenkennis en empirie werden uitsluitend geaccepteerd binnen het kader van wat in essentie religieuze middelen en doelstellingen waren. Waarnemingen waren in de eerste plaats bedoeld om kennis te vergaren over de grootheid van God. Dit perspectief bood geen vruchtbare bodem voor een experimentele, empirische en kwantitatieve wetenschapsbeoefening. Ofschoon Vissering veel sterker kwantitatief georiënteerd was dan zijn voorgangers die zich met de Staathuishoudkunde bezig hielden, had ook hij nog naïeve ideeën over welke gegevens voor de beschrijving van de nationale economie van belang zijn. De mening van Vissering was dat vooral kwalitatieve informatie nodig is om de statistische beschrijving van de staat volledig te maken.

De Vereeniging voor de Statistiek hield zich dan ook vooral met Staathuishoudkunde bezig. In 1864 werd besloten tot het houden van weten-

schappelijke bijeenkomsten waar belangrijke onderwerpen op het gebied van de statistiek en Staathuishoudkunde werden besproken. Deze besprekingen vormden het begin van wat later de pre-adviezen van de vereniging zijn geworden.⁷ Op de eerste bijeenkomst, op donderdag 13 april 1865, waren er drie sprekers. De Utrechtse hoogleraar Van Rees sprak over het doel en nut van de arbeidersverenigingen, Vissering hield een inleiding over de oorzaken van het betrekkelijk ongunstige sterftcijfer in Nederland in vergelijking met België, en tenslotte behandelde De Bosch Kemper de vraag of kosteloos schoolonderwijs van voor- of nadelige invloed op het schoolgaan van kinderen was. Na elke voordracht was er gelegenheid tot discussie. Een korte weergave van de voordrachten en discussies verscheen in de volgende aflevering van *De Economist*. Dit vaktijdschrift voor economen is in 1852 door J.L. de Bruyn Kops opgericht en sinds 1989 het officiële orgaan van de huidige KVS. Het door De Bosch Kemper behandelde onderwerp toont de aandacht die in die tijd bestond voor de sociaal-economische vraagstukken. Tekenend daarvoor was ook de inleiding die de vooraanstaande econoom N.G. Pierson in 1871 hield over de vraag 'Welken invloed hebben de talrijke staatsleeningen voor militaire doeleinden die in de laatste honderd jaar zijn gesloten, op de welvaart der lagere klassen uitgeoefend? Nemen zij een voorname plaats in onder de oorzaken die eene rijzing der arbeidsloonen hebben belet?' Pierson vond het merkwaardig dat het lot van de werkmans in de laatste honderd jaar nauwelijks was verbeterd. Het illustreert dat de lobby die de Vereeniging in de tweede helft van de negentiende eeuw voerde voor het verzamelen van statistieken, mede een sociale achtergrond had. Linkse liberalen, zoals Goeman Borgesius en Pierson, die ook premier, president van de Nederlandsche Bank en voorzitter van de CCS is geweest, trokken in dat opzicht gezamenlijk op met socialisten zoals F.J. Domela Nieuwenhuis. De CCS is ingesteld

nadat onder meer Domela Nieuwenhuis hierover kamervragen had gesteld. In de CCS hebben ook vrijwel altijd vertegenwoordigers van de arbeidsbeweging gezeten.

Statistiek en staathuishoudkunde nu

Op het gebied van de mathematische statistiek heeft Lobatto veel inspiratie geput uit de nauwe contacten met, en uit het werk van de Belgische statisticus L.A.J. Quetelet. De statistische karakterisering die Quetelet aan het menselijk gedrag gaf is van groot historisch belang gebleken voor het gedachtengoed van de statistiek.⁸ Zijn observatie was dat individuele personen zich op onvoorspelbare wijze gedragen, maar dat, wanneer men al deze individuen tezamen beziet, hun afwijkingen ten opzichte van het gedrag van de gemiddelde mens de wetten van de waarschijnlijkheidsrekening gehoorzamen. Het is overduidelijk dat deze notie één van de basiskennmerken van de econometrie is.

Zoals gezegd vond de echte koppeling tussen de statistische analyse en de Staathuishoudkunde pas in de jaren dertig van de 20ste eeuw plaats. In de eerste plaats werd in die jaren de grondslag gelegd voor het moderne stelsel van Nationale Rekeningen.⁹ In deze nationale boekhouding worden op allerlei manieren verzamelde individuele gegevens tot een consistent stelsel op macro-niveau geaggregeerd. Een tweede belangrijke mijlpaal in de jaren dertig was de publicatie door Tinbergen in 1936 van het eerste macro-econometrische model in de wereld. Dit model voor Nederland, gepubliceerd in de pre-adviezen van de Vereeniging voor Statistiek en Staathuishoudkunde, bevat de gedragsvergelijkingen, die met behulp van regressie-analyse op basis van macro-economische tijdreeksgegevens waren gekwantificeerd.¹⁰ Opgemerkt zij dat Tinbergen indertijd bij het CBS werkzaam was waar hij als dienstweigeraar was begonnen. Ook

zijn statistisch (en econometrisch) werk was sterk geïnspireerd door het welzijn van de mensen.

Momenteel spelen de empirische macro-modellen een cruciale rol in de staathuishoudkundige beleidsanalyse. Dit geldt met name in Nederland waar de berekeningen van het Centraal Planbureau (CPB), dat daarvoor een flink arsenaal modellen tot zijn beschikking heeft, veelal van doorslaggevende betekenis zijn in het politieke besluitvormingsproces.¹¹ Een sprekend voorbeeld is dat voorafgaand aan de verkiezingen de meeste politieke partijen de economische gevolgen van hun verkiezingsprogramma's laten doorrekenen door het CPB.¹² Ook komt de formatie van een coalitieregering pas tot stand nadat de plannen in het concept-regeerakkoord door het CPB zijn doorgerekend.

Tinbergen, de eerste Nobel-prijswinnaar in de economie, publiceerde niet alleen het eerste macro-economische model, hij is ook één van de geestelijke vaders van de institutionalisering van de beleidsanalyse in wat nu wel het *Nederlandse poldermodel* wordt genoemd. Zijn idee was dat er wetenschappelijke consensus zou moeten ontstaan over de werking van de economie die ingestileerde vorm wordt weergegeven door de modellen en berekeningen van het CPB. Vervolgens vormen de na te streven economische doelstellingen, en de afruilwaarden tussen die doelen, een politieke kwestie waarover in Nederland, met louter minderheidsgroeperingen, een compromis dient te worden bereikt. Tenslotte, en dat is in het kader van dit artikel relevant, dient het verzamelen van statistische gegevens op nationaal niveau door een onafhankelijk bureau en buiten politieke beïnvloeding om plaats te vinden. De statistische gegevens zoals deze tot het CBS worden verzameld, hebben het karakter van een *publiek goed*. Dit wordt zelfs expliciet in de memorie van toelichting op de nieuwe CBS-wet van 2003 onderschreven. Het betekent dat de kosten van het verzamelen van deze gegevens door de gemeen-



Jan Tinbergen (1947).

schap worden gedragen, waar tegenover staat dat de gegevens voor een ieder vrij beschikbaar zijn, op voorwaarde dat met het beschikbaar stellen geen regels van privacy worden geschonden. Het feit dat de statistiekverzameling onafhankelijk van staatsbemoeienis dient te zijn, ook al betaalt de Staat, lijkt vanzelfsprekend, maar is dat in de praktijk niet. Beleidsmakers kunnen soms de verleiding niet weerstaan om de gegevensverzameling ten behoeve van hun beleid zelf ter hand te nemen. Echter, een ieder begrijpt dat het zelf maken van statistieken door degenen die betrokken zijn bij het beleid dat door die statistieken in beeld moet worden gebracht vraagt om moeilijkheden.¹³ Statistieken horen vrij te zijn van zelfs maar de schijn van politieke inmenging, beïnvloeding of controle. Dit betekent dat ook de regie over het verzamelen van statistische gegevens, en de vertaling daarvan in statistische informatie,

bij een onafhankelijke instelling, in dit geval het CBS, gecentraliseerd dient te zijn. Departementen die buiten het CBS om met gemeenschapsgelden statistische gegevens verzamelen die het karakter van een publiek goed hebben, behoren daarvoor door de CCS, die als waakhond van de onafhankelijkheid van het CBS fungeert, op de vingers te worden getikt.

Dit wil niet zeggen dat de mogelijkheid om statistische gegevens over de toestand van de Staat te verzamelen grenzeloos is. Vanzelfsprekend bestaan hier budgettaire beperkingen. De uiteindelijke keuze welke statistieken wel en welke niet te verzamelen, ligt, op voorspraak van de leiding van het CBS, in handen van de CCS. De budgettaire beperking maakt de keuze moeilijk, want er is, via allerlei lobbygroepen, altijd meer behoefte aan statistische gegevens dan dat er met de beschikbare budgetten aangeboden kan worden.¹⁴ Bovendien betekent vernieuwing van de statistieken dat oude statistieken geschrapt dienen te worden. Het in december 2003 gepubliceerde *Meerjarenprogramma* van het CBS over de periode 2004-2008 geeft aan waar de prioriteiten voor de komende jaren liggen. In de eerste plaats betreft dit het in beeld brengen van de sociale dynamiek. Daartoe wordt het zogeheten Sociaal Statistisch Bestand (SSB) geconstrueerd waarmee longitudinale informatie over huishoudens-, inkomens- en arbeidsmarktdynamiek wordt verkregen op basis van gekoppelde gegevensbestanden. Een tweede prioriteit bij de vernieuwing is de professionalisering van de infrastructuur voor microgegevens. Daarbij gaat het om microbestanden te doen samenstellen die aan de wensen van grote groepen gebruikers tegemoetkomen. Een derde prioriteit betreft extra aandacht voor lange tijdreeksen. Hiermee zijn wij weer terug bij de oude band tussen statistiek en staathuishoudkunde. Bij econometrische analyses, zoals in de modellen van het CPB, bestaat namelijk een duidelijke behoefte aan dergelijke lange tijdreeksen.

Besluit

Statistiek en staathuishoudkunde hebben dezelfde oorsprong, namelijk de beschrijving van de toestand van de Staat, en daarom ook een gemeenschappelijke geschiedenis. Tegenwoordig wordt alom onderkend dat het verzamelen van statistische gegevens, vanwege het publieke karakter ervan, een taak van de overheid is. Wel dient die overheidstaak aan een zelfstandige instelling, zoals in Nederland het CBS, te worden uitbesteed. In de 19de eeuw heeft het heel lang geduurd voordat de overheid deze taak op zich nam. Jarenlang vormde de Vereeniging voor Statistiek een lobbygroep voor het verzamelen van statistische gegevens op macro-niveau. Het gebeurde vooral vanuit het staathuishoudkundig perspectief. De mathematische statistiek, de kerndiscipline van de huidige VVS, bleef in deze discussies lange tijd buiten beeld. Momenteel berust de economische beleidsanalyse echter op allerhande geavanceerde statistische technieken. Staathuishoudkunde en statistiek zijn tegenwoordig ook in die zin onlosmakelijk met elkaar verbonden. Wel verschuiven de accenten. Zo wordt nu veel meer dan vroeger gebruik gemaakt van longitudinale, gekoppelde micro-economische gegevensbestanden om individueel gedrag te beschrijven. Daarnaast wordt het steeds belangrijker om over goede methoden en statistische gegevens te beschikken voor het evaluatieonderzoek naar de effectiviteit van beleidsmaatregelen. Kortom: de band tussen statistiek en staathuishoudkunde vernieuwt zich voortdurend.

NOTEN

1. Zie b.v. C.J.H. Jansen (2002) The teaching of statistics in the eighteenth century at the law faculties of the Republic of the United Provinces, in P.M.M. Klep and I.H. Stamhuis (eds.), *The statistical mind in a pre-statistical era: the Netherlands 1750-1850*. Amsterdam: Aksant, 149-170.
2. I.H. Stamhuis, 1989, *'Cijfers en aequaties' en kennis der staatskrachten; Statistiek in Nederland in de 19e eeuw*. Amsterdam: Rodopie.

3. Zie J. Mooy (1994) *Denken over welvaart, Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde, 1849-1994*, Utrecht: Lemma; het navolgende is in belangrijke mate aan deze geschiedschrijving van de KVS ontleend.
4. Zie hiervoor I.H. Stamhuis (2002) *Vereeniging voor de Statistiek (VVS)*, een gezelschap van juristen, *STATOR* 3, nr. 2, 13-17.
5. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 2003, 516 Wet van 20 november 2003, houdende vaststelling van een wet op het Centraal Bureau voor de Statistiek (Wet op het Centraal Bureau voor de Statistiek).
6. Zie Stamhuis, 1989, Op. cit.
7. Zie Mooy, 1994, Op. cit., p. 85 e.v.
8. Zie M.S. Morgan (1990) *The History of Econometric Ideas*. Cambridge: Cambridge University Press.
9. Voor een overzicht en geschiedenis zie: W.F.M. de Vries et al. (red.) 1993, *The Value Added of National Accounting*. Voorburg/Heerlen: CBS
10. J.Tinbergen, 1936, Kan hier te lande, al dan niet na overheidsingrijpen, een verbetering van de binnenlandse conjunctuur intreden, ook zonder verbetering van onze exportpositie?, in: *Prae-adviezen van de Vereeniging voor de Staathuishoudkunde en de Statistiek*. 's-Gravenhage: Martinus Nijhoff, 62-108.
12. Zie F.A.G. den Butter (2003). Modelmatige beleidsanalyse; constanten en veranderingen in de afgelopen 25 jaar. *Tijdschrift voor Politieke Economie*, 25, nr.1, 30-50.
13. J.J. Graafland, en A.P. Ros (red.). (2003) *Economic Assessment of Election Programmes; Does it make sense?* Boston/Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
14. Zie hierover de toespraak van de huidige CCS-voorzitter Korteweg tijdens het afscheidsymposium voor de Directeur Generaal van de Statistiek, Van Noort, op 18 december 2003. Deze is samengevat in *Signaal*, 13, nr.1, 4-5.
15. Zie voor een inventarisatie van de statistiekbehoefte door een aantal prominente statistiekgebruikers: Centraal Bureau voor de Statistiek (2003) *Sturen op Statistieken; Visies uit de samenleving*. Voorburg/Heerlen: CBS.

FRANK A.G. DEN BUTTER is hoogleraar *Algemene Economie*, Vrije Universiteit Amsterdam, tot 2005 lid van de CCS en in de periode 1997-2003 voorzitter van de Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde. E-mailadres: <fbutter@feweb.vu.nl>. Met dank aan Joris Nobel voor nuttige opmerkingen bij een eerdere versie van dit artikel.

column

HORA EST

ONNO BOXMA

De deur van de zaal gaat open. Een man in toga en met een lange staf komt duidelijk hoorbaar naar voren wandelen. De promovendus perst er nog een paar zinnen uit, met een blik op de staf. Dan dreunt de staf op de grond, en klinkt het: 'Hora est.' Het is tijd, de wetenschappelijke discussie wordt bruto afgebroken.

Voor veel *STATOR*-lezers was de verdediging van hun proefschrift een bijzonder uur in hun leven, en voor de universiteit blijft een promotie ook een mijlpaal, al is promoveren niet meer zo'n zeldzaamheid (aan 'mijn' universiteit vonden in 2004 143 promoties plaats, tegen 46 in 1984 en 13 in 1964).

Ceremonie

Ik heb altijd wat gemengde gevoelens gehad over de gang van zaken bij de Nederlandse promotie. Enerzijds is er een gevoel van trots over het hoge niveau van de Nederlandse wiskundeproefschriften. We doen er relatief lang over, maar dan heb je ook wat. Ook door de verpakking in een mooi boekje en de grote oplage springt het Nederlandse proefschrift er uit. Menigeen zal nog wel een doos met 50 proefschriften op zolder hebben staan, maar als ik een buitenlandse kansrekenaar of besliskundige bezoek, kom ik tien tegen één in zijn boekenkast Nederlandse proefschriften tegen.



Anderzijds denk ik soms dat onze promotie uit de tijd is. Elitair en pompeus: die toga's, dat rok-kostuum, de paranimfen, de strakke regels over de samenstelling van de promotiecommissie, en het uitsluiten van UHD's als promotor. Dat decorum draagt er wel toe bij, dat de promotiedag een heel bijzondere is in het leven van de promovendus en diens familie. De uitsluiting van de UHD is echter iets waaraan wat mij betreft mag worden getornd. Als je ziet welke eisen we volgens de UFO stellen aan UHD's, en hoe vaak een UHD tegenwoordig de dagelijkse begeleider is van een promovendus, dan is er veel voor te zeggen de UHD promotierecht te geven.

Maar waar ik altijd de meeste moeite mee heb, is de vermenging van examen en feestelijke ceremonie. Ten overstaan van familie en vrienden wordt de AIO aan de tand gevoeld. Eerst laat een commissielid merken dat er veel zaken zijn waarvan de promovendus eigenlijk nog niets heeft begrepen, en een half uur later vertelt de promotor hoe geweldig het werk van de jonge doctor is. Bij zulke gelegenheden heb ik vaak gedacht dat het beter zou zijn als het 'examen' besloten zou zijn, voorafgegaan door een echte lezing, en niet halverwege afgekapt door de pedel. Maar als ik dan na afloop trotse familieleden sprak die hadden genoten van de hele ambiance en die vereerd waren dat diverse professoren tijdens de discussie tegen hun knappe zoon of dochter gezegd hadden: 'Graag wil ik daar nog eens met u over van gedachten wisselen', dan begreep ik dat – gelukkig – zonder ondertiteling heel wat scherpe kantjes van de ondervraging verloren gaan.

Een promotie met de Franse slag

Deze bespiegelingen kwamen bij me op in de Thalys, op de terugreis van een promotie in Parijs.

Ik kijk nu toch weer positiever tegen ons promotiesysteem aan. De promotie begon 's ochtends om elf uur. Ik had mijn pak voor huwelijken en begrafenissen aangedaan, maar zowel promotor

(geen hoogleraar overigens) als promovendus was in trui. De promovendus gaf eerst een lezing van 50 minuten, in een rommelig instructiezaaltje met ongeveer 40 toehoorders, waaronder zijn uit Tunesië overgekomen ouders. De lezing was in het Frans. Nu doe ik ook bij Engelse en Nederlandse lezingen net of ik het snap, maar dan kan ik de spreker meestal nog wel verstaan. Hier kon ik dat nauwelijks, maar het gekke was dat de lezing wel goed te volgen was. De slides waren met zorg gemaakt, en de spreker liep de belangrijkste modellen en resultaten van het proefschrift rustig en systematisch langs, zodat ik alles min of meer herkende. Er was zelfs tijd om me af te vragen wat de afkorting PAPS eigenlijk betekent (onder degenen die het juiste antwoord weten, FIFO, verloot de redactie 10 exemplaren uit de doos proefschriften op mijn zolder). Direct na de lezing volgde een rondje vragen van de op de voorste rij gezeten commissieleden. Dat liep rommeliger dan 'thuis', en mijn indruk was dat de commissie betrekkelijk weinig tijd in de voorbereiding had gestoken.

Daarna volgde een interessant gedeelte, namelijk de beraadslaging. We trokken ons terug in een ander morsig instructiezaaltje, maar het belang van de beraadslaging was veel groter dan van die in Nederland. We werden namelijk geacht gezamenlijk een rapport te produceren, dat in het dossier van de promovendus zou worden opgeborgen om bij sollicitaties geraadpleegd te kunnen worden. De voorzitter produceerde enige Franse zinnen, las die voor, kreeg verbeteringen gesuggereerd, enz. Omdat meer subtiliteit in nuances was vereist dan tussen *mauvais* en *bon*, was mijn bijdrage in dit geheel verwaarloosbaar. De anderen waren na 40 minuten tevreden, waarna de voorzitter de gemaakte tekst aan de promovendus en zijn aanhang voorlas. En toen was het tijd -- maar ik miste het Hora est.

ONNO BOXMA is hoogleraar Stochastische Besliskunde bij de Faculteit Wiskunde en Informatica van de TU Eindhoven. E-mail: <boxma@win.tue.nl>.

Consultants in de kwantitatieve methoden

Zilveren jubileum CQM

Naar aanleiding van het 25-jarig bestaan van CQM heeft de *STATOR*-redactie Jos de Kroon, de founding father van CQM, gevraagd om een artikel te schrijven. Hij heeft daar op de hem kenmerkende, bevlogen, wijze gevolg aan gegeven. In bijgaand artikel beschrijft hij de positie van consultants in de kwantitatieve methoden in Nederland.

JOS DE KROON

Op 1 december 1979 werd CQM formeel opgericht. Alvorens daarop en op het werk van CQM meer inhoudelijk in te gaan, wil ik in enige grove pennenstreken een ongetwijfeld subjectieve projectie geven van 'klimaat'-aspecten welke het leven van CQM van -5 tot 25 jaar mede hebben beïnvloed. Waar in het vervolg gesproken wordt over Kwantitatieve Methoden (KM), wordt veelal gedacht aan methoden, ontleend aan de Wiskundige Statistiek of Operational Research.

Goeroes prediken 'innovatie' (jaren 60), 'automatisering' (jaren 60 en 70), 'kwaliteit in het bijzonder Total Quality' (jaren 80 en daarna), 'logistieke slogans, zoals JIT' (jaren 80). Vele leidinggevendenden tonen zich allerm minst ongevoelig voor de bevlogen rondreizende goeroes, en blijken bereid daaraan veel geld van het bedrijf en enorm veel tijd van henzelf en de medewerkers te besteden. Minder gemakkelijk laten vele leidinggevendenden zich bewegen om enig geld te besteden aan vakmanschap in de bèta-vakken, die substantieel kunnen bijdragen tot het oplossen van praktische problemen zoals beheers- en beslissingsproblemen.

Zowel bij de overheid als bij onderzoeksinstituten als in de industrie worden capaciteiten op het gebied van de KM-vakken ingekrompen of afgebouwd. Universiteiten volgen de trend en gaan meer en meer leerstoelen definiëren voor thematische onderwerpen, niet steeds gebaseerd op diep wetenschappelijk vakmanschap. Gevolg: vele studenten zwichten voor de verleiding om in plaats van een stevig wetenschappelijk gefundeerde studie te gaan volgen, een academische titel te verwerven door een 'veelbelovende' oppervlakkige studierichting – meer een thema dan een vak – te kiezen.

CQM bestaat uit een groep mensen met een exacte – veelal wiskundige – opleiding op universitair niveau. Zij treden op als adviseurs van opdrachtgevers (de probleemeigenaren, klanten dus) door hen te ondersteunen bij het nauwkeurig en consistent formuleren en structureren van het probleem: wat is het probleem? Waarom? Criteria? Wat is het 'definitie'-gebied, wat zijn de begrenzingsen, welke factoren kunnen een rol spelen, welke daarvan zijn (vooralsnog) onwrikbaar, welke kunnen worden ingesteld, welke



"VERWACHT NIET TE VEEL VAN DIT
GESPREK. DIE KERELS VAN ZO'N
NOODLYDEND BEDRIJFJE ZIJN
ALTIJD STRONTEIGENWIJS"

invloeden moeten worden voorkomen? Wat is de oplossingsruimte?

In samenwerking met de opdrachtgever (klant), zal de KM-adviseur het probleem modelleren, aangeven hoe informatie moet worden verzameld, uitkomsten analyseren, interpreteren, helpen bij het implementeren, om vervolgens zonodig, eventueel verijnd, opnieuw te beginnen.

In 1979 beleefde CQM de genoegdoening binnen Philips als zelfstandige hoofdafdeling te wor-

den erkend, na zich al vele jaren op zakelijke basis succesrijk als interne adviesdienst te hebben gemanifesteerd. In 1992 werd CQM een zelfstandige bv met Philips als enige aandeelhouder, en in 1993 werd CQM een volledig zelfstandige onderneming met het merendeel van het aandelenbezit in handen van de leiding en de medewerkers van het instituut. Philips houdt dan nog gedurende een drietal jaren een klein minderheidsbelang, dat het daarna overdraagt aan leiding en medewerkers van het CQM.

Het verkopen van KM-vakmanschap bleek en blijkt niet eenvoudig te zijn: een klant er van overtuigen dat je met je – in klants ogen – abstracte vak substantieel kunt bijdragen tot oplossing van zijn beheers-, besturings- of beslissingsprobleem vergt naast vakinhoudelijke KM-kennis van modelleren en analyseren het vermogen om in een voor de klant aansprekende taal de essentie en de kracht van de KM-aanpak tot uitdrukking te brengen.

Niet elke goede KM-vakman is daarin even bedreven: de kunst om met verantwoorde beelden de vakinhoudelijke aanpak helder uitéén te zetten is niet elke KM-er van stonde af aan gegeven: de één heeft het meer dan de ander en al doende kan en zal deze vaardigheid groeien. Wordt eenmaal bij enige opdrachtgever (klant) succes geboekt, dan gaat het daarna veel gemakkelijker, de ervaring leert: éénmaal klant van CQM, blijvend klant!

Naast het verwerven van opdrachten – zo is in de loop der jaren gebleken – is ook het verwerven van geschikte medewerkers voor CQM een niet eenvoudige opgave. In verband met het in de eerste alinea vermelde, zal dit geen verbazing wekken. Met een opdrachtenportefeuille, goed gevuld met in hoofdzaak opdrachten afkomstig van Philips-klanten, maakte CQM in 1992/1993 als het ware een vliegende start als zelfstandige onderneming. Het ging goed! In toenemende

mate levert CQM ook gewaardeerde ondersteuning aan niet-Philips klanten.

Met gerechtvaardigde trots kan worden teruggezien op een succesvolle periode van 25 jaar en méér! Het klimaat is niet altijd even gemakkelijk, dat moge duidelijk zijn uit de inleidende alinea's. Vele managers blijven gevoelig voor 'algemene leuzen-consultancy' en blijven bereid daar sloten geld en tijd in te stoppen, aarzelen anderzijds opdrachten te geven aan KM-adviseurs, die op basis van diep geworteld vakmanschap willen werken aan concrete problemen.

Ontegenzeggelijk zijn deze problemen vaak of altijd op te vatten als kwaliteitsproblemen – zeker als het begrip 'kwaliteit' ruim wordt verstaan; veelal betreffen zij de beheersing van de kwaliteit van een proces, een systeem of een product, en hebben zij betrekking op de techniek of logistiek van een operationeel systeem in de maatschappij (bijvoorbeeld verkeersstromen, geldstromen, energie voorziening) of op processen in research, ontwikkeling en productie (industrie, landbouw, enz.). Vandaar dat thema's op de gebieden van kwaliteit en logistiek, ook voor de KM-adviseur, nuttig kunnen zijn bij het 'verkopen' van het vak.

De brug tussen het KM-vak en zijn toepassingsgebied wordt gebouwd. CQM draagt daaraan bij! Het jubilerende CQM verdient een gelukwens! Velen hebben aan het succes van CQM een bijdrage geleverd: klanten en medewerkers. Zij verdienen dank en felicitaties! Graag wil ik leiding en medewerkers van het CQM aanmoedigen vol te houden en op de ingeslagen weg voort te gaan. Ongetwijfeld zullen op den duur in de maatschappij, bij onderzoeksinstellingen, industrie, overheid en ook bij universiteiten de bèta-vakken weer meer en betere aandacht krijgen; ook van de studenten.

Jos de Kroon. E-mail: <pdekroon@open.net>.

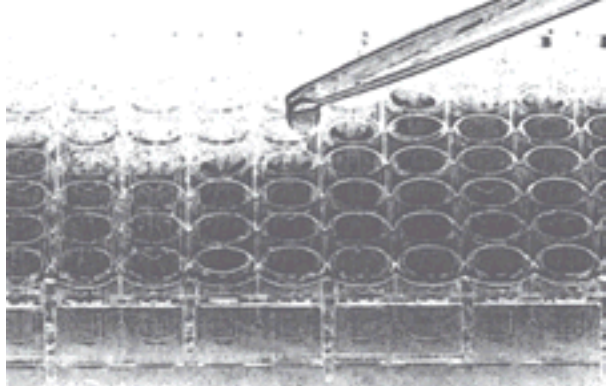
NAWOORD

25 jaar CQM staat ook voor meer dan 25 jaar betrokkenheid van Jos de Kroon. Zonder zijn doorzettingsvermogen zou er in 1979 geen CQM zijn opgericht, zonder zijn doorzettingsvermogen zou er in 1993 geen verzelfstandiging zijn geweest. Van die 25 jaar was Jos ruim 13 jaar directeur en vervolgens 10 jaar commissaris van CQM. Ook nadien is zijn betrokkenheid bij CQM en bij de toepassing van het KM-vak onverminderd. Het bijgaande artikel is daarvan opnieuw een bewijs. Ik neem daarom de gelukwens die Jos richt aan het jubilerende CQM graag in ontvangst, maar wil in de eerste plaats hem daar zelf in betrekken!

Verder wil ik de door de redactie geboden gelegenheid tot het geven van een reactie graag gebruiken om op één punt van zijn artikel nog kort in te gaan. Jos staat uitgebreid stil bij de van tijd tot tijd moeizame erkenning van het KM-vakmanschap bij beslissers in het bedrijfsleven en bij de overheid.

Zonder mijn ogen te sluiten voor de blinde vlekken die bij die beslissers bestaan, ben ik van mening dat we op dat punt in de eerste plaats de hand in eigen boezem moeten durven steken. KM-ers maken zich – overigens net als veel anderen met een technisch vakinhoudelijke achtergrond – nogal eens schuldig aan het aanprijzen van methodiek en aanpak. In plaats van het probleem van de potentiële opdrachtgever centraal te stellen en duidelijk te maken wat de resultaten voor hem zijn. Voor KM-ers een voortdurende spagaat als we ons juist op grond van onze methode denken te moeten onderscheiden van andere probleemoplossers. Te vaak worden boren aangeboden, terwijl de opdrachtgever geïnteresseerd is in gaten! Voor onze opdrachtgevers komt de methode op de tweede of misschien zelfs laatste plaats. Aansluiting bij de voor onze potentiële opdrachtgevers relevante thema's is absoluut noodzakelijk. Alleen door daar resultaten te boeken is erkenning voor het KM-vakmanschap mogelijk. CQM is die uitdaging 25 jaar geleden aangegaan en er is nog veel te doen!

Jaap Praagman (directeur CQM, <praagman@cqm.nl>)



Een eigen register voor biostatistici Vier jaar verder

PAUL KOOPMAN EN THEO STIJNEN

Onder de kop 'Een eigen register voor biostatistici' verscheen in *STATOR* van december 2000 een vraaggesprek met Kit Roes, de voorzitter van de Commissie Registratie Biostatistici (CRB). Na een lange aanloop had het VVS-bestuur eerder in 2000 de CRB geïnstalleerd met als taak een officieel register te beheren dat als kwaliteitswaarde kan dienen. Afnemers van statistische diensten en werkgevers kregen zo de mogelijkheid tot een onafhankelijk oordeel over de kwaliteit en ervaring van de betrokken statisticus. Eind 2000 was de CRB erin geslaagd om in de eerste lichting van het register een kleine zestig biostatistici te registreren.

Inmiddels zijn we vier jaar verder en is het register gegroeid naar ongeveer 120 personen. Als we dat afzetten tegen het aantal van ongeveer 350 leden van de Biometrische Sectie (BMS) van de VVS, is er nu een registratiegraad van 34 procent. Daarbij moet bedacht worden dat een groot deel van de BMS-leden bestaat uit mensen met sterke belangstelling voor de biostatistiek, bijvoorbeeld epidemiologen, zonder dat deze zich als professioneel biostatisticus beschouwen. Ook is een deel niet meer actief als statisticus. Wij hebben de indruk dat een overgrote meerderheid van de BMS-leden die voor registratie in aanmerking komt dit inmiddels heeft aangevraagd. Overigens kan registratie ook worden aangevraagd door niet-BMS/VVS-leden.

Naast activiteiten die gericht waren op het verhogen van de registratiegraad heeft de CRB ook gewerkt aan het vergroten van de bekendheid met de procedure en het register. Aan vele instellingen, bedrijven en organisaties zijn brieven en brochures gestuurd met informatie over de registratie. Zo heeft de Centrale Commissie Mensgebonden Onderzoek registratie als Biostatisticus-VVS toegevoegd als een erkenning die kwalificeert voor methodoloog in een Medisch Ethische Toetsingscommissie. Ook heeft de CRB de BMS-werkgroep Pharmaceutische Statistiek en Data Management (PSDM) aangeschreven en daarbij de verwachting uitgesproken dat het bestuur van PSDM registratie als Biostatisticus-VVS als erkenningseis zal onderschrijven en haar achterban daar dienovereenkomstig over zal informeren. De PSDM heeft destijds sterk aangedrongen op de vorming van een register, mede als uitvloeisel van een rapport van de Europese Federatie van Farmaceutisch Statistici (EFSPI) waarvan de werkgroep lid is.¹ Aan de basis van dat rapport lag een EU-richtlijn dat bij (klinisch) medisch onderzoek een 'gekwalficeerde biostatisticus' betrokken moet zijn.²

Achtergrond

Voor alle details wordt verwezen naar de website van BMS-ANed.³ We lichten de criteria voor registratie er uit. De volgende eisen worden gesteld om voor registratie in aanmerking te komen:

- Een met goed gevolg aan een Nederlandse universiteit afgelegd doctoraal examen, ingenieursexamen, equivalent buitenlands diploma of diploma Statisticus VVS. Daarbij dienen ten minste 42 studiepunten (één studiepunt komt overeen met 40 uren studietijd) statistiek/kansrekening/methodologie van voldoende niveau te zijn behaald of wat hieraan gelijkwaardig is, zulks ter beoordeling van de CRB.
- Daarnaast minstens 5 jaar praktische ervaring, waarvan minstens 2 jaar met eigen verantwoor-

delijkheid voor het biostatistische werk, op adequaat niveau in de toepassing van biostatistische methoden bij opzet, analyse en rapportage van wetenschappelijk onderzoek op medisch, biologisch of landbouwkundig gebied.

- Voor registratie komen ook in aanmerking personen met 10 jaar praktische ervaring op adequaat niveau met acceptabele onderbouwing van kennis omtrent statistische theorie en methoden, vergelijkbaar met bovengenoemde eisen.

Actie

In het tweede kwartaal van 2002 zijn alle farmaceutische bedrijven en Contract Research Organisaties (CRO's) met een afdeling Statistiek aangeschreven met een enquête. In de begeleidende brief geeft het bestuur van PSDM aan dat zij de verwachting van de CRB deelt dat een statisticus, die werkzaam is in of voor de farmaceutische industrie met directe statistische verantwoordelijkheden, zich laat registreren. In de enquête wordt gevraagd naar de mening van het bedrijf hierover, en of de erkenningseis al is ingevoerd. Zo ja, hoe en zo nee, of er wel een plan daarvoor is.

Resultaat

Alle zes farmaceutische bedrijven (AstraZeneca, Chiron, Jansen Cilag, Organon, Solvay Pharmaceuticals en Yamanouchi) hebben in de loop van 2002 gereageerd. Samen hebben deze bedrijven 61 statistici in dienst waarvan er 15 (25%) zijn geregistreerd. Van de drie bedrijven met een grotere statistische staf hebben er twee de erkenningseis ingevoerd. Het derde bedrijf geeft aan dat men er positief tegenover staat maar dat onduidelijkheid over de positie van buitenlandse statistici eerst opgehelderd dient te worden alvorens formele actie te nemen. Een van deze grotere bedrijven geeft tevens aan dat de kwalificatie-eis in beschouwing wordt genomen bij het uitbesteden

van statistisch werk aan CRO's. Van de drie overige, kleinere, bedrijven gaat er een de functie-eisen overeenkomstig aanpassen. De resterende twee bedrijven zien nog onvoldoende de toegevoegde waarde van het registreren.

Ook zes aangeschreven CRO's (BWO Research, Cardialysis, CTO, Imro Tramarko, Kendle en Pharma Bio Research) hebben gereageerd. Deze hebben in totaal 16 statistici in dienst waarvan twee (12%) geregistreerd. De CRO's hebben de erkenningseis nog niet ingevoerd. Twee hebben er geen acties gepland, de overige vier zijn er in meer of mindere mate mee bezig.

Discussie

Het algemene beeld is dat het verschijnsel wortel heeft geschoten. De implementatie is op gang gekomen maar moet nog uitwaaieren. Mede vanwege een relatief groot aantal personen die de benodigde ervaringsjaren nog missen, is het aantal registraties nog niet zo hoog. Het PSDM bestuur is voornemens om in 2005 een follow-up enquête uit te sturen.

Opgemerkt werd nog dat er ook andere vaardigheden dan statistische nodig zijn om goed te kunnen functioneren, iets waar het PSDM bestuur het mee eens is. Hoewel een reactie aangaf de opleidingseisen als te hoog te beschouwen en dat er meer waarde gehecht moest worden aan ervaring, speelde dit niet bij de overige reacties. Ook het PSDM bestuur vindt de eisen adequaat.

Titel

Naar voren kwam ook de vraag of er een officiële titel gevoerd zou kunnen worden door personen in het register. Op dit moment wordt vaak 'Biostatisticus-VVS' gehanteerd. Maar deze aanduiding heeft geen officiële status. Daarover gaat de CRB zich buigen. Punten daarbij zijn de juridische status en een goede afkorting.

Buitenlanders

Daarnaast zijn nog opmerkingen gemaakt over kwalificaties van statistici met een buitenlandse opleiding. Volgens de CRB kunnen langere tijd in Nederland werkzame buitenlanders ook voor deze registratie in aanmerking komen. De CRB acht zich niet in staat op een goede basis alle mogelijke buitenlandse referenten, of buitenlandse opleidingen te kunnen beoordelen op de basis die omschreven staat in de procedure. Het inpas- sen van buitenlandse kwalificaties is dan ook een behoorlijk grote ingreep, die de CRB liever samen ziet gaan met een Europese harmonisatie en samenwerking op dit gebied. Te denken valt aan wederzijdse erkenning van nationale registraties. Via onder meer de EFSPI kan dat mogelijk voor farmaceutisch en/of medisch statistici. De CRB is voornemens hierop actie te ondernemen en met name over het onderwerp van buitenlandse kwalificaties een actieve inbreng te realiseren in de onlangs opnieuw geïnstalleerde EFSPI werkgroep

Qualifications & Training of Pharmaceutical Statisticians. Verheugend is daarom dat Kit Roes, de voorzitter van de CRB, inmiddels is benoemd tot voorzitter van deze nieuwe EFSPI Working Party, die een vervolg moet geven aan het eerder genoemde rapport. ^[1].

Noten

1. Qualified Statisticians in the European Pharmaceutical Industry: Report of a European Federation of Statisticians in the Pharmaceutical Industry (EFSPI) Working Group, *Drug Information Journal*, Vol.33, pp 407-415, 1999.
2. International Conference on Harmonisation. E6: Good Clinical Practice. Geneva, Switzerland, 1997.
3. De site van de VVS <www.vvs-or.nl> onder de biometrische sectie of rechtstreeks <www.bms-aned.nl>.

PAUL KOOPMAN is voorzitter van de werkgroep PSDM en werkzaam bij Solvay Pharmaceuticals te Weesp.

E-mail: <Paul.Koopman@solvay.com>.

THEO STIJNEN is lid van de CRB en hoogleraar biostatistiek bij het Erasmus MC te Rotterdam.

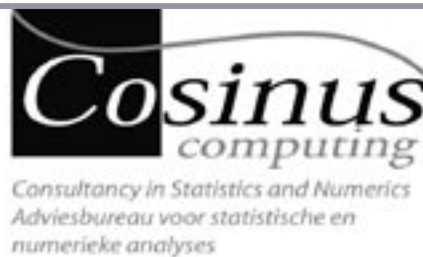
E-mail: <t.stijnen@erasmusmc.nl>.

Geacht VVS lid,

Wij, Cosinus Computing BV, Adviesbureau voor statistische en numerieke analyses, ondersteunen een aantal kwaliteitsprogramma's voor statistische analyses, numerieke verwerking en grafische presentaties.

Wij bieden een zo breed mogelijk pakket van producten voor statistische en numerieke analyses aan. Onlangs hebben wij het product Beyond 20/20 toegevoegd om tegemoet te komen aan uw wensen.

Kijk voor meer informatie over wat wij voor u kunnen betekenen op onze web-site, of neemt u contact met ons op. U treft op onze site informatie aan over de producten Beyond 20/20, EViews, GAUSS, LINDO, OxMetrics, Stata, STATGRAPHICS en de NAG numerieke bibliotheken.



Cosinus Computing BV
Postbus 220, 5150 AE Drunen
e-mail: info@cosinus.nl
telefoon 0416-378125, telefax 0416378 385

www.cosinus.nl



Winnen doe je alleen met een goed aanvalsplan

In het topvolleybal draait het om details. Aan beide kanten van het net staan spelers van een hoog niveau. Daarom moet de voorbereiding perfect zijn en de spelpatronen ingeslepen. Als dat allemaal perfect is, kun je als team presteren. De juiste combinatie van talent, voorbereiding en volharding geven de doorslag.

Dezelfde voorwaarden gelden in het bedrijfsleven. Ook daar vragen complexe planningsvraagstukken om intelligente oplossingen. ORTEC analyseert het probleem tot in detail en komt daarna met een doeltreffende strategie. Hierbij streven we naar een optimaal bedrijfsproces. Dat stelt onze klanten in staat aanzienlijke besparingen te boeken en precies op tijd hun slag te slaan.

Onze planningsoftware wordt wereldwijd gebruikt. En eigenlijk is dat niet zo vreemd. Onze producten en diensten zijn immers niet alleen goed doordacht. Ze zijn er vooral op gericht om u ermee te laten scoren.

Meer weten? Kijk op www.ortec.nl