

## HOOFDSTUK ACHT

### STATISTIEK

#### 8.1 Mathematische Statistiek

G. Alberts

#### 8.2 De Statistische Afdeling

G. Alberts

#### 8.3 De profeet, de missionaris en de handelsreiziger

- interview met J. Hemelrijk door R.D. Gill en W. Mettrop -

#### 8.4 Consultaties aan de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum

W. Mettrop

#### 8.5 De Wereldveranderaars

- interview met J. Sittig door W. Mettrop -

## 8.1 Waarschijnlijkheidstheoretische modellen

G. Alberts

De Statistische Afdeling is een geval apart. Hier slaat de wiskunde-beoefening voor Nederland nieuwe wegen in. Van Dantzig zet zijn eigen lijnen uit, zodat zijn afdeling soms een afzonderlijk en uitzonderlijk leven lijkt te leiden.

Toch is juist deze afdeling exemplarisch voor het Mathematisch Centrum omdat hier de achterliggende ideeën ten volle tot hun recht komen. Dat wat we in de Afdeling Toegepaste Wiskunde niet van de grond zagen komen, gebeurt hier wel. Het is dan ook deze afdeling die in de jaren vijftig uitgroeit tot de grootste van het MC. Niet toevallig, het is tenslotte de afdeling van Van Dantzig, die ook het basisconcept voor het instituut had ingebracht. Of ze ook de grootste waardering oogst, is een heel andere vraag. Niet iedereen, ook binnen het MC, had immers evenveel bewondering voor deze tak van wiskunde. We komen in het slothoofdstuk terug op de vraag in hoeverre deze afdeling op lange termijn representatief is voor het Mathematisch Centrum.

De mathematische statistiek laat duidelijk de inbedding van de veranderende wiskunde-beoefening in de maatschappelijke context zien: parallelle ontwikkelingen, directe contacten en opdrachten. Deze inbedding willen we in dit hoofdstuk laten zien; met name de opdrachten, in casu statistische consultaties, worden nader beschouwd. Ter inleiding enige opmerkingen over de ontwikkeling van de mathematische statistiek.

Wat de statistiek zelf betreft, er is in Nederland een lange traditie van beschrijvende statistiek. Beschrijvende statistiek werd bedreven in het bedrijfsleven en door de overheid, in het bijzonder door het Centraal Bureau voor de Statistiek. Dit betreft echter *de* statistiek, ook wel aangeduid als empirische, verzamelende of beschrijvende statistiek en heeft in eerste aanleg weinig te maken met mathematische statistiek. Bij nadere beschouwing is in de bedrijfsstatistiek, de economische statistiek en in de demografische en

sociografische statistiek vanaf de jaren dertig een intensivering van het gebruik van wiskundige technieken waarneembaar, bijvoorbeeld in het opstellen van Nationale Rekeningen door het CBS, vanaf 1938,<sup>1</sup> of in de herziene druk van het *Handboek der bedrijfseconomische statistiek* van Stridiron uit 1943.<sup>2</sup> De verbinding van deze empirische traditie met de mathematische statistiek werd pas bezegeld in de fusie in 1950 van de Nederlandse Vereniging voor de Statistiek - de club van CBS-statistici -, met de Vereniging voor Statistiek, de VVS. In de VVS hadden de bedrijfsstatistici, die zich met onderwerpen als kwaliteitscontrole en statistiek van steekproeven bezighielden, al in 1945 de aansluiting gezocht en gevonden met de wiskunde.

Mathematische statistiek wordt in de jaren dertig slechts op enkele plaatsen bestudeerd en onderwezen. Het meest uitgebreid en expliciet bij Van Uven aan de Landbouwhogeschool in Wageningen. Diens statistiek van proefopzetten voor landbouwkundig en biologisch onderzoek is verwant aan het veel bekendere werk van de Engelsman R.A. Fisher, maar strenger van mathematische opbouw.<sup>3</sup> Fysici, en sterker nog astronomen en geodeten, begaven zich op het terrein van de mathematische statistiek om tot een systematische behandeling van waarnemingsonnauwkeurigheden te komen. Sterrekundigen als Kaptein en Zernike gingen hierin zo ver, dat ze colleges statistiek gaven. Tenslotte konden al voor de oorlog colleges mathematische statistiek volgen bij de econometristen J. Tinbergen en Tj. Koopmans in Rotterdam.

Tussen deze drie groepen bestond weinig of geen contact, wel een gemeenschappelijk kenmerk. Mathematische Statistiek is in al deze gevallen een leer van het schatten: het zo nauwkerig mogelijk bepalen van de 'ware' waarde van een grootte. Alsof die ware waarde steeds zou bestaan, op enig niveau van werkelijkheid. Voorondersteld in dit schatten is een eenduidige correspondentie tussen wiskundige beschrijving en werkelijkheid en een daarop gebaseerde uitwisselbaarheid van berekend resultaat en empirisch gegeven. Zeker, mensen als Tinbergen en Van Uven waren zich terdege bewust van het onderscheid tussen wiskunde en werkelijkheid, waarschuwden er ook tegen beide door elkaar te halen; maar de relatie die in het schatten tussen beide wordt gelegd, tussen wiskunde en werkelijkheid, is die van enkelvoudig meten.

Van Dantzig maakt in 1946 een begin met een moderner gebruik van statistiek, het toetsen. In het toetsen is de pretentie van het benaderen van een werkelijke of ware waarde verlaten, het gaat nu om het doen van 'uitspraken - behoudens - zekere - onbetrouwbaarheid'. De 'uitspraken - behoudens' worden wel geacht in enige relatie tot de werkelijkheid te staan, maar het voorbehoud wordt juist gemaakt ten aanzien van een vroeger als strikte correspondentie opgevatte relatie wiskunde-werkelijkheid. De uitspraak over de werkelijkheid is nu betrekkelijk, relatief aan zekere betrouwbaarheidsgrenzen. Dat is zelf een nieuwe

1. Vergelijk [Nooteboom 1978]

2. [Stridiron 1943]

3. [Uven 1935]; [Fisher 1925, 1935]

mathematische uitspraak. De overeenstemming tussen wiskunde en empirie wordt nu op een hoger niveau gezocht.

Toepassen van statistiek wordt het toetsen van hypothesen binnen een waarschijnlijkheidstheoretisch model, zoals Van Dantzig het uitdrukt. Dit is een nieuwe manier van toepassen van wiskunde die ook binnen de mathematische statistiek nieuwe ontwikkelingen vraagt. Van Dantzig en zijn leerlingen leveren hun bijdragen in het bijzonder op het gebied van de parameter vrije methoden, niet direct het meest centrale gebied in de nieuwe ontwikkelingen. De nieuwe ontwikkelingen in de mathematische statistiek, waar Van Dantzig bij aansluit, zijn ingezet met name door de Engelsman Pearson. Op het gebied van de grondslagen van de statistiek laat hij zich vooral inspireren door Von Mises, Reichenbach en Von Neurath. Met de laatste was hij persoonlijk bevriend. Aangespoord door Kolmogorovs axiomatisering van de waarschijnlijkheidsrekening vatten deze mensen statistiek op als toegepaste waarschijnlijkheidsrekening. Van Dantzig relativeert deze opvatting in zoverre, dat hij wijst op de noodzaak van een empiristische fundering naast een formeel axiomatisch systeem. Om de relatie tussen wiskundige beschouwing en empirie aan te geven gebruikt hij vanaf 1945 het begrip wiskundig model. Hij ziet, zoals aangegeven in hoofdstuk 2, deze nieuwe aanpak overigens geenszins beperkt tot het toepassen van statistiek.

Van cruciaal belang is de nieuwe wijze van toepassen van wiskunde, toetsen in plaats van schatten. Waar vroeger een schatting werd gemaakt, waar de mathematische statistiek een schattingsleer was, daar wordt nu een schatter opgesteld en die wordt getoetst. Een schatter is een stochast, een wiskundig object. Kunnen we 'schatting' beschouwen als een begrip uit de gewone taal, in de betekenis van benadering, een 'schatter', in het bijzonder 'zuivere schatter', is een wiskundig begrip uit de schattingstheorie die een onderdeel is van de tegenwoordige mathematische statistiek.<sup>4</sup> Waren voor het maken van schattingen bepaalde wiskundige technieken nodig, voor het toetsen is een samenhangend wiskundig model vereist.

De 'uitspraken - behoudens - zekere - onbetrouwbaarheid' maken een voorbehoud ten aanzien van de relatie tussen wiskunde en werkelijkheid. In vergelijking met de in het schatten gemaakte veronderstelling van een strikte correspondentie tussen beide is hier de relatie expliciet gesteld en gethematiseerd. Ten eerste heeft dit zelf weer een wiskundige neerslag, ten tweede zijn andere relaties dan de strikte correspondentie mogelijk geworden.

Ten eerste, de reflectie op de vroegere verhouding wiskunde-werkelijkheid wordt tevens omgezet in wiskunde. De wiskundige verwoording van 'schatting in haar relatie tot (de empirische grootheid)' wordt 'schatter met betrouwbaarheidsinterval', die een hypothese is over de empirische grootheid.

4. Overigens kan inmiddels hetzelfde opgemerkt worden over toetsing. Destijds, 1946, een toetsingsleer, inmiddels is een toets een mathematisch begrip. Het onderzoek naar parameter vrije methoden kan beschouwd worden als een bijdrage aan de opbouw van een toetsingstheorie.

Het betrouwbaarheidsinterval is de mathematische reflecte van de relatie tussen schatting en empirische grootheid. Wanneer zo het schatten in de wiskunde is opgenomen, ontstaat er één niveau hoger een nieuwe verhouding tussen wiskunde en werkelijkheid, die van het toetsen. Men kan, terugredenerend, het schatten beschouwen als het invullen van een gegeven in een vaststaand, en veelal impliciet blijvend, model. Bij het toetsen, daarentegen, staat het *wiskundig model*, in casu waarschijnlijkheidstheoretisch model, voorop. Aan dit model wordt de hypothese ontleend. Men toetst, aldus van Dantzig, als het ware het hele model.

Ten tweede, men zoekt in het toetsen opnieuw naar overeenstemming tussen wiskunde en werkelijkheid, maar nu een niveau hoger, overeenstemming tussen wiskundig model en empirische toedracht. De gezochte overeenstemming kan opnieuw strikte correspondentie zijn, zoals in de frequentistische interpretatie van het toetsen, noodzakelijk is dat niet - nu eenmaal over die relatie is nagedacht -. Zo wordt in simulatie en bij black-box modellen gewerkt met veel lossere vormen van overeenstemming tussen model en empirie. Lossere overeenstemming betekent niet partiële correspondentie - de correspondentie is altijd partieel -; het houdt in: overeenstemming die geregeerd wordt door andere criteria dan het waarheidskriterium. Met name nut of functionaliteit zijn alternatieve criteria voor de relatie tussen model en empirie. Het wiskundig modelleren biedt de vrijheid om economisch nut als zodanig<sup>5</sup> te incorporeren - niet in de wiskunde! maar - in de relatie tussen model en werkelijkheid. Hoewel Van Dantzig het economisch nut van toepassingen van wiskunde bepleitte, heeft hij deze weg nooit bewandeld. Hij heeft nooit de vrijheid genomen in het toepassen zelf een ander dan het waarheidskriterium aan te leggen.<sup>6</sup> Bij Timman zagen we in het vorige hoofdstuk wel een voorzichtige aanzet in die richting:

‘Ook de door de mathematicus gestelde strenge eisen van nauwkeurigheid blijven veelal achterwege, de nauwkeurigheid van de uitkomsten behoeft in principe niet groter te zijn dan de nauwkeurigheid, waarmee de constructeur zijn bouwsels kan maken’.

Dit citaat toont een pragmatisch of, zo men wil, functionalistisch criterium. Ook economische criteria spelen mee:

‘...dat een snel en gemakkelijk te verkrijgen resultaat, dat minder nauwkeurig is, dikwijls verkozen wordt boven een strenge, door moeizame berekeningen verkregen oplossing. In de techniek speelt het geld, en daarmee de tijd, een grote rol, hoezeer dit de researchwerker dikwijls ter harte gaat!’<sup>7</sup>

5. Bedoeld is hier uitdrukkelijk niet het modelleren van het economisch nut, zoals bijvoorbeeld in het lineair programmeren, waar men spreekt van de doel- of nutsfunctie. In zulke mathematische abstracties van een concreet nut speelt het nut als nut geen rol.

6. In het consultatievoorbeeld hierna, paragraaf 8.4, zien we dat ook in de statistische consultatie waarheid in concurrentie treedt met andere criteria.

7. [Timman 1952: p. 11, 12]; zie paragraaf 7.2. Timmans aanzet is voorzichtig in de zin dat waar-

Het bijzondere, en in zekere zin het beperkte, aan de parameter vrije methoden, waarnaar Van Dantzig en zijn leerlingen onderzoek verrichten, is, dat de hier gezochte overeenstemming tussen model en werkelijkheid strikt eenduidige correspondentie is. Er wordt weinig geëist in deze modellen, geen veronderstellingen omtrent de parameters van de verdelingsfuncties. Maar van wat er verondersteld is, wordt strikte correspondentie met de werkelijkheid - met andere woorden 'waarheid' - geëist. Curieus is dit minimale beroep op de waarschijnlijkheidsrekening voor iemand die de statistiek als toegepaste waarschijnlijkheidsrekening wil zien. Opmerkelijk ook is het om de vrijheid in het toepassen van wiskunde te zoeken in vergaande abstractie, in de parameter vrijheid die het voordeel van de algemeenheid biedt. Opmerkelijk is dit naast het gegeven dat Van Dantzig het wiskundig modelleren introduceerde, dat in een andere dimensie, namelijk in de relatie wiskunde-werkelijkheid, zoveel te kiezen biedt. Het is opmerkelijk, maar wel begrijpelijk in samenhang met de aangehangen frequentistische opvatting van statistiek, volgens welke men geneigd is om waarschijnlijkheidstheoretische uitspraken letterlijk te nemen:

'Als ik nu opnieuw 100 vogelsnavels meet, dan ...'

Terwijl de overgang naar wiskundig modelleren de mogelijkheid opende van diverse vormen van overeenstemming tussen wiskunde en werkelijkheid, hielden Van Dantzig en de zijnen vast aan die ene bekende, en beperkte, vorm: waarheid.

heid het overgrijpend criterium blijft - getuige het woord 'nauwkeurig' -, waarop enigszins wordt toegegeven.