

OVER DE MATHEMATIES-STATISTIESE METHODEN VOOR KONJUNKTUURONDERZOEK.

Door J. TINBERGEN.

Bij de groeiende belangstelling die er bestaat voor het konjunktuuronderzoek en de zgn. economiese barometers is het van belang, zich een denkbeeld te vormen van de principiëel-metho-
diese vragen die daarbij optreden. Dit klemmt des te meer omdat het konjunktuuronderzoek de combinatie vraagt van economies en wiskundig werk, waarvoor de vaardigheden dikwels niet in één persoon verenigd zijn; wat een onvolledige kennis van het ene of het andere gebied ten gevolge heeft. De geheimzinnigheid der wiskundige symbolen bevordert het juiste begrip der bewerkingen voor de buitenstaander niet. In het volgende zullen daarom de voornaamste principes van het mathematies-statisties konjunktuuronderzoek zonder formules besproken worden.

Het opbouwen van de economiese barometer, zoals dat tegenwoordig gedaan wordt door de instituten voor konjunktuuronderzoek, bv. in de Verenigde Staten (Harvard Economic Service) en Duitsland (Institut für Konjunkturforschung), geschiedt in grote trekken aldus: men beschikt over de voornaamste economiese gegevens (koersen van effecten, rentestanden voor korte en lange kredieten, deposito's, beleningen, beursomzetten, prijzen, produktiecijfers) voor een periode die enige economiese cykli omvat (bv. 1896—1913). Men konstateert dat verschillende dier grootheden, grafies voorgesteld, lijnen opleveren, die nagenoeg parallel lopen en men verenigt zulke lijnen tot één enkele; daardoor houdt men nog slechts enkele hoofdtypen van lijnen over en het stelsel van die lijnen (A. Effectenmarkt, B. Warenmarkt en C. Geldmarkt) vormt de vergelijkingsbasis voor de tegenwoordige tijd, waarvoor men dezelfde lijnen konstrueert. In Duitsland heeft men, overeenkomstig de theoretiese Duitse aanleg, uit die waargenomen lijnen der twee vooroorlogse cykli een „schema van het konjunktuurverloop” gekonstrueerd; in Amerika vergelijkt men eenvoudig

met de waarnemingen van vroeger. De voornaamste trekken van het beeld dat men krijgt, zijn: in de depressieperiode is er een tijd dat alle drie de genoemde hoofdlijnen laag lopen. Eén voor één gaan ze stijgen; eerst de effektenmarkt, dan de warenmarkt en ten slotte de geldmarkt; in die volgorde bereiken ze ook hun toppen en dalen ze weer af. In elke fase van de cyclus is er daarom een *karacteristieke onderlinge ligging* der drie lijnen; gedurende de herstelperiode bv. stijgen ze alle drie, de effektenmarkt vooral, gevolgd door resp. de warenmarkt en de geldmarkt; in de spanningsperiode is de effektenmarkt al aan 't dalen, de warenmarkt op zijn hoogtepunt en de geldmarkt nog aan 't oplopen. In de crisis bereikt ook deze zijn hoogtepunt en dalen de twee andere, terwijl die in de depressie op hun minimum zijn en de geldmarkt nog dalende is. Door op elk tijdstip de loop der lijnen na te gaan en te vergelijken met deze schemalijnen of lijnen van vroegere perioden kan men dan besluiten in welke fase het ekonomies leven zich bevindt en welke verwachtingen men koesteren kan omtrent het verdere verloop in de naaste toekomst. Het beeld van de konjunktuurcyclus perfektioneert men nog door van andere grootheden (werkloosheid, lonen, prijzen van speciale groepen van waren; in- en uitvoer) het gedrag gedurende de cyclus waar te nemen.

Ook in Nederland is het Centraal Buro v. d. Statistiek thans bezig met het verzamelen en bewerken van konjunktuurgegevens ¹⁾.

Het zoeken naar verband tussen lijnen neemt bij de konstruktie van zo'n ekonomiese barometer dus een belangrijke plaats in; en niet alleen hierbij; een groot deel van het inductief kwantitatief ekonomies onderzoek zal op deze wijze moeten geschieden, daar men nu eenmaal in de ekonomie niet als in de natuurkunde, proeven kan doen; en alleen *in de loop van de tijd* verschillende met elkaar vergelijkbare toestanden beleeft.

In het volgende zullen we op enkele punten van deze wijze van onderzoek nader ingaan en tevens een meningsverschil bespreken dat in de laatste tijd over een der daarbij gebruikte methoden gerezen is. Als niet tot ons onderwerp behorend schakelen we uit de vraag hoe verschillende reeksen verkregen worden, waaronder

¹⁾ Men vergelijke de laatste jaargangen van de „Conjunctuurlijnen” welke als bijvoegsel van de Sociaal Econ. Kroniek, worden uitgegeven door het Centraal Buro voor de Statistiek.

de vraag of de waargenomen verschijnselen representatief te achten zijn; dergelijke kwesties zijn reeds breedvoerig behandeld in vele publikaties over indexcijfers. Van direkt belang zijn ze voor ons nu niet.

Het verloop met de tijd van een bepaalde economische grootheid (een indexcijfer der werkloosheid, een produktie- of verkeerscijfer, enz.) duiden we aan met: een economische reeks. Economische reeksen worden grafies voorgesteld door gebroken lijnen. Verband tussen de voorgestelde grootheden zal zich uiten door verband tussen die lijnen; een zuiver „eenduidig”²⁾ verband zou eisen dat telkens als de ene grootheid een bepaalde waarde aanneemt, ook de andere een bepaalde waarde aanneemt; dat daardoor — in 't algemeen — de bewegingen van de ene lijn zich weerspiegelen in de andere. Ze zullen samen stijgen en dalen, of als de ene stijgt zal de andere dalen en omgekeerd. Is er geen zuiver eenduidig verband, maar toch enig verband, dan zal een neiging tot samengaan bestaan.

Men heeft bij dit onderzoek de gewoonte om die lijnen een bepaald, voor elke lijn verschillend, nulnivo en een bepaalde eenheidsmaat te geven. Als nulnivo neemt men het gemiddelde over een bepaalde basisperiode. Daar het steeds gaat om het vergelijken van veranderingen heeft de eigenlike waarde van dat gemiddelde niet zo veel belang. Omdat verder de ene grootheid een andere elasticiteit kan vertonen dan de andere (tussen wijdere grenzen schommelt), neemt men de maat zó dat de middelbare afwijking³⁾ voor beide gelijk en wel 1 is.

Heeft men de lijnen aldus omgerekend („op standaarddeviatie gebracht”), dan heeft men ze tenminste de gelegenheid gegeven om elkaar volkomen te bedekken — bij lijnen met verschillende basis en verschillende middelbare afwijking is dat uiteraard onmogelijk. Een voor de hand liggende en veelvuldig gebruikte methode is nu dat men door op elkaar leggen van de lijnen eenvoudig visueel nagaat of er bedekking plaats heeft. Volgen ze elkaars bewegingen minder of meer, dan besluit men tot een lossere of nauwere verband.

²⁾ Men noemt een verband „eenduidig” als bij een zekere waarde van de ene grootheid een *bepaalde* waarde van de andere grootheid behoort.

³⁾ Middelbare afwijking = „standaarddeviate” = wortel uit het gemiddelde kwadraat der afwijkingen van het nulnivo. Men heeft het kwadraat genomen, om zodoende de negatieve met de positieve afwijkingen te doen vernietigen.

Dit verband kan zich overigens tonen zowel in de lijnen zelf als bv. in de lijnen nadat ze ontdaan zijn van seizoenschommelingen of sekulaire beweging. Over de methoden die hiervoor gebruikt worden spreken we verder niet, daar ze slechts in een zijdelings verband staan met ons onderwerp. In 't algemeen kan men zeggen dat het uitschakelen daarvan de betekenis heeft van het afsplitsen van invloeden met bekende oorzaken (i. c. het klimaat en de langzaam-ontwikkellende krachten als bevolkingstoename, nieuwe techniek, enz.).

Geheel aansluitend bij de gedachtengang van dit visuele onderzoek en dit verrijnend en verdiepend heeft men een wiskundige theorie opgebouwd, de zgn. *korrelatietheorie*, waarvan het voornaamste praktische resultaat is, dat ze een koëfficiënt leert berekenen, de *korrelatiekoëfficiënt*, die een geschikte index is voor de mate van verband die er bestaat tussen twee grootheden. Deze korrelatiekoëfficiënt, meestal voorgesteld door r , heeft de volgende eigenschappen:

1o. als de twee reeksen elkaar geheel bedekken is $r = 1$.

2o. als ze volkomen tegengesteld verlopen (dus elkaar bedekken als men van een der reeksen alle tekens verandert) is $r = -1$.

3o. in alle andere gevallen is r tussen -1 en $+1$ gelegen; speciaal wanneer de reeksen volkomen onafhankelijk van elkaar zijn (mathematisch te preciseren door de waarschijnlijkheidstheorie), is $r = 0$.

De berekening dezer korrelatiekoëfficiënt is zeer eenvoudig als men de reeksen eenmaal op standaarddeviatie heeft gebracht; men heeft niets anders te doen dan elke term van de ene reeks te vermenigvuldigen met de bijbehorende (d. w. z. de gelijktijdig waargenomene) van de andere reeks en van deze produkten het gemiddelde te nemen. De lezer controleert gemakkelijk dat in de aangegeven gevallen r de waarde aanneemt die vermeld werd. Bij 1o. wordt $r =$ het kwadraat van de standaarddeviatie, dus $+1$; bij 2o. wordt $r =$ minus dat kwadraat, dus -1 ; in het geval van volkomen onafhankelijkheid $= 0$, omdat dan steeds de termen van een bepaalde waarde, uit de ene reeks, vermenigvuldigd worden met alle mogelijke waarden uit de andere reeks; en deze laatste zijn, bij volkomen onafhankelijkheid, samen nul; waardoor ook r nul wordt.

Deze berekening van korrelatiekoëfficiënten is de manier

waarop men vaststelt of het verband tussen gegeven reeksen voldoende nauw is om de reeksen tot een enkele te verenigen.

Een uitbreiding, die speciaal van belang is voor het conjunctuuronderzoek, is de volgende. In plaats van met elkaar te vergelijken grootheden die op hetzelfde tijdstip waargenomen zijn, vergelijkt men grootheden tussen de waarneming waarvan een bepaalde tijd is verlopen (welk interval men meestal met het Engelse woord „lag” aangeeft). Zelfs bepaalt men dan de meest geschikte „lag” door het tijdsverloop te nemen waarvoor de korrelatiecoëfficiënt het hoogste is. Het gebruik der wiskundige methode is hier onontbeerlijk daar elk criterium anders ontbreken zou, welke *lag* men prefereren moet. Een verband als hier bedoeld („korrelatie met *lag*”) bestaat er tussen de drie hoofdlijnen der economiese barometer, althans in eerste benadering — het praktische verloop wijkt nog al eens af. Dit konstateren van korrelatie met *lag* is de grondslag voor voorspellingen. Ontdekt men dat de lijn A 8 maanden voorloopt bij de kromme B, dan kan men dus het verloop van B voorspellen in de eerstkomende 8 maanden. Heeft men bovendien een kromme C die bv. 6 maanden bij B voorloopt dan heeft men twee voorspellingen, die een betrouwbaarder resultaat kunnen leveren.

Voor de belangstellende lezer zij terloops opgemerkt dat op dit verband tussen economiese grootheden een economiese dynamika opgebouwd kan worden; die o.a. tot resultaat heeft de afleiding van zuiver periodieke schommelingen van een ekonomies systeem. Het is de wiskundige interpretatie van de krisistheorie van Aftalion ⁴⁾.

Het doel van het zoeken naar korrelaties is tenslotte het vinden van *oorzakelijk verband*. Hoewel oorzakelijk verband steeds tot korrelaties leidt, is het omgekeerde niet waar. Vertoont reeks A hetzelfde verloop als reeks B dan kan B oorzaak van A, maar ook A van B zijn ⁵⁾; maar ook kan het zijn dat nòch A nòch B

⁴⁾ Ik noem speciaal deze theorie omdat daarin wel het duidelijkst wordt uiteengezet hoe door het hier besproken verband bereikt wordt, dat in elke cyklus reeds de kiem voor de volgende zit en dus werkelijke periodiciteit optreedt. Dit in tegenstelling tot theorieën die elke cyklus als apartstaand beschouwen. In welke mate de theorie van Aftalion de werkelijkheid weergeeft, laat ik in 't midden.

⁵⁾ Vergeet men dit, dan kan men vervallen in de fout van zeker statistikus die korrelatie ontdekte tussen grote branden en het gebruik van de motorspuit en de laatste afschaffen wou om grote branden te voorkomen.

oorzaak is, doch dat zij een gemeenschappelijke oorzaak hebben.

Is er een *lag*, dan kan de vóórlopende reeks oorzaak zijn, de volgende natuurlijk niet. Tot verband kan men het veiligst besluiten op grond van korrelatie èn ekonomies inzicht. Niet altijd *ekonomies* inzicht. Ook op andere gebieden wordt de korrelatieberekening met sukses toegepast, bv. sociologie en botanie.

De *lag* kan men beschouwen als het tijdsverloop dat een oorzaak nodig heeft om door te werken. En dan komt wel eens de vraag naar voren of die *lag* wel altijd streng konstant gehouden behoeft te worden gedurende het gehele verloop van een reeks. Het komt voor dat alle toppen en dalen van een reeks A terug te vinden zijn in reeks B, doch niet alle met precies dezelfde *lag*. Vooral in een snel oscillerende reeks nu kan een kleine verandering in „lag” gedurende de periode grote invloed op r hebben en de samenhang veel geringer doen schijnen dan ze is; voor langzaam veranderende reeksen geldt dat bezwaar niet. Het beste kan men daarom eerst het ruwe verloop der lijnen vergelijken en daarna nagaan hoe de fijnere schommelingen zich daarop superponeren.

Het berekenen van korrelatiecoëfficiënten wordt, zoals we reeds zeiden, veelvuldig en met sukses toegepast. Toch worden de mogelijkheden enigszins beperkt omdat de berekeningswijze van de korrelatiecoëfficiënt een zodanige is, dat een hoge r -waarde wel is waar op verband wijst, maar een lage r -waarde nog niet altijd wijst op het ontbreken van verband. Het is mogelijk, 2 reeksen te konstrueren, waartussen volkomen eenduidig verband bestaat en toch de r niet $= 1$ is. Zo'n voorbeeld is:

reeks A 0, 1, 10, 1, 10, 0, 10, 0, 1.

reeks B 0, 9, 10, 9, 10, 0, 10, 0, 9.

Zoals men ziet, is er volkomen „eenduidig” verband; bij elke $A = 0$ staat een $B = 0$, bij elke $A = 1$ een $B = 9$ en bij elke $A = 10$ een $B = 10$. B is dus „eenduidig” afhankelijk van A. Toch is $r = 0.65$. Het geheim zit hem in de omstandigheid, dat er wel is waar „eenduidig” verband tussen A en B is, doch geen lineair verband. A verandert niet evenredig met B's veranderingen, en dat is voorwaarde voor het 1 worden van r . In de meeste praktische gevallen is dit niet zo belangrijk, daar de meeste korresponderende veranderingen inderdaad nagenoeg evenredig met elkaar zijn.

Een andere, zeer natuurlijke beperking van het nut der uiteengezette theorie is de omstandigheid, dat slechts twee veranderliken beschouwd worden. Meestal toch spelen in economische processen een groot aantal factoren een rol en dan kan men niet eens verwachten dat tussen twee daarvan een absolute korrelatie bestaat, daar zelden alle andere onveranderd blijven. Ondertussen is deze bedenking niet zó ernstig als men op 't eerste gezicht menen zou; de veranderingen van andere grootheden veroorzaken toch vaak niet zulke grote storingen als men vrezen zou.

Voor gevallen waar dit wel zo is heeft men in de eerste plaats de korrelatietheorie uitgebreid tot meerdere reeksen. Deze uitbreiding is zeer veel ingewikkelder dan de oorspronkelijke theorie en wordt reeds daarom niet veel toegepast. We zullen er hier niet op ingaan, doch verwijzen de belangstellende lezer naar de leerboeken van Czuber, Tschuprow⁶⁾, e. a.

In dit artikel willen we uitvoeriger ingaan op een andere uitbreiding van de korrelatiemethode, die een bijzonder geval vormt van het beschouwen van meer veranderliken. Elke term van een reeks wordt nu vergeleken met meerdere termen van één andere, en wel op deze wijze dat de 1e B-term wordt vergeleken met de 1e A-term, de 2e B-term met de som der eerste 2 A-termen, de 3e B-term met de som der eerste 3 A-termen, enz. Anders uitgedrukt: men vervangt reeks A door een nieuwe, A', waarvan de n -de term gelijk is aan de som der eerste n termen van A. Deze bewerking noemt men *kumulieren*. De gekumuleerde reeks van 1, 1, 1, 1, 1 is dus 1, 2, 3, 4, 5. Bij grafiese voorstelling kan men het verband ook zó uitdrukken, dat de A' steeds voorstelt het oppervlak, begrensd door het reeds verstreken deel der A-reeks, de nullijn en de laatste ordinaat. Het is dezelfde bewerking die in de wiskunde meestal integratie, ook wel kwadratuur genoemd wordt. Een moeilijkheid is, dat het bij dit kumulieren allermint onverschillig is, van welk nulnivo men uitgaat, wat men bij de reeks als basis neemt. Neemt men de nullijn 2 lager, dan wordt elke term 2 hoger, daarmee van de gekumuleerde reeks de 1e term 2, de 2e term 4, enz. hoger, en dus het verloop heel anders. We komen op deze kwestie nader terug.

Men kan ook beide reeksen kumulieren en ze dan vergelijken.

⁶⁾ E. Czuber, Die statistischen Forschungsmethoden. Wien 1921. A. Tschuprow, Grundbegriffe und Grundprobleme der Korrelationstheorie. Teubner, Leipzig-Berlin 1925.

Deze kumulatietheorie of kwadratuurtheorie is vooral toegepast door de Amerikaan K. G. Karsten, die er enkele merkwaardige resultaten mee bereikt heeft ⁷⁾).

Zo vond Karsten, dat de korrelatie die er bestaat tussen het goederenvervoer op de spoorwegen en de rentestand voor kort geld, aanzienlijk duidelijker uitkomt, wanneer men in plaats van het goederenvervoer zelf de kumulatie daarvan beschouwt. De korrelatiekoefficiënt stijgt dan van 0.4 tot 0.9 ⁸⁾).

In het theoretiese deel van zijn artikel, waarin hij de kumulatietheorie verder uitwerkt, wijst hij er op dat het bestaan van een veranderlike „lag” tussen twee krommen door de kumulatietheorie ongedwongen verklaard wordt. Een zuivere golflijn nl. heeft tot gekumuleerde lijn een precies gelijkvormige lijn, verschoven over een kwart van de golfengte. Een onzuivere golflijn echter heeft tot gekumuleerde lijn een eveneens onzuivere golflijn, waarvan de toppen en dalen samenvallen met de nulpunten van de oorspronkelijke, zodat ook hier van een achterblijven over een kwart golfengte gesproken kan worden. Wanneer nu die golfengte echter niet meer konstant is, is de „lag” het ook niet meer. — Dit verschijnsel van een veranderlike lag treedt vaak op en hier kan dus van de kumulatietheorie uitkomst komen.

Karsten zelf geeft van deze en andere denkbeelden een toepassing in zijn artikel: „The Harvard Business Index — a new interpretation” in de „Journal of the American Statistical Association” van December 1926. Hij laat daarin zien hoe naast de opvatting der Harvard Economic Service een andere mogelijk is. De Harvard-opvatting is: de A, B en C kromme zijn van hetzelfde type, B loopt 4 maanden achter bij A, C loopt 6 maanden achter bij B. A voorspelt daarom B, A en B voorspellen C, wat intussen nog niet behoeft te betekenen „verklaren”. Karstens opvatting is: A is de gekumuleerde van — B, en loopt 3 maanden achter bij die gekumuleerde. Door deze opvatting wordt verklaard dat de „lag” tussen A en B veranderlik is; ze levert verder hogere korrelatiekoefficiënten en daardoor zekerder voorspellingen ⁹⁾). Tevens wordt de vraag naar het oorzakelik verband aan-

⁷⁾ K. G. Karsten, Journal of the American Statistical Association, Maart 1924.

⁸⁾ Journ. of the Am. Stat. Ass. Maart 1924, blz. 14.

⁹⁾ De laatste 1½ jaar heeft deze voorspellingen niet bewaarheid; evenmin als trouwens de Harvard-voorspellingen. Dit vraagstuk wordt op 't oogenblik besproken en is nog niet definitief opgelost.

geroerd op een niet onverdienstelijke wijze. Voor de C kromme heeft Karsten een dergelijke opvatting, nl. dat ze ontstaat door kumulatie van $\frac{1}{4} A + \frac{3}{4} B$; de resultaten daarvan zijn ook goed hoewel deze konstruktie iets meer bezwaren heeft en Karsten zich bovendien niet uitlaat over de „lag” die tussen deze gekumuleerde en de C kromme verloopt.

Ook andere schrijvers vonden verbanden waar de kumulatiemethode sukses had. Irving Fisher vergelijkt in the Journal of the Amer. Stat. Ass. van December 1923 (blz. 1024) met elkaar de volume of trade curve (gemeten aan Business Barometer of the Amer. Telephone and Telegraph Co., toentertijd de beste) en het prijsnivo. Hij besluit dat de korrelatie aanzienlik wint door de verschillen van opeenvolgende waarden van het prijsnivo te nemen wat in wezen op het zelfde neerkomt als kumulatie van de volume of trade curve, en onveranderd laten van het prijsnivo.

Tenslotte kan nog genoemd worden een onderzoek van Yule, in 1906 gepubliceerd („Marriage and Birth rates in England”, Journ. Roy. Stat. Soc. 1906, blz. 88). Het verband tussen huweliks- en geboortefrekwentie is dusdanig dat kumulatie van de huweliksfrekwentie de korrelatie zal verhogen. Hier is wel zeer duidelik ook de *logiese* grond voor kumulatie aanwezig — ook de vroeger gesloten huweliken werken mee aan de geboortefrekwentie — waarom de vermelding van dit niet ekonomiese geval wel de moeite waard is.

Een scherpe aanval op de kumulatietheorie is door de leiding der Harvard Economic Service (C. J. Bullock, prof. W. M. Persons en W. L. Crum) gepubliceerd in een artikel: „The Construction and Interpretation of the Harvard Index of Business Conditions” in de Review of Economic Statistics van April 1927. Schrijvers koncentrereren hun betoog in een tweetal stellingen, die ons zeer aanvechtbaar lijken, evenals de wijze waarop ze hen aantonen. Deze stellingen komen op het volgende neer:

10. *Het proces der kumulatie verandert willekeurige reeksen in reeksen met cykliese schommelingen.*

20. *De korrelatie tussen een gekumuleerde reeks en een andere is steeds hoger dan tussen de oorspronkelike en die andere.*

De plaats van die stellingen is een belangrijke in hun betoog, want daaruit konkluderen ze tot de waardeloosheid der kumulatiemethode voor het konjunktuuronderzoek. Volgens de eerste stelling kan men daarmee konjunkturschommelingen „maken” uit

reeksen die ze helemaal niet „van nature” bezitten. Volgens de tweede stelling worden door die methode alle korrelatiekoeffi-
ciënten geflatteerd.

De schrijvers doen het voorkomen alsof ze beide stellingen bewezen hebben. De enige aanwezige bewijzen zijn echter voorbeelden waarin die stellingen — toevallig of niet toevallig — uitkomen.

Enigszins vermakelik zelfs is het bewijs van de eerste stelling; schrijvers konstrueren een „random sequence” door aan alle letters van de Engelse volzin: „The cumulative process creates cyclical fluctuations out of random sequences quite common in members of all kinds” een volgnummer te geven ($a = 0$, $b = 1, \dots, z = 25$) en passen daarop kumulatie toe.

De gekumuleerde reeks blijkt dan één enkel lager gedeelte te hebben, door schr. „cykliese fluktuatie” genoemd en dat schijnt de konklusie te wettigen: kumulatie introduceert cykliese bewegingen in willekeurige reeksen. Men komt in de verzoeking zich af te vragen of het bewijs misschien gelukt is, omdat schr. juist die dreigende volzin gebruikt hebben !

Het bewijs van stelling 2 bestaat, behalve uit een weinig strenge redenering die terugvoert op stelling 1, slechts uit een voorbeeld van twee reeksen met korrelatiekoeff. — 1, nl.

A: 2, 4, 6, 8.

B: 8, 6, 4, 2.

Kumuleert men een der beide reeksen, dan is $r = + 0.98$. Dit „stijgen van de korrelatie van — 1 tot + 0.98” zien schr. als een biezonder sterk staaltje van de korrelerende werking der kumulatie. Ons lijkt deze zienswijze niet de juiste. Men behoeft een der reeksen slechts te inverteren (de tekens der termen te veranderen) om te krijgen

A' — 2, — 4, — 6, — 8

B 8, 6, 4, 2

die op nulnivo worden:

a': + 3, + 1, — 1, — 3

b': + 3, + 1, — 1, — 3

en dus korrelatie + 1 hebben. Niemand zal in inverteren een kunstmatig middel zien om de korrelatie te verhogen; de inversie meet eenvoudig de komplementaire grootheid (bv. in plaats van werkloosheid de hoeveelheid verrichte arbeid) en toch verandert

daardoor de korrelatie van -1 in $+1$. O. i. moet dan ook slechts gelet worden op de absolute waarde van de r . Het teken heeft slechts belang voor de verklaring der korrelatie uit de economische samenhang der grootheden. En dan is dus het voorbeeld niet eens overtuigend. Bovendien kan men gemakkelijk voorbeelden van tegenovergestelde strekking geven, b.v. de reeksen (voor het gemak reeds op standaarddeviatie)

$$\begin{array}{ll} A: +1.2, 0, -1.2, -1.2, 0, +1.2 & B: +1.2, 0, -1.2, -2.4, 0, +0.6, \\ +1.2, 0, -1.2, -1.2, 0, +1.2 & +0.6, 0, -0.6, -0.6, 0, +2.4, \\ +1.2, 0, -1.2, -1.2, 0, +1.2 & +1.2, 0, -0.6, -0.6, 0, 0. \end{array}$$

die een $r = +0.78$ hebben, terwijl de gekumuleerde reeksen (ook reeds op standaarddeviatie gebracht)

$$\begin{array}{ll} A': 0, +1.2, +1.2, 0, -1.2, -1.2 & B': +0.4, +1.3, +1.3, +0.4, -1.4, -1.4, \\ 0, +1.2, +1.2, 0, -1.2, -1.2 & -0.9, -0.5, -0.5, -0.9, -1.4, -1.4, \\ 0, +1.2, +1.2, 0, -1.2, -1.2 & +0.4, +1.3, +1.3, +0.9, +0.4, +0.4 \end{array}$$

een $r = +0.61$ hebben.

We geloven dus wel aangetoond te hebben dat de door schr. aangevoerde voorbeelden niet voldoende zijn om hun stellingen te bewijzen. Ondertussen is de inhoud van die stellingen interessant genoeg om ernstig besproken te worden. Daartoe zal de bedoeling van de eerste stelling nog nader gepreciseerd moeten worden. Wanneer zal een reeks „willekeurig” zijn? Is in het geval door schr. genoemd de uitkomst van de kumulatie niet misschien juist een teken dat er in die zgn. willekeurige reeks nog iets verborgen zat? Wat zal men verder onder cyclische schommeling te verstaan hebben? Toch minstens een schommeling met een enigszins vaste periode. Het lijkt me dat dergelijke overwegingen de geldigheid van stelling 1 al zeer beperken; maar een betrouwbaar overzicht kan men slechts krijgen door wiskundige analyse van dit bij uitstek wiskundige vraagstuk en niet door proberen.

Met een behoorlijke behandeling van de tweede stelling staat het al evenzo. In zijn bedoeling is deze volkomen duidelijk, doch het bewijs is niet anders dan door mathematische analyse te verkrijgen. We willen op 't oogenblik daar niet op ingaan, doch ons beperken tot enige algemene opmerkingen die ons hierbij van meer belang lijken dan de preciese ontleding der vraagstukken.

Vast staat dat de analyse zal uitwijzen dat de genoemde stellingen gelden voor (wiskundig) bepaalde reeksen, en niet gelden voor andere. Stel dat men nu te doen heeft met gevallen waarin

die stellingen opgaan, is dat dan een bewijs tegen die methode? O.i. geenszins. Als de gekumuleerde reeks een hogere korrelatie levert dan de oorspronkelijke, en tevens in absolute waarde een hoge, dan is dat een bewijs dat dit verband voor de betrokken economische grootheden het juiste is. Er zit in dat verband niets geheimzinnigs, het is een in de wis- en natuurkunde zeer veel voorkomend verband, waarvan de logiese grondslagen bij ettelike economische grootheden evenzeer aanwezig zijn. Zo is b.v. de voorraad van een zeker goed gelijk aan de kumulatie der overschotten van produktie boven verbruik. De voorraadreeks is dus de gekumuleerde verschilreeks van produktie en konsumptie. En dat geldt voor alle economische grootheden met voorraadkarakter: kapitaalruimte, hoeveelheid produktiemiddelen, metaalvoorraad van banken, enz. Daartegenover staat dat b.v. de gekumuleerde reeks van een prijsreeks a priori geen logies-economische betekenis heeft.

De som van twee of meer prijzen *stelt niets voor*. Men kan zich dit verschil duidelijk maken door analogieën in andere wetenschappen. De som van de regenval in Augustus en September stelt voor de totale regenval in Augustus en September. De som der temperaturen echter stelt niet voor de totale temperatuur of zoiets. Zeer duidelijk tenslotte uit zich dat verschil ook nog hierin: halveert men de tijdseenheden door inplaats van maandgemiddelden halfmaandelike gemiddelden te nemen, dan zal daardoor de prijs van een waar niet veranderd worden. De hoeveelheid die geproduceerd (of verbruikt, of verhandeld) is, zal echter wel veranderen, n.l. ook gehalveerd worden.

M.i. moet men vooral in deze eigenschap van een economische grootheid het criterium voor al dan niet toepasselijkheid der kumulatiemethode zoeken. Men moet ze toepassen, als ze ook werkelijk ekonomies zin heeft, en aarzelen wanneer dat niet het geval is.

Een moeilijkheid blijft, zoals we al zeiden, welk nulnivo moet worden aangenomen. Wat schr. daarover zeggen is goed om ter harte genomen te worden en hun kritiek op Karsten is op dit punt m.i. juist. Men behoeft n.l. in 't algemeen dat nulnivo niet één bepaalde waardè te geven voor de gehele reeks, doch kan het langzaam laten veranderen (tengevolge der ontwikkeling van de maatschappij b.v.). De lijn die dat nulnivo voorstelt noemt men gewoonlijk de sekulaire beweging of de „trend”. Het schijnt nu dat Karsten deze trend wel eens te avontuurlijk heeft gekozen en

te veel met het doel om sukses te hebben. Daarmee heeft men dan echter een nieuw vraagstuk in het oude gelegd en dus de moeilijkheid slechts verplaatst. Het nieuwe vraagstuk is dan: hoe wordt de aangenomen trend verklaard?

Dit o.i. juiste punt van kritiek op Karstens werk wettigt echter nog niet het algemeen afkeurende oordeel dat schrijvers vellen over de kumulatiemethode. We stellen daartegenover onze konklusies dat de door schrijvers aangevoerde voorbeelden niet toereikend zijn om hun betoog te staven en dat er bovendien gevallen zijn waarin de logiese samenhang der kumulatie toch de aange-wezen is.

In deze gevallen zal het niets bedenkeliks zijn dat de gekumuleerde reeks met een andere een hogere korrelatie vertoont dan de oorspronkelijke. Men zal dan integendeel een plausibel verband hebben gevonden tussen twee reeksen, en een stap verder zijn in de verklaring der feiten, resp. de voorspelling daarvan.

We hebben over deze methode zo uitvoerig gesproken, omdat de leiders der Harward Economic Service een nog uitvoeriger bestrijding hebben gegeven die o.i. sterk aanvechtbaar was. Ze blijft intussen een tamelijk speciaal geval van verband tussen economiese grootheden, *waarnaast nog vele andere kunnen bestaan*. Het uitwerken hiervan door mensen met ekonomies inzicht en enige wiskundige vaardigheid lijkt voor de naaste toekomst belangrijk. Hieraan is echter nog weinig aandacht besteed, zodat we daarop verder niet ingaan. We hebben hiermee enige der belangrijkste begrippen en methoden van het statisties konjunktuuronderzoek uiteengezet, zonder aanspraak op volledigheid. Hopelik is daardoor enigszins bijgedragen tot vermindering van de afstand tussen ekonomen en wiskundigen, iets waaraan steeds meer, vooral in Amerika, de behoefte gevoeld wordt.
