

'ALS 'T WARE EEN NIEUWE WETENSCHAP'. DE TOEPASSING VAN DE STATISTISCHE METHODE DOOR DE GENTSE BOTANICI ROND 1900.

GEERT VANPAEMEL*

De Gentse botanici

In 1887 hield de Gentse hoogleraar Julius MacLeod (1857-1919) op het eerste Nederlands Natuur- en Geneeskundig Congres te Amsterdam een lezing over 'De bevruchting der bloemen door insecten'. Als ondertitel voegde MacLeod hieraan toe de vermelding '(Statistische beschouwingen)'. Voor MacLeod¹ betekende deze lezing het begin van een levenslang streven naar de introductie en toepassing van statistische methoden in de biologie en met name in de plantkunde. Nog in het jaar van zijn overlijden verscheen van hem *The Quantitative Method in Biology*², een pleidooi voor een mathematisch gefundeerde biologie waarin voor de statistiek een belangrijke rol was weggelegd.

MacLeod werd geboren te Oostende op 19 februari 1857. Hij studeerde aan de Gentse Rijksuniversiteit en werd er in 1878 Doctor in de Natuurwetenschappen met hoofdvak dierkunde. Nog in datzelfde jaar werd hij benoemd tot preparator en later assistent in het histologisch laboratorium. Van 1885 tot 1887 doceerde MacLeod de menselijke fysiologie, nadat hij zich hierop had voorbereid te Utrecht bij F.C. Donders (1818-1889). Over fysiologie deed hij echter geen onderzoek. In 1887 werd hij benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de plantkunde en tevens aangesteld als bestuurder van de plantentuin. Daarnaast doceerde hij ook aan de normaalscholen van Gent en Brugge, en zette hij zich in voor de verbetering van het middelbaar onderwijs in de plantkunde.

De interesse van MacLeod voor de statistiek was terug te voeren op het werk van de Belgische astronoom, meteoroloog en statisticus Adolphe Quetelet (1794-1873). Julius' vader, Aimé MacLeod was persoonlijk in contact geweest met Quetelet en had voor hem observaties gedaan van periodieke natuurverschijnselen. Hoewel het origineel statistische oeuvre van Quetelet al in de jaren veertig tot stand was gekomen, was het de lezing van zijn laatst gepubliceerde werk, de *Anthropométrie* van 1871, een wat slordige compilatie

* Vanden Bemptlaan 4, B-3001 Leuven

1. A.J.J. van de Velde, 'Julius MacLeod 1857-1919. Levensschets', *Jaarboek Koninklijke Vlaamse Academie voor Taal- en Letterkunde* (1921) 145-228; P. van Oye, 'De evolutie van MacLeod's werk', *Koninklijke Vlaamse Academie voor Taal- en Letterkunde*, reeks 10, nr. 57 (1957) 21-34; P. van Oye, 'Julius MacLeod (1857-1919)', in: *Liber memorialis RU Gent 1913-1960*, deel 4 (Gent, 1960) 16-24. Zie ook: A.J.J. van de Velde ed., *Geschriften van Julius MacLeod* (Antwerpen, 1942).

2. J. MacLeod, *The quantitative method in biology* (Manchester, 1919). Een tweede uitgave verscheen in 1926.

van reeds eerder verschenen teksten³, dat op de jonge Julius een diepe indruk maakte. In 1911 schreef hij:

Toen de schrijver dezer regelen, bijna dertig jaar geleden, de geniale denkbeelden van Quetelet over de toepassing der statistische methode op de studie der levende wezens had leren kennen, trachtte hij door nieuwe onderzoekingen, in de richting die Quetelet had aangeduid, de veranderlijkheid van zekere eigenschappen bij planten te bestudeeren. Hij werd daardoor gebracht tot de ontdekking van sommige toenmaals onbekende feiten (tweeoppige curven). Hij onderwierp de vrucht van zijn arbeid aan het oordeel van twee zeer geleerde mannen, een bioloog en een wiskundige. Er werd hem geantwoord dat het verkieslijk was den ingeslagen weg niet verder te volgen. De denkbeelden van Quetelet waren immers doelloze spelen van den geest en elke nieuwe poging in die richting kon niet anders teweegbrengen dan teleurstelling en tijdverlies. Ontmoedigd en bijna beschaamd legde de schrijver zijne aantekeningen ter zijde. Enkele jaren later werden gelijksoortige onderzoekingen door anderen gedaan en uitgegeven, en sindsdien werd *als 't ware een nieuwe wetenschap* opgebouwd op de grondvesten die Quetelet had gelegd. Nu werd de Gentenaar Quetelet 'een geniale ziener' genoemd.⁴

Deze 'nieuwe wetenschap' werd door MacLeod in Vlaanderen vooral gepropageerd via de vergaderingen van het Kruidkundig Genootschap Dodonaea en de bijeenkomsten van het Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres, beide wetenschappelijke verenigingen waarvan MacLeod zelf stichter en voorzitter was. Op het tweede Congres van 1898 te Gent werden drie mededelingen gedaan over de correlatie bij biologische verschijnselen, twee daarvan door MacLeod zelf, een derde door zijn jonge leerling en latere assistent Caesar De Bruyker (1878-1924). Ondanks het feit dat De Bruyker van opleiding arts was, keerde hij zich onder invloed van MacLeod tot de plantkunde. In 1904 behaalde hij het diploma van Doctor in de Natuurwetenschappen en werkte als preparator aan het Botanisch Instituut van de Gentse universiteit. Vanaf 1908 begon hij daarnaast les te geven aan het Gentse Atheneum voor Meisjes en later aan de onderwijzeressen van de Gemeentescholen. Een artspraktijk lijkt hij nooit te hebben gevoerd.

Over de statistische onderzoekingen van MacLeod en zijn Gentse school bestaan geen historische studies. Daarvoor zijn wellicht twee omstandigheden verantwoordelijk te stellen. Als bron van nieuwe theoretische inzichten wekte de Gentse school eigenlijk nauwelijks enige belangstelling. Het botanisch-genetisch onderzoek werd internationaal gedomineerd door het werk van Hugo de Vries (1848-1935) met wie MacLeod persoonlijk en ook via zijn oud-student (en vervolgens assistent bij en collega van De Vries) Edward Verschaefelt (1868-1923) in relatie stond.⁵ De Gentse botanici richtten zich vooral op het proefondervindelijk staven van hypothesen die door anderen waren geopperd. Ook de sterke Vlaamsgezindheid van MacLeod en zijn Gentse kring drong hen in de Belgische wetenschappelijke wereld naar een zelf gekozen isolement dat de ontwikkeling en de continuering van het onderzoek niet ten goede is gekomen. MacLeod was een actief pleitbezorger van de vernederlandsing van de Gentse universiteit en wees een lidmaatschap van de Koninklijke Academie af, omdat men hem niet wilde toestaan dat hij er zijn werk en dat van anderen

in het Nederlands zou publiceren. De Bruyker doceerde tijdens de eerste wereldoorlog aan de door de Duitse bezetter vernederlandsde universiteit. Hij werd hiervoor na de oorlog van al zijn ambten ontheven en in 1920 tot vijf jaar gevangenisstraf veroordeeld. Nadat hij om gezondheidsredenen vroegtijdig was vrijgelaten, overleed hij in 1924, zonder zijn wetenschappelijk onderzoek nog te hebben voortgezet.⁶ Dezelfde Vlaamsgezindheid leidde er ten slotte ook toe dat de Gentse botanici zich veel hebben beziggehouden met onderwijs en popularisering ten dienste van de Vlaamse land- en tuinbouwer, ten koste opnieuw van andere, meer diepgravende activiteiten.

In dit artikel willen we onderzoeken op welke wijze deze zo enthousiaste geleerden hun 'nieuwe wetenschap', zoals zij MacLeod toch klaar en helder voor ogen stond, opvatten. We zullen ons daarbij voornamelijk beperken tot de enige vooroorlogse publikatie van de Gentse school die zich expliciet tot doel stelde de statistische methode en haar toepassing op de plantkunde als zodanig bij het publiek te introduceren en te verdedigen. Dit boek werd geschreven in 1908 door de reeds genoemde Caesar De Bruyker en werd na positief advies van MacLeod bekroond en uitgegeven door de Koninklijke Vlaamsche Academie voor Taal- & Letterkunde (!). De volledige titel luidt: *De statistische methode in de plantkunde en hare toepassingen op de studie van den invloed der levensvoorwaarden*.⁷ Het is des te meer geschikt omdat het behalve De Bruykers eigen werk ook een ruim overzicht bevat van wat op dit gebied te Gent door anderen werd gedaan. Het bovenstaande citaat van MacLeod over de invloed van Quetelet en de 'nieuwe wetenschap' werd overigens bij wijze van commentaar op dit werk geschreven.

De statistische methode

De verhandeling van De Bruyker is onderverdeeld in twee delen. Het eerste deel is een voorstelling van de statistische methode zelf, voornamelijk geïllustreerd met voorbeelden uit de plantkunde. Het tweede deel beschrijft het originele onderzoek van de Gentse school over de invloed der levensvoorwaarden op de variatie van plantesoorten, getoetst aan de opvattingen van De Vries, de Deense geneticus W. Johannsen (1857-1927) en vele anderen. Door deze ruime situering van het onderwerp is het werk, in de woorden van De Vries 'een goed verstaanbaar, duidelijk en volledig overzicht van dit zoo nieuw deel onzer wetenschap'.⁸ Niettemin laat De Bruyker het thema van de correlatie, dat toch vrij vaak aan de orde kwam in het werk van MacLeod, vrijwel onbesproken.

De uiteenzetting over de statistische methode is vanuit wiskundig standpunt wel erg mager. De Bruyker begint uiteraard bij de binomiaalverdeling van Quetelet en de Engelse statisticus F. Galton (1822-1911), als voorstelling van individuele variatie. In navolging van Quetelet werd deze verdeling eerst beschouwd als de weergave van toevallige afwijkingen (meetfouten) rondom een 'normale' waarde. Volgens De Bruyker had Quetelet het bewijs

3. L.A.J. Quetelet, *Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme* (Brussel/Leipzig/Gent, 1871). Er bestaan ook exemplaren met de datum 1870. Zie voor deze negatieve beoordeling ook: *Tentoonstellingscatalogus, Adolphe Quetelet 1796-1874* (Brussel, 1974) 101: 'Dans l'ensemble, l'ouvrage de Quetelet apporta peu de contributions nouvelles et mérita même le reproche d'être mal construit'.

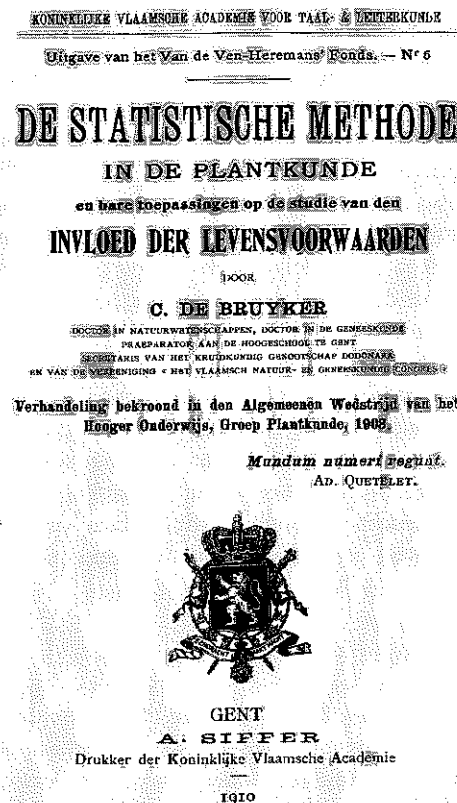
4. J. MacLeod, 'Verslag over de werkzaamheden der Koninklijke Vlaamsche Academie op het gebied der natuur- en geneeskundige wetenschappen', in: *Gedenkboek Koninklijke Vlaamsche Academie* (1911) 177-197, m.n. 191-192. Cursivering door mij toegevoegd.

5. P. van Oye, 'Hugo de Vries, Julius MacLeod en Edward Verschaefelt. Vriendschap en wederkerige invloed', in: *Mededelingen Koninklijke Vlaamsche Academie van Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten* nr. 9 (1961) 23 pp.

6. Van de Velde (n. 1), 'Levensschets', 176-177. Zie ook: Prof. C. de Bruyker en de Vlaamsche Hoogeschool voor het Belgisch Gerecht (Gent, 1920) waarin onder andere enige beknopte biografische en bibliografische informatie over de Bruyker zelf.

7. C. de Bruyker, *De statistische methode in de plantkunde en hare toepassingen op de studie van den invloed der levensvoorwaarden* (Gent, 1910). Uitgave van het Van de Ven-Heremans Fonds der Koninklijke Vlaamsche Academie voor Taal- en Letterkunde, nr. 6. Het boek was in 1908 bekroond in de Algemeene Wedstrijd van het Hoger Onderwijs, groep Plantkunde.

8. Deze woorden schreef De Vries in een bespreking van De Bruykers boek en werden later door De Bruyker aangehaald in: (n. 6), Prof. C. de Bruyker en de Vlaamsche Hoogeschool.



Titelpagina van *De statistische methode*.

geleverd dat deze waarschijnlijkheidswet ook van toepassing was op de variaties bij levende wezens. Deze overeenstemming tussen de empirische veranderlijkheidscurven en de theoretische waarschijnlijkheidscurven moest voornamelijk blijken uit een vergelijking van de vorm van de curven die men proefondervindelijk verkreeg, maar kon ook, zo stelde De Bruyker zonder veel uitleg in een voetnoot, langs mathematisch-analytische weg worden aangetoond, steunend op de waarschijnlijkheidsformule van de Duitse wiskundige C.F. Gauss (1777-1855).

Aan de hand van de normaalcurve legde De Bruyker de begrippen gemiddelde, modus en mediaan uit. Verder definieerde hij wiskundig de gemiddelde en de waarschijnlijke afwijking, en de veranderlijkheden-coëfficiënt als de verhouding van de modus op de waarschijnlijke afwijking. De normaalcurve had volgens De Bruyker vooral nut op antropologisch en zoölogisch gebied. In deze gevallen blijkt namelijk algemeen dat de veranderlijkheid van een orgaan in een homogene groep van individuen des te beter met de theoretische binomiale curve zal overeenstemmen, naarmate men over een groter aantal waarnemingen beschikt.

Op het gebied van de plantkunde echter kwamen ze veel minder voor. De regel was hier dat variatie wordt voorgesteld door asymmetrische verdelingen of ook door samengestelde of meertoppige curven.

In zijn behandeling van de asymmetrische curven verwierp De Bruyker het standpunt van de biometricus K. Pearson (1857-1936)⁹ volgens wie al de variatiecurven zouden beantwoorden aan het algemeen binomium $(p + q)^n$ met $p + q = 1$. Het is opmerkelijk dat De Bruyker in zijn kritiek niet rechtstreeks verwees naar de publikaties van Pearson, maar zijn informatie indirect lijkt te hebben gehaald uit het 'zeer gelukkig samengesteld, beknopt boekje' *Statistical Methods* (1904) van C.B. Davenport en uit de geschriften van de nu geheel vergeten Duitse gymnasiumleraar en bioloog Friedrich Ludwig (1851-1918)¹⁰, die in het hele werk trouwens een zeer belangrijke plaats innam. Volgens De Bruyker had Pearsons mathematische werk slechts weinig praktische resultaten opgeleverd. Steunend op de mening van de Nederlandse astronoom J.C. Kapteyn (1851-1922), concludeerde hij 'dat de verschillende curventypes van den Engelschen statisticus *zuiver empirische voorstellingen* zijn, die geene enkele betrekking tusschen den vorm der curve en de oorzaken die haar teweegbrengen aanwijzen en dan ook niet zullen bijdragen tot de ontdekking en tot de studie van de oorzaken der veelvuldig in de natuur voorkomende asymmetrie.'¹¹ Deze asymmetrie was volgens De Bruyker vermoedelijk het gevolg van het feit dat in de natuur de vele versturende oorzaken niet geheel onderling onafhankelijk waren. Zo heeft een plant op het tijdstip waarop een bepaalde oorzaak werkt, reeds onder invloed van andere oorzaken een voorafgaande ontwikkeling doorgemaakt die haar meer of minder tot verdere variatie predisponeert. Het optreden van een symmetrische binomiaalcurve was daarom volgens De Bruyker veeleer uitzondering dan regel te noemen.

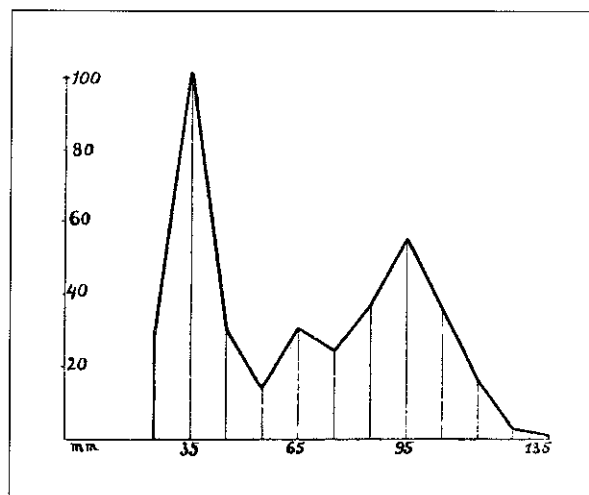
Na de hoofdstukken over de binomiaalcurven waarin nog redelijk wat wiskundige redeneringen aan bod kwamen, kwam De Bruyker tot wat hij noemde de 'empirische variatieveelhoeken, die uit een zuiver mathematisch-theoretisch oogpunt nog niet bewerkt werden, maar waarvan echter de proefondervindelijke of practische analyse tot onverwacht belangrijke uitslagen voerde'.¹² Tot deze groep veelhoeken behoorden de zogenaamde 'halve curven', met een hoge top aan een van beide uiteinden en waarvan de variatie zich geheel aan één kant bevond. Verder citeerde De Bruyker uit de literatuur vele voorbeelden van dubbele halve curven en ten slotte de veeltoppige of polymorfe curven. Deze laatste categorie diende wel te worden onderscheiden van de samengestelde curven, waarmee ze uiterlijk nochtans veel overeenkomst vertoont. Een polymorfe curve beschrijft de variatie van een zuivere, onvermengde populatie. Een samengestelde curve wijst daarentegen op ongelijksoortigheid in het bestudeerde materiaal. Hoe deze beide soorten in de praktijk kunnen worden onderscheiden, kon De Bruyker niet duidelijk aangeven. Een algemene mathematische analyse van de samengestelde curven was niet voorhanden. Enkel het proefondervindelijk onderzoek kon hier, vaak slechts door een gelukkig toeval, de heterogene aard van het bestudeerde materiaal onthullen. De Bruyker gaf een aantal voorbeelden waarin samengestelde curven waren ontmaskerd. Eén ervan betrof het mengen van verschillende

9. Over de biometrische school van Karl Pearson zie: W.B. Provine, *The origins of theoretical population genetics* (Chicago, 1971).

10. F. Weiling, 'Friedrich Ludwig, ein in Vergessenheit geratener deutschen Biometriker der Jahrhundertwende', *Forschung und Fortschritte* 40, heft 2 (1966).

11. De Bruyker (n.7), *Statistische methode*, 28.

12. De Bruyker (n.7), *Statistische methode*, 40.



Variatie van het aantal bloemen bij *Primula elatior*. B = Belgisch materiaal, L = naar Ludwig, uit: *De statistische methode*, 88.

plantesoorten door onervaren studenten; in een ander geval kon een tweetoppige curve worden ontbonden door de onderzochte populatie gersthalmen in te delen in afzonderlijke groepen volgens het aantal stengelleden. Deze empirische ontleding leverde De Bruyker bovendien een prachtvoorbeeld van correlatieve variatie.

Nochtans was het volgens De Bruyker in bepaalde gevallen wel mogelijk de polymorfe curven volgens een positief en wiskundig criterium te herkennen. Heel vaak immers bleken de toppunten van de polymorfe curven te liggen bij getalswaarden uit de reeks van Fibonacci, zo genoemd naar Leonardo van Pisa ofwel Fibonacci (c. 1170-c. 1240), waarin elk getal de som was van de twee voorgaande:

3
5
 $8 = 3 + 5$
 $13 = 5 + 8$
 $21 = 8 + 13$
...

Het idee van de toepassing van de Fibonacci-reeks was voornamelijk gepropageerd door Ludwig.¹³ Aan de getallen van Fibonacci had Ludwig nog secundaire getallen toegevoegd, zoals het getal 16 dat het interval tussen 13 en 21 indeelde volgens de grootte van de eerste twee getallen 3 en 5 ($13 + 3 = 16 = 21 - 5$). Het voorkomen van deze getallenreeks kon fysiologisch in verband worden gebracht met de delingswijze van de cel en de rijpingstijd van de dochtercellen. Door min of meer speculatief deze processen te kwantificeren, kon men verschillende mogelijke getallenreeksen reconstrueren. In de natuur werden echter slechts acht dergelijke reeksen gevonden: behalve de veelvouden van 2, 3, 4 en 5, en de

13. Ook De Vries onderging de invloed van Ludwig. Zie: P.H.W.A.M. de Veer, *Leven en werk van Hugo de Vries* (Groningen, 1969) 138 e.v.

oneven getallen, waren dat de Fibonacci-Ludwig getallen, de Trientalis-getallen ($1, 3, 4 = 1 + 3, 7 = 3 + 4, 11 = 4 + 7, 18 = 7 + 11, \dots$) en de Cardamine-getallen ($3n - 1$). De Bruyker meende hieraan naar analogie met het dierenrijk nog de reeks van de even getallen te kunnen toevoegen, hoewel hiervan in het plantenrijk nog geen voorbeelden waren gevonden. Niet alleen bij variaties van gehele aantallen zoals het aantal bloemen, maar ook bij kwantitatieve variaties in lengtematen en gewichten, bleken dezelfde getallenreeksen op te treden, zij het soms minder duidelijk. In 1907 had De Bruyker een onderzoek uitgevoerd over de lengtevariatie van rijpe tarwe-aren. Van een populatie van 372 rijpe aren werd op een millimeter nauwkeurig de lengte bepaald. Deze schommelde tussen 22 en 138 mm. De variatiecurve was drietoppig, met maxima rond de equidistante gemiddelde waarden 35, 65 en 95 mm. Hierin zag De Bruyker een aanwijzing dat een veelvoud-serie misschien van toepassing was. Een controle-onderzoek op het aantal aarleden leverde toppen bij 7, 14-15 en 22, een bevestiging dus van de veelvoud-hypothese. De detectie en interpretatie van deze getallenreeksen in de statistische variatie van planten was het centrale punt waaromheen het onderzoek van de Gentse botanici zich lijkt te hebben afgespeeld. De 'wet' van Fibonacci-Ludwig (*Gipfelgesetz*) was daarbij van het grootste belang. De Bruyker citeerde een verhandeling van een Duitse botanicus G. Ritter over lengte- en oppervlakte-groei van organen, en 'hoe vreemd en bijna ongelooflijk het moge schijnen, de getallen die in millimeters de waarde dier variatietrappen [= toppen, gv] uitdrukten, behoorden alle tot de reeks Fibonacci-Ludwig.'¹⁴ Bij studies over de oppervlaktegroei van bladeren had men gevonden dat de toppunten hier niet met de Fibonacci-getallen overeenkwamen, maar wel met hun vierkantwortel. Volume-metingen leverden dan weer toppen bij de kubiek-wortels van die getallen.

Statistiek als middel tot kwantitatieve wetenschap

Van de toepassing van de statistische methode in de plantkunde verwachtte De Bruyker duidelijk heel veel. De statistiek zou leiden tot niets minder dan een nieuwe wetenschap, omdat ze nieuwe gegevens aan het licht kon brengen. Zijn eigen onderzoek over de invloed van de levensvoorwaarden op de groei en bloei van planten, had immers opgeleverd dat de toppen van de variatiecurven steeds overeenkwamen met wiskundige getallenreeksen. De ongewone standvastigheid van deze getallenreeksen, ook al verschilden de relatieve hoogten van de toppen naargelang de omstandigheden van de proefnemingen, bewezen duidelijk dat in de natuur sprongsgewijze variatie voorkomt. Het begrip mutatie lag dan niet meer veraf. De Bruyker trok hieruit ook duidelijke conclusies met betrekking tot de veredelings technieken die in de landbouw werden gebruikt. En dit alles dank zij het statistisch onderzoek.

Het gebruik van de statistiek was echter niet zonder gevaren. Er bestond een behoefte aan goed en betrouwbaar statistisch materiaal, in tegenstelling tot datgene wat men vaak als statistiek aan de man bracht.

Het discrediet waarin over 't algemeen de statistieken zijn vervallen is grootendeels te wijten aan drie oorzaken, die ik even vermelden wil:

a) goede, volgens een wetenschappelijke onaantastbare methode opgemaakte statistieken zijn zeldzamer dan men denken zou;

14. De Bruyker (n.7), *Statistische methode*, 151.

b) statistische gegevens worden bij de bespreking van maatschappelijke en politieke vraagstukken veelal niet gebruikt teneinde de waarheid te ontdekken, maar enkel om bepaalde vooraf bestaande meningen en stellingen te staven. Hoe dikwijls zien wij niet tegenovergestelde beweringen vooruitzetten en door de gegevens een zelfde statistiek verdedigen?

c) zeer verschillende gevolgtrekkingen kunnen ook te goeder trouw uit dezelfde statistiek afgeleid worden: immers de statistiek levert slechts cijfers, constateert feiten; voor de verklaring dier feiten wordt steeds vereischt de wetenschappelijke en kritische geest, zonder vooropgevatte meningen, die al de onderzoeken op het gebied der biologie als het ware beheerscht.¹⁵

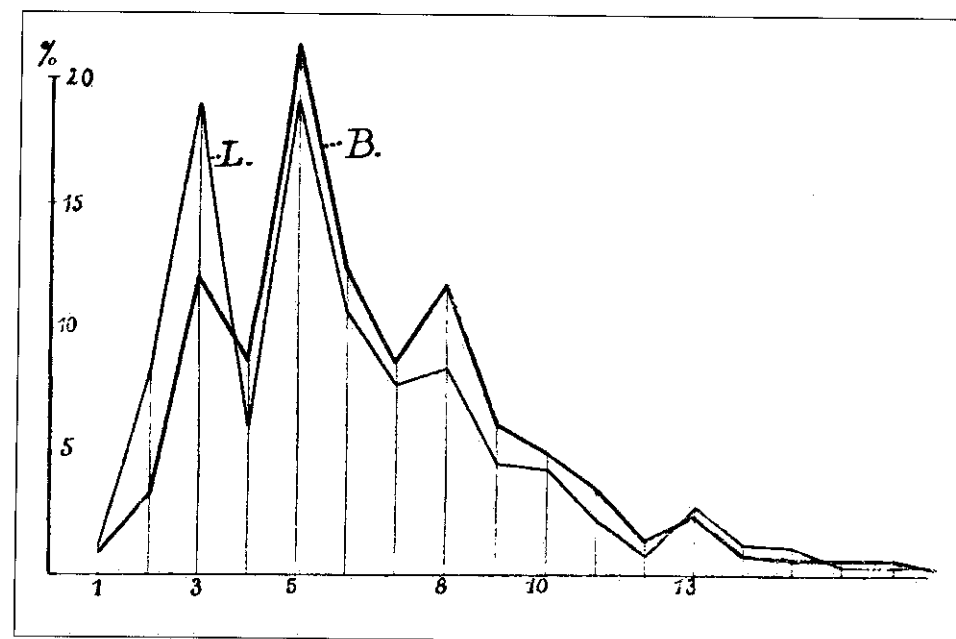
De inherente gevaren van het gebruik van statistiek moesten dus volgens De Bruyker vermeden worden door enerzijds een strenge wetenschappelijke methode bij het opmaken van de statistieken en anderzijds een kritische, vakwetenschappelijke geest bij de interpretatie van de verkregen resultaten. De specifieke rol van de wiskunde, in het bijzonder de waarschijnlijkheidsrekening, lijkt beperkt tot het eerste punt, het opmaken van de statistieken. Voor een juiste interpretatie van de gevonden feiten in het kader van een bepaald vakgebied, leek de wiskunde daarentegen veel minder geschikt, misschien zelfs te beschouwen als een hinderpaal.

Voor De Bruyker was de statistiek op de eerste plaats een beschrijvend instrument, dat de onderzoeker in staat stelde een kwantitatieve uitdrukking te geven aan zijn waarnemingen. Mathematische bewerkingen werden daarbij zeer weinig gebruikt en waren niet essentieel. Analyse van de resultaten gebeurde voornamelijk door visuele inspectie van grafieken of tabellen. Toch verwees hij vol bewondering naar het werk van J. Tammes (1871-1947) over de variabiliteit van het vlas, als een 'voorbeeld van systematisch toegepaste variatiestudiën'. Hij vermeldde ook de door haar ingevoerde gevoeligheidscoëfficiënt, maar een dergelijke wiskundige maat lijkt aan hem niet wel besteed. De Bruyker is zich wel terdege bewust van enkele mathematische aspecten die in het statistisch onderzoek een rol spelen. Zo stelt hij de vraag aan de orde hoeveel waarnemingen men moet doen om een 'echte waarde' te verkrijgen, dat wil zeggen een waarde die op voldoende wijze zou overeenstemmen met de uitslag die het onderzoek van een onbegrensd aantal varianten zou opleveren. De meningen hierover liepen uiteen van enkele honderden waarnemingen tot (vele) duizenden. Het aantal diende hoger te liggen naarmate de curve meer gedetailleerd werd onderzocht, naarmate de invloed van de onderzochte oorzaak kleiner was, en naargelang de graad van veranderlijkheid van de te onderzoeken eigenschap. Bij botanisch materiaal dat werd verzameld in goed gecontroleerde experimentele omstandigheden kon men zich volgens De Bruyker met een kleiner aantal specimens tevreden stellen, dan wanneer dat materiaal op de natuurlijke groeiplaatsen werd verzameld.

Ondanks deze duidelijke wiskundige invalshoek bij het opzetten van een statistisch onderzoeksproject, bleef het plantkundig onderzoek bij De Bruyker op de eerste plaats puur proefondervindelijk. In het mathematisch bewerken van de cijfergegevens, zoals de biometrie dat voorstonden, lijkt hij weinig vertrouwen te hebben gehad. In dit wantrouwen speelde, zowel bij De Bruyker als bij MacLeod, ongetwijfeld ook hun geringe wiskundige scholing een rol.¹⁶ Meer waarde hechtte De Bruyker aan het experimenteel onderzoek als middel om de variatiecurves af te tasten. Het stelselmatig variëren van de externe omstan-

15. De Bruyker (n.7), *Statistische methode*, 71-72.

16. MacLeod en de Bruyker werden in hun wiskundige berekeningen bijgestaan door hun Gentse collega, de wiskundige C.E. Wasteels. In het voorwoord van *The quantitative method in biology* vermeldt MacLeod nog een andere wiskundige die hem hulp heeft geboden: 'To Professor Niels Bohr, Copenhagen, I am indebted for useful remarks about the mathematical parts': MacLeod (n.2), *Quantitative method*, VIII.



Drietoepige curve van de variatie der aarlenge bij tarwe onder ongunstige voedingsvoorwaarden, uit: *De statistische methode*, 149.

digheden en het vergelijken van de verkregen resultaten creëerde de mogelijkheid om de statistische curves op hun biologische informatie te analyseren, waar mathematisch onderzoek van die biologische informatie te veel afstand nam. Zo bekritiseerde De Bruyker herhaaldelijk de gewoonte in de mathematische statistiek om te werken met het gemiddelde of met de mediaan, terwijl juist deze waarden in de veeltoppige curves vaak niet het minste belang hebben. De toppen (*modi*) komen immers met meer waarschijnlijkheid overeen met individugroepen, die op deze wijze kunnen worden herkend. Wanneer deze toppen zich bovendien in een herkenbare wiskundige reeks (zoals de reeks van Fibonacci) opvolgen, leidt dit tot waardevolle biologische informatie, die na mathematische verwerking helemaal verloren zou zijn gegaan. Hier suggereert De Bruyker een scherpe tegenstelling tussen de werkwijze van biologen en wiskundigen (in casu de biometrici):

En daarom zien wij met verwondering de school van Pearson optreden tegen het hoog belang dat vele biologen – in de eerste plaats Ludwig – aan die 'apparent modes' gehecht hebben, en met nadruk verwijzen naar een paar Composieten-curven waar de toppen buiten de termen der Fibonacci-reeks vallen, om de betekenis dier reeks als onbewezen te beschouwen. Polymorphisme aan heterogeniteit toeschrijven, zooals Biometrika het doet, kan men in vele gevallen; feiten die wij hooger mededeelden steunen die meening. Men gaat echter te ver als men dit als een *algemeene regel* wil laten gelden en met de secundaire toppen voor het opmaken der theoretische curve geen rekening houdt. In plaats van het polymorphisme der curve op meer of minder kunstmatige wijze te doen verdwijnen, is daarentegen het doel der *biologische* analyse in ieder bijzonder geval zijne oorzaken op te sporen.¹⁷

Ondanks een duidelijk wantrouwen jegens de mathematische statistiek en bewust van het diskrediet waarin de statistiek door menig misbruik in het verleden al te vaak was geraakt,

17. De Bruyker (n.7), *Statistische methode*, 138.

hadden De Bruyker en MacLeod toch hoge verwachtingen van de toepassing van de statistiek op de plantkunde. Deze verwachtingen richtten zich voornamelijk op het verkrijgen van kwantitatieve gegevens over de plantenwereld. De variatie als zodanig werd beschouwd als een storend element, dat echter door analyse was terug te brengen tot zuivere lijnen, waaraan eenduidig getallen konden worden toegewezen. Door de storende invloed van de individuele variatie uit te schakelen, liet de statistische methode toe rechtstreekse verbanden tussen oorzaak en gevolg 'door positieve waarden, door cijfers' uit te drukken. Het positivisme dat hoogtij vierde in de fysica en de chemie toonde de weg naar een verwetenschappelijking van de biologie, waarbij de waarnemingen zoveel mogelijk zouden worden losgemaakt van de theoretische opvattingen. Door de kwantitatieve beschrijving van plantesoorten of veredelingsexperimenten zou de plantkunde eindelijk een onaantastbare, feitelijke basis krijgen die ze voorheen steeds had gemist.¹⁸ Hierin toonden zij zich goede leerlingen van Quetelet, die al driekwart eeuw eerder had gesteld (en later vaak herhaald) dat de graad van ontwikkeling van een wetenschap kon worden afgeleid uit de mate waarin zij zich door de wiskunde liet doordringen. Voor Quetelet gold het adagium *mundum numeri regunt*; hetzelfde motto had De Bruyker als ondertitel gekozen voor zijn *Statistische methode*. Ook bij MacLeod was de vooruitgang van de biologie vooral te verwachten van het gebruik van de kwantitatieve methode en het onderzoek van de basisconstanten (*primordia*) van de levende wereld.

In het bijzonder voor de studie der erfelijkheidsverschijnselen had de statistische benadering 'een nieuwen weg gebaad'. De Gentse botanici voelden zich niet alleen erfgename van Quetelet, maar ook van Mendel, 'die, na Quetelet, de eerste er aan dacht het principe der groote getallen en de mathematische methode toe te passen'.¹⁹ Hoewel Mendel in het boek van De Bruyker nog geen rol van betekenis speelde, werd hij al gauw door de Gentse botanici als held ingehaald.²⁰ Het mendelisme lag overigens zeer goed in de lijn van de nieuwe wetenschap die hun voor ogen stond. De erfelijkheidsleer was immers volgens De Bruyker terug te voeren tot de studie van twee begrippen, de erfelijkheid en de veranderlijkheid. In dit laatste was de statistische methode onontbeerlijk. Ook moesten volgens Mendel en de naar hem ontwikkelde factorenanalyse de uiterlijke erfelijke eigenschappen van een plant worden opgesplitst in twee (of meer) duidelijk verschillende categorieën, al dan niet als zichtbare verschijningsvormen. Dit kwam opnieuw goed overeen met MacLeods onderzoek naar de elementaire basiseigenschappen van de planten. Ook het praktisch onderzoek van de erfelijkheidswetten deed een beroep op de statistische methode van grote aantallen en homogene plantenpopulaties.

De Gentse school der botanici heeft niet de kans gehad haar programma af te werken. De eerste wereldoorlog maakte effectief een einde aan hun werk. Het is daarom niet uit te

maken of de statistiek in hun studie van het mendelisme bij hen nog steeds dezelfde hoge verwachtingen opwekte als rond de eeuwwisseling. Vooral de studie van de correlatie bood hiervoor vele kansen, omdat sommige genetische kenmerken, noodzakelijk voor een efficiënte veredeling, vaak slechts via een correlatie-onderzoek konden worden afgeleid. Alleszins lijkt de evolutie naar het mendelisme, een achteruitgang te hebben betekend van hun interesse in de wiskundige statistiek. De opsplitsing van variatiecurven in zuivere lijnen, waartussen enkel sprongsgewijze veranderlijkheid (mutatie) bestond, verminderde de aandacht voor een meer omvattende beschrijving van deze vorm van veranderlijkheid.²¹ Het mendelisme leidde bovendien nog tot een verdere verwijdering van de biometrie. De variatie van uiterlijke kenmerken binnen een populatie was immers niet identiek met de eigenlijke spreiding van erfelijke factoren, die generaties lang latent, maar onverminderd, aanwezig bleven. De praktische toepassing van de erfelijkheidsleer op de veredelings-technieken in de landbouw stelde dan ook de (biometrische) massaselectie, die uitging van uitwendige variatiekenmerken die naar believen konden worden beïnvloed, duidelijk in het ongelijk, ten voordele van de stamboomselectie, steunend op de zuivere lijnen van erfelijke factoren die door mutaties waren onderscheiden. Slechts veel later zou blijken dat de wiskundig statistische benadering van de biometrie een bijdrage kon leveren aan de erfelijkheidsleer van de mendelianen.

SUMMARY

'It seems a new science'. The application of statistical methods by the botanists at Gent around 1900.

Two botanists, Julius MacLeod (1857-1919) and his pupil Caesar de Bruyker (1878-1924), developed in the university of Gent a new approach to problems of heredity in plants. They used statistical methods to evaluate the results of their practical research. To study the influence of conditions of living on the variation of plants they used the ideas of Quetelet on the normal distribution. To explain polymorphic curves they applied the Fibonacci numbers. They concluded that variation could be explained by mathematical laws.

However, they did not succeed in getting followers. After the First World War De Bruyker had to resign because of his collaboration with the German occupation. The strong nationalistic feelings of MacLeod and De Bruyker had isolated them from the mainstream of intellectual achievements in Belgium.

18. MacLeod (n.2), *Quantitative method*, 115-116: 'Many biologists seem to believe that the quantitative method is in relation with certain *theoretical views* about heredity, variation, selection, origin of species, etc.; that the object of the method is to DEMONSTRATE the reality of certain principles. This conception of the question is erroneous. I want to emphasize once more that the object of the quantitative method is not to demonstrate something, but to DISCOVER facts and realities which it is impossible to discover in any other way, and to find an exact expression for the discovered facts. This is independent of any biological theory.'

19. De Bruyker (n.7), *Statistische methode*, 18.

20. Zowel MacLeod als De Bruyker gaan in hun latere publikaties uitgebreid in op het werk van Mendel en de mendelianen. Zie in het bijzonder: C. de Bruyker, *Elementaire lessen over erfelijkheidsleer in verband met het veredelen der gekweekte gewassen*, dl. 1 (Gent, 1918). Dit boek, aangevuld met in handschrift bewaarde lessen, werd posthuum heruitgegeven als: Dr. C. de Bruyker's *elementaire lessen over erfelijkheidsleer in verband met het veredelen der gekweekte gewassen, bezorgd door R. Naveau* (Antwerpen/Gronigen, 1926).

21. In zijn *Elementaire lessen* vermeldt De Bruyker nog slechts terloops dat de ligging van de toppen van veeltopige variatiecurven 'gewoonlijk zeer streng bepaald is': De Bruyker (n. 20), *Elementaire lessen*, 47.