

Mathisca de Gunst

Faculteit der Bètawetenschappen
Vrije Universiteit Amsterdam
m.c.m.de.gunst@vu.nl



Afscheidsrede Valedictory lecture

Over ivoren torens en een glazen plafond

Onderstaande rede is uitgesproken door prof. dr. M.C.M. de Gunst bij haar afscheid als hoogleraar Wiskunde gericht op toepassingen in de Levenswetenschappen, aan de Faculteit der Bètawetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam op 12 april 2024.

In 1988 kwam ik, vrijwel direct na mijn promotie, als universitair docent in dienst bij de afdeling Wiskunde van deze universiteit. In die tijd was het onderzoek in de wiskunde voornamelijk theoretisch van aard en was ik de enige vrouw binnen de wetenschappelijke staf van de afdeling. Geen toegepast onderzoek en de enige vrouw tussen zo'n 20 mannen. Dat kunnen we ons nu, 36 jaar later, amper nog voorstellen. In het komende half uur neem ik u graag mee in hoe de tijden zijn veranderd, hoe ik de ivoren torens en het glazen plafond heb beleefd en wat er naar mijn mening nodig is voor een gelijkwaardiger verdeling tussen mannen en vrouwen in de Nederlandse wiskunde.

Gedurende de laatste fase van mijn wiskundestudie volgde ik uit interesse een paar vakken bij biologie, vakken waarin wiskunde werd gebruikt voor biologische toepassingen. Ik vond dat zeer boeiend. U kunt zich dan ook voorstellen dat ik niet aarzelde toen ik de gelegenheid kreeg om op dat gebied aan de Universiteit Leiden promotieonderzoek te gaan doen onder supervisie van hoogleraar Moleculaire Plantkunde Kees Libbenga van het Botanisch Laboratorium en hoogleraar Mathematische Statistiek Willem van Zwet van

het Mathematisch Instituut. Om precies te zijn, onderzoek naar de groei van plantencelpopulaties in vloeibaar medium en de afhankelijkheid van die groei van bepaalde stoffen in dat medium.

De promotieperiode was een fantastische tijd waarin ik leerde om wiskundig onderzoek te doen op het gebied van stochastische modellering en statistische analyse. Tegelijkertijd gaf ze mij een inkijkje in een deel van de moleculaire plantkunde. Na vele jaren sta ik hier voor u als hoogleraar, bijna emerita, in de 'Wiskunde gericht op Toepassingen in de Levenswetenschappen', dat wil zeggen, voor onderzoek en onderwijs in nog steeds dezelfde richting. Kortom, statistiek voor levenswetenschappen is mij decennialang blijven fascineren.

Onderzoek in statistiek voor levenswetenschappen

Laat ik u eerst eens meenemen in hoe het onderzoek op dit gebied in zijn werk gaat.

Elk nieuw onderzoeksproject begint met een vraag uit de levenswetenschappen. Voor mijn werk geldt dat de vraag altijd gaat over een biologisch proces waarvan de ontwikkeling onderhevig is aan toeval. Essentieel voor het onderzoek is dat er

experimentele data beschikbaar zijn, die kunnen helpen om de vraag te beantwoorden. Deze data kunnen, bijvoorbeeld, zijn verkregen door middel van speciaal daarvoor opgezette experimenten of klinische studies. Voor een statistische analyse van de data is het nodig een wiskundige beschrijving, ofwel wiskundig model, voor de data te hebben. Dit model wordt verkregen door eerst het biologische proces waarin men is geïnteresseerd wiskundig te beschrijven, waarbij zoveel mogelijk bestaande kennis over het biologische proces wordt gebruikt. Zo'n model heeft meestal meerdere onbekende elementen, de zogeheten parameters. Vanuit het procesmodel wordt vervolgens een model voor de data afgeleid, dat diezelfde onbekende parameters bevat. Het idee is, dat als we de onbekende waarden van de parameters zouden kunnen achterhalen, deze ons informatie zouden kunnen verschaffen over het antwoord op de oorspronkelijke vraag.

Het achterhalen van zulke onbekende waarden doen we met behulp van een statistische analyse op basis van het datamodel. Dit betekent, een geschikte methode vinden of, in veel gevallen zelf ontwikkelen, om de onbekende parameters te schatten. Ook moeten we controleren of het gebruikte datamodel goed past bij de data en of de gebruikte statistische methode goed werkt. Behalve de schattingen van de onbekende waarden, bepalen we doorgaans ook de onzekerheidsmarges.

De computer is bij dit alles een onmisbaar hulpmiddel.

Als het allemaal gaat zoals we willen, dan kunnen we op grond van de uitkomsten van de statistische analyse conclusies trekken die de oorspronkelijke biologische vraag beantwoorden. Vaak leiden de uitkomsten tot nieuwe vragen. Dan kunnen nieuwe biologische experimenten worden gedaan of nieuwe klinische gegevens worden verzameld en kunnen dezelfde stappen worden herhaald.

Een voorbeeld: groei van tumoren

Laat ik deze stappen toelichten aan de hand van een voorbeeld.

Gedurende lange tijd heb ik samen met collega's uit Seattle, Heidelberg en Calcutta gewerkt aan wiskundige modellering van het ontstaan van kanker. Een voorbeeld van dit werk betreft een studie van het ontstaan en de groei van tumoren. De vraagstelling was of bepaalde chemische stoffen kankerverwekkend zijn in de lever, in het bijzonder of en hoe de stof ingrijpt in het initiële proces van ontstaan en vermenigvuldiging van kwaadaardige levercellen. Omdat afwezigheid van een bepaald enzym bij levercellen wordt verondersteld een voorstadium van kanker te zijn, was het onderzoek gericht op clusters van enzymdeficiënte cellen. De oorspronkelijke vraag kon dus worden vertaald naar: *wat is de invloed van de hoeveelheid toegediende chemische stof op het aantal en op de grootte van enzymdeficiënte celclusters?*

Daartoe werden experimenten gedaan waarbij muizen zo'n chemische stof kregen toegediend gedurende een aantal periodes en in meerdere doseringen. Vervol-

gens werden op verschillende tijdstippen na toediening van de stof de levers van de dieren onderzocht op groepjes cellen met enzymdeficiëntie. Kleine stukjes weefsel werden bekeken en het aantal en de grootte van enzymdeficiënte celclusters genoteerd. Dit waren onze data.

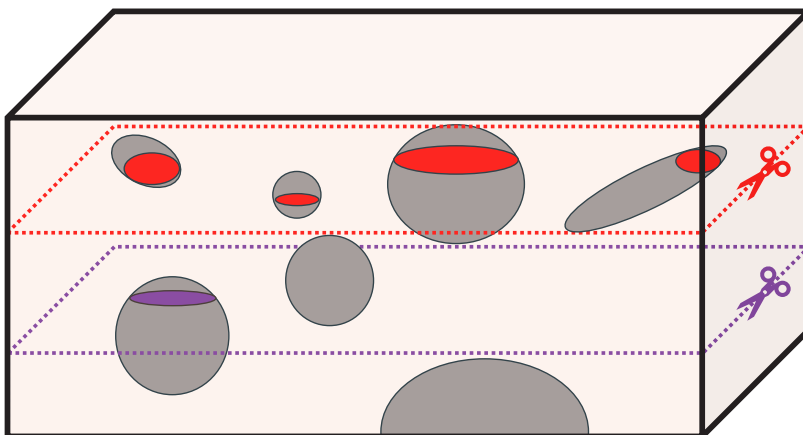
Je zou denken dat het met die data eenvoudig te concluderen zou moeten zijn of de chemische stof in kwestie het aantal en/of de grootte van de celclusters beïnvloedt, maar zo simpel was dit niet. Wat er geobserveerd en genoteerd werd, was namelijk niet het aantal en de grootte van de enzymdeficiënte celclusters zelf, maar omdat er naar de bovenkant van plakjes weefsel werd gekeken, het aantal en de grootte van twee-dimensionale doorsnijdingen van de celclusters. De complicatie is dat aantal en groottes van deze tweedimensionale doorsnijdingen, die we transecties noemen, niet dezelfde zijn als die van de celclusters. Vergelijkbaar met wanneer ik een bol op een willekeurige hoogte zou doorsnijden, kan bij doorsnijding van een celcluster een kleine of grote transectie ontstaan. Zien we een kleine transectie, dan weten we niet of die afkomstig is van een groot of van een klein celcluster. Ook hebben transecties van grotere clusters meer kans om op een weefseldoorsnede voor te komen dan die van kleinere clusters. Het datamodel dat nodig is voor de statistische analyse moet dus een model zijn dat beschrijft welke tweedimensionale transecties we kunnen zien en hoe vaak we die kunnen zien.

Zoals gezegd, kunnen we dit datamodel verkrijgen door eerst het biologische proces waarin we zijn geïnteresseerd wiskun-

dig te beschrijven. Het biologische proces is in dit geval het ontstaan en de groei van de celclusters. Het onderliggende idee is, dat voordat een cel kwaadaardig is, er meerdere onomkeerbare veranderingen, bijvoorbeeld genmutaties, moeten zijn opgetreden. Omdat we waren geïnteresseerd in het initiële proces van ontstaan en vermenigvuldiging van kwaadaardige levercellen, beschouwden we alleen de eerste van die onomkeerbare veranderingen. De aanname was dat de eerste verandering leidt tot een cel met enzymdeficiëntie. Wanneer een cel met enzymdeficiëntie zich deelt, dan zijn de twee dochtercellen ook enzymdeficiënt. Deze dochtercellen kunnen zich daarna zelf weer delen en hun dochtercellen ook weer, enzovoort. Deze cellen blijven bij elkaar zitten en zo ontstaat een cluster van enzymdeficiënte cellen. Omdat we niet met zekerheid kunnen zeggen wanneer een normale cel verandert in een enzymdeficiënte cel, en ook niet wanneer een cel zich gaat delen, zijn beide gebeurtenissen aan toeval onderhevig. Het wiskundige model voor het ontstaan en de groei van de celclusters beschreef daarom het proces van veranderen en delen van cellen in termen van kansen.

In dit procesmodel zaten ook onbekende elementen. In het bijzonder waren twee onbekende parameters van belang: wanneer de waarde van de ene parameter groter wordt bij een hogere dosis van de chemische stof, zou dit betekenen dat de stof het ontstaan van de celclusters versnelt; wanneer de waarde van de andere parameter groter wordt bij een hogere dosis van de chemische stof, zou dit betekenen dat de stof de groei van de celclusters zou versnellen. Met andere woorden, als de onbekende waarden van die twee parameters voor elk van de verschillende toegediende doses van de chemische stof met behulp van de data zouden kunnen worden geschat, zou de oorspronkelijke vraag kunnen worden beantwoord.

De volgende stap was om uit het procesmodel een model voor de data af te leiden waarin diezelfde twee onbekende parameters ook voorkomen. Dit datamodel moest de kansen op de aantallen en de groottes van de transecties beschrijven die je kunt krijgen wanneer je stukjes weefsel waar de celclusters inzitten, op een willekeurige manier doorsnijdt. Daarom hadden we naast de wiskundige beschrijving voor het ontstaan en de groei van celclusters



Figuur 1 Rechthoekig stukje weefsel met 7 celclusters. In de rode doorsnede zien we 4 transecties; in de paarse doorsnede zien we 1 transectie.

een wiskundige beschrijving nodig voor de ruimtelijke structuur van de celclusters. Immers, hoeveel doorsnedes je in een weefselplakje ziet en hoe die doorsnedes eruitzien, wordt niet alleen bepaald door hoeveel celclusters er zijn en hoe groot ze zijn, maar ook door waar de clusters zich ten opzichte van elkaar bevinden en hoe ze groeien in de ruimte. Ook dit hebben we wiskundig beschreven met een kansmodel. Met behulp van de twee sets beschrijvingen en meetkundige overwegingen zijn we er in geslaagd om een datamodel af te leiden dat de eerder genoemde twee onbekende parameters in zich had.

Nu kon eindelijk met de statistisch analyse worden begonnen. Het schatten van driedimensionale grootheden op grond van tweedimensionale data is een vaak voorkomend, meestal lastig statistisch probleem, behorend tot de klasse van zogenaamde inverse problemen. Hoewel het probleem van het schatten van aantal- en grootteverdeling van objecten op grond van observaties aan een vlakke doorsnede al uitgebreid was bestudeerd sinds Sven Wicksell in 1925 [8] de oplossing presenteerde voor bolvormige objecten, was er geen standaard parametrische schattingsmethode voorhanden die bruikbaar was in onze situatie. We moesten deze daarom zelf ontwikkelen. Details hiervan laat ik achterwege.

Later hebben we de analyse nog kunnen verbeteren door in de wiskundige beschrijving ook op te nemen dat verschillende proefdieren niet noodzakelijk hetzelfde zullen reageren op eenzelfde behandeling. Dit betekende dat er veel meer parameterwaarden moesten worden geschat en we andere statistische methoden moesten gebruiken om dit te doen. Voor vakgenoten: daardoor kwam ik voor het eerste in aanraking met Bayesiaanse statistiek en met Markov Chain Monte Carlo methoden die al een tijdje bestonden, maar net waren ontdekt binnen de statistiek. Verrassend was dat niet voor alle parameters een aanname van heterogeniteit nodig bleek. Voor sommige parameters bleek de aanname dat ze voor alle dieren dezelfde waarde hebben, prima te voldoen.

Hebben we uiteindelijk de biologische vraag kunnen beantwoorden? Jazeker. Voor verschillende chemische stoffen hebben we kunnen vaststellen dat de stof ingrijpt in het initiële proces van ontstaan en vermenigvuldiging van kwaadaardige

levercellen en of ze vooral het ontstaan of juist de groei van enzymdeficiënte celclusters beïnvloeden en in welke mate.

Andere voorbeelden

Het onderzoek uit bovenstaand voorbeeld is niet mijn meest recente onderzoek, maar laat naar mijn idee de essentie van het type onderzoek dat ik heb gedaan, goed zien. Een ander vroeg voorbeeld van een toepassing waaraan ik heb gewerkt, is het proces van openen en sluiten van ionkanalen—dit zijn eiwitten in celmembranen die zorgen voor het transport van ionen door het membraan in en uit een cel [3],[4]. Recenter zijn het werk aan de reconstructie van biologische netwerken en onderzoek naar hun ontwikkeling in de tijd of hun afhankelijkheid van bepaalde factoren. Denk hierbij aan gen-gen interactie-netwerken [1],[2], netwerken van hersencellen die elkaar aanzetten tot actie of juist remmen door het sturen van chemische signalen [6], of aan netwerken in de brein waarbij we gebruik maakten van EEG- en fMRI-data [7]. Dit alles meestal samen met promovendi of postdocs en andere collega's in de statistiek en natuurlijk met de levenswetenschappers van wie de vragen kwamen.

Door de aard van mijn werk heb ik veel geleerd over verschillende onderdelen van de biologie. Naar mijn mening is voor de juiste modelkeuze gedegen kennis van het biologische proces in kwestie noodzakelijk. Maar behalve noodzakelijk vond ik het vooral ontzettend leuk om die kennis te vergaren. Daarbij was voor elk nieuw project het type wiskundige modellen dat nodig was, een andere. Ook de gebruikte statistische methoden verschilden per project. Dit betekende iedere keer weer een nieuw stuk van de wiskunde doorgronden, nieuwe elementen toevoegen of bestaande theorieën geschikt maken voor de specifieke toepassing en voor de ontwikkelde methoden laten zien dat ze de gewenste wiskundige eigenschappen hebben. Geweldig!

Het was ook precies de goede tijd om dit type onderzoek te doen en deel uit te maken van de internationale onderzoeksgemeenschap in de biomathematica. Technologische ontwikkelingen, zoals *DNA-microarray* en *functionele MRI*, zorgden in de jaren negentig van de vorige eeuw voor exponentieel toenemende hoeveelheden biologische gegevens op

alle niveaus van biologische organisatie. En dan was er nog de spectaculaire vooruitgang in de rekenkracht van computers. Deze combinatie van ontwikkelingen gaf wetenschappers de mogelijkheid om kwantitatieve, voorspellende modellen van biologische systemen te creëren. Rond de eeuwwisseling verschenen hierover allerlei publicaties. Eén daarvan had de prachtige titel *'Mathematics is biology's next microscope, only better; biology is mathematics' next physics, only better'*. Een titel die de hoge verwachtingen voor mijn vakgebied in die periode goed weer gaf. In diezelfde tijd werd in binnen- en buitenlandse strategierapporten gepleit voor financieringsprogramma's voor dit type onderzoek, die er inderdaad kwamen. Die spannende tijd voor de biomathematica is misschien wel vergelijkbaar met wat er zich nu afspeelt rondom wiskunde en artificiële intelligentie.

U weet nu iets meer over hoe onderzoek in mijn vakgebied in z'n werk gaat. Nu ga ik weer even terug naar het begin van mijn wetenschappelijke loopbaan.

Het begin: wiskunde en biologie

In de jaren tachtig van de vorige eeuw werd in Nederland binnen de biologie mathematische biologie gedaan. Zo waren er onderzoeksgroepen Theoretische Biologie. Ook bestond binnen de geneeskunde in de universitaire ziekenhuizen de medische statistiek. Binnen de wiskunde was het ontwikkelen van wiskunde voor toepassingen in de biologie of de geneeskunde echter nog vrij ongebruikelijk. Slechts een klein aantal wiskundigen binnen de wiskundige analyse werkte aan modellen voor, bijvoorbeeld, de groei en interactie van biologische populaties of de verspreiding van infectieziekten. Maar binnen mijn vakgebied de mathematische statistiek deed op het moment dat ik aan mijn promotieonderzoek begon, zo goed als niemand iets met biologie. Andere soorten van toegepaste wiskunde waren eveneens dun gezaaid, behalve misschien de mathematische fysica die voornamelijk theoretisch van aard was.

Ivoren toren in een bloementuin

Indertijd was er binnen de wiskunde een duidelijke rangorde. De zogenaamde zuivere wiskunde met gebieden als algebra, meetkunde en topologie, stond bovenaan



Figuur 2 Ivoren toren in een bloementuin.

in die rangorde. Daarna kwam de zogenaamde toegepaste wiskunde, die net zo theoretisch was en gebieden omvatte als kansrekening, statistiek en operations research. De wiskundige analyse zat daar ergens tussenin, maar werd waarschijnlijk toch meer als toegepaste wiskunde beschouwd. En wanneer je, zoals ik, wiskundige theorieën of wiskundige methoden ontwikkelde voor werkelijke toepassingen en ze ook zelf toepaste op echte data, bungelde je helemaal onderaan in de rangorde. Best een opmerkelijke hiërarchie, als je bedenkt dat de wisselwerking tussen de wiskunde en andere vakgebieden, zoals de natuurkunde, altijd een van de belangrijkste inspiratiebronnen is geweest voor de ontwikkeling van de wiskunde.

Aan de andere kant was er het perspectief van de buitenwereld, die wiskundigen beschouwde als wereldvreemde wezens, die zich opsloten in hun ivoren torens om onbegrijpelijke dingen te doen. Je was bepaald niet meteen populair als je zei dat je wiskunde deed. En al helemaal niet als vrouw. Tijdens mijn studie wiskunde antwoordde ik soms op de vraag wat ik deed, maar dat ik in de horeca werkte—wat overigens óók waar was—omdat anders het gesprek meteen klaar was.

Door de jaren heen is ten aanzien van beide perspectieven veel veranderd. Binnen de wiskunde groeide het besef dat men niet zonder de echte toegepaste wiskunde kon. Men erkende dat wiskunde een belangrijke rol speelt onder de motorkap van de samenleving en dat ook die wiskunde dient te worden ontwikkeld. Denk aan

weersvoorspellingen, de versleuteling van WhatsApp berichten of de logistiek bij tal van bedrijven en in de zorg. Verder kwamen er voor interdisciplinair onderzoek en onderzoek in de wiskunde gericht op toepassingen nieuwe mogelijkheden voor financiering van onderzoek, geld dat de wiskunde-instituten hard nodig hadden. Daardoor zien we vandaag binnen de Nederlands wiskunde naast onderzoek voor toepassingen in de levenswetenschappen, onder andere, onderzoek voor toepassingen in het bedrijfsleven, de chemie en het klimaat, onderzoek in de forensische statistiek en de sterk groeiende wiskunde voor artificiële intelligentie.

In de buitenwereld is het beeld van de wiskunde en de wiskundige ook gekanteld. Dankzij mensen als Ionica Smeets met haar optredens op tv en haar columns in de Volkskrant en Robbert Dijkgraaf die in een populair televisieprogramma het begrip ‘oneindig’ uitlegde, is de wiskunde dichterbij het publiek gekomen en zijn wiskundigen wat meer gewone mensen geworden.

Of ik pleit voor het wegnemen van die ivoren torens? Nee zeker niet! Het is essentieel dat de wiskundige zich kan terugtrekken en zonder te worden afgeleid wiskunde kan bedrijven. Ik heb in mijn 36-jarige loopbaan nog geen enkele wiskundige ontmoet die daar niet blij van wordt. De een kijkt daarbij alleen af en toe diep in gedachten door het torenraam naar buiten, terwijl de ander regelmatig een ommetje of verdere wandeling maakt. Die verscheidenheid is goed voor de wiskun-

de. Mijn ivoren toren stond in een weelderige bloementuin, waar ik tijdens mijn wandelingen biologen en andere wiskundigen heb ontmoet en naar hartenlust de mooiste boeketten heb geplukt om daarna met evenveel plezier mijn toren weer binnen te gaan.

En dan nu de glazen plafonds

Aan het begin van mijn verhaal vertelde ik u, dat bij mijn komst naar de afdeling Wiskunde in 1988 mijn nieuwe collega's van de vaste staf allen man waren. Dit heeft wel zo'n tien tot vijftien jaar geduurd. Ik keek daar niet van op. Toen ik studeerde was het percentage meisjes dat wiskunde studeerde slechts tien procent en in de tijd van mijn promotieonderzoek waren collega Sara van de Geer en ik met soms nog een promovenda uit België de enige vrouwelijke deelnemers van de jaarlijkse nationale bijeenkomst voor de kansrekening en de statistiek.

Het was in die tijd gewoon dat vrouwen in de Nederlandse wiskundewereld sterk in de minderheid waren en ik was eerlijk gezegd niet met dit onderwerp bezig. Wel werd ik van tijd tot tijd door mijn omgeving op de feiten gedrukt.

Neem de talloze keren dat ik brieven en later e-mails ontving met als aanhef ‘Geachte heer’.

Of de keer dat ik in mijn beginperiode een college overnam van een collega en één van de studenten bij binnenkomst net iets te hard uitriep: “Een vrouw!” Het viel niet op te maken of dit uit blijheid was of was bedoeld om mij op de proef te stellen. In elk geval staat het moment mij nog helder voor de geest.

Een ander voorbeeld. Toen ik rond 2010 met de opleidingsdirecteur van Artificiële Intelligentie besprak dat er zeer weinig studenten naar de colleges kwamen die ik toen voor die opleiding verzorgde, was zijn reactie: “Ach, dat is bij ons normaal en het is erger bij vrouwelijke docenten.” Het was een opluchting dat het kleine opkomstpercentage niet geheel aan mij lag, maar een treurig antwoord was dit natuurlijk wel. Blijkbaar deed je het als vrouw bij deze studenten per definitie niet goed.

Als laatste voorbeeld een nogal gênante gebeurtenis. In een conceptverslag van een sollicitatiecommissie waarvan ik deel uitmaakte, stond achter de namen van de mannelijke commissieleden het instituut waar zij werkten, en achter mijn

naam prijkte enkel het woord ‘vrouw’. Volgens de commissievoorzitter was dat “het gevolg van een wat uit de hand gelopen political correctness”. Om het aantrekken van vrouwelijke medewerkers te bevorderen was het namelijk vanaf een zeker moment verplicht gesteld dat in elke sollicitatie- of benoemingsadviescommissie voor een wetenschappelijke functie of in een beoordelingscommissie van onderzoeksvoorstellen tenminste één vrouw participeerde. De toevoeging ‘vrouw’ achter mijn naam maakte duidelijk dat daaraan netjes voldaan was. Ik heb vooral moeten lachen om dit voorval. En ik hoop dat de verplichte maatregel voortkwam uit meer dan politieke correctheid. De weinige vrouwen in de exacte wetenschappen kregen het er in elk geval druk mee.

De cijfers

Inmiddels waren er rond de beginjaren 2000 binnen onze afdeling enkele vrouwelijke collega’s bijgekomen, maar erg hard ging het niet. Tot 2019 schommelde het aantal vrouwelijke wetenschappelijk medewerkers tussen 2 en 4, op een totaal van rond de 20. Vanaf 2019 begon dit te groeien en momenteel zijn het er 9 op een totaal van 38. Dat brengt het aandeel vrouwelijke vaste staf op slechts grofweg een kwart. Bovendien is de verdeling qua functieniveau enorm scheef: voor de drie oplopende functies universitair docent, universitair hoofddocent en hoogleraar zijn de percentages van het aandeel vrouwen, respectievelijk, 35 procent, 14 procent en 9 procent. Met elke stap op de wetenschappelijke ladder neemt het verschil tussen het aandeel vrouwen en mannen toe.

Een rondgang langs de websites van de andere Nederlandse wiskunde instituten leerde me dat de cijfers voor de gehele Nederlandse wiskunde, in elk geval voor de hoogste twee functies, vergelijkbaar zijn. Ervan uitgaande dat die cijfers actueel zijn. Al met al kunnen we concluderen dat anno 2024 een aandeel vrouwelijke wiskundehoogleraren in Nederland rond de 10 procent bedroevend weinig is. Ter vergelijking, voor de hele Nederlandse wetenschap is het aandeel vrouwelijke hoogleraren 27 procent [5]. Ook niet genoeg, maar al wel een stuk beter. Zouden we de situatie binnen de wiskunde beschrijven door middel van de zogenaamde Glazen Plafond Index, dan zou de conclusie zijn dat hier onmiskenbaar een heel dik glazen

plafond boven onze hoofden hangt.

Je kunt je afvragen: “Waar komt dit dikke glazen plafond vandaan en hoe krijgen we het weg?”

Vrouwelijke sollicitanten

Laat ik beginnen met het aantal vrouwelijke sollicitanten. Dat is meestal een stuk lager dan op grond van de cijfers mag worden verwacht. Het is welbekend dat vrouwen minder dan mannen geneigd zijn om op een functie te solliciteren wanneer ze één of meer functie-eisen zien staan waarover ze zich niet geheel zeker voelen. Gemiddeld genomen concentreren vrouwen zich eerder op wat ze niet kunnen en mannen op wat ze wel kunnen.

De verplichte participatie van vrouwen in sollicitatie- of benoemingsadviescommissies, die ik zojuist noemde, zou moeten helpen om het patroon te doorbreken dat mannen in een alleen uit mannelijke leden bestaande commissie kandidaten selecteren die op hen lijken. Het leverde—althans voor de wiskunde—helaas minder snel resultaat op dan gedacht. Ik moet bekennen dat ik zelf in het begin net zo hard mijn voorkeur uitsprak voor een doorgaans mannelijke kandidaat die zelfverzekerd zijn onderzoek, ervaring en kwaliteiten wist aan te prijzen. Dit ten nadele van vaak vrouwelijke kandidaten die ongetwijfeld net zo goed waren maar wat minder flitsend optraden, of eerlijk waren over de dingen waar ze minder goed in waren. Ik heb geleerd.

Studentenevaluaties

Nog altijd zorgen beoordelingsmechanismen ervoor dat mannen een grotere kans hebben om promotie te maken. Maar er speelt nog iets extra’s. Ik vertelde u over de groep studenten die meer dan tien jaar geleden minder vaak de colleges van vrouwelijke docenten bezochten. Deze lagere waardering voor de vrouwelijke docent geldt vandaag de dag nog steeds. Ook recente onderzoeken wijzen uit dat er bij de cursus-evaluaties door studenten een aanzienlijke geslachtsbias is. Vrouwelijke docenten scoren bij deze studentenevaluaties systematisch lager dan mannelijke docenten, wel tot 37 procent. Bij wiskundevakken kan dit verschil zelfs nog groter zijn. U moet weten dat de resultaten van onderwijsevaluaties formeel of informeel een rol spelen bij de beoordeling van wetenschappelijk medewerkers en bij het be-

palen of zij aan de vereisten voor een promotie voldoen. Zie hier dus een extra risico op ongewenste gevolgen voor de carrières van vrouwelijke academici.

Leerstoelen voor vrouwen in wiskunde

Tot slot een vakspecifiek aspect. In Nederland werd en wordt vaak gedacht dat vrouwen minder goed zijn in wiskunde dan mannen. Ook door wiskundigen. Hoe vaak heb ik niet gehoord dat een man veelbelovend was, ook in situaties waarin hij nog ongeveer niets had laten zien. Terwijl over een vrouw de standaardopmerking was dat ze zich eerst nog maar eens moest bewijzen, zelfs wanneer er al duidelijk het een en ander op haar naam stond.

Vraagt u mij of dit ooit goed komt, dan zeg ik: voor de verre toekomst zie ik goede perspectieven. Momenteel is meer dan de helft van onze interne promovendi vrouw. Naarmate deze jonge vrouwen meer vrouwen om zich heen zien, zullen zij vaker geneigd zijn hun carrière in de wetenschap te willen voortzetten. Daarnaast zijn er genoeg meisjes die wiskunde komen studeren. Bij ons op de VU was hun aandeel in de instroom van de Bachelor Mathematics in de afgelopen vijf jaar gemiddeld maar liefst 45 procent.

Echter, gezien waar we nu staan, ben ik niet optimistisch dat het vanzelf goed komt. Natuurlijk, wat de groei van het aantal vrouwelijke wiskundigen in Nederland betreft lijken we op de goede weg te zijn en diversiteit en inclusie worden omarmd. Maar het gaat te traag en ik hoor nog steeds het excuus dat de gewenste vrouwen er gewoon niet zijn. Stimulerende of meer sturende maatregelen zouden wat mij betreft dan ook zeer welkom zijn. Jammer genoeg werkt het tij niet mee.

De eerste stimulerende maatregel voor de gehele Nederlandse wetenschap uit 2017—de Westerdijk Talentimpuls voor meer vrouwelijke hoogleraren—lijkt te zijn uitgewerkt. Ter illustratie: in 2023 nam het aandeel vrouwelijke hoogleraren in Nederland nog slechts toe met 0,9 procent [5]. In het huidige groeitempo zullen er pas over twintig jaar evenveel mannelijke als vrouwelijke hoogleraren zijn in Nederland. Om die reden pleit het Landelijk Netwerk Vrouwelijke Hoogleraren samen met de zogenoemde Athena’s Angels voor een tweede impuls voor de benoeming van extra vrouwelijke hoogleraren: de Anna Maria van Schurman Impuls, vernoemd naar

de eerste vrouwelijke student die in 1636 werd toegelaten aan een Nederlandse universiteit. Deze impuls moet ertoe gaan leiden dat in 2036 pariteit bereikt wordt, vierhonderd jaar nadat deze Anna mocht gaan studeren. De gesprekken over deze nieuwe impuls zijn door het demissionair worden van het kabinet helaas stil komen te liggen.

Een dergelijke impuls is uiteraard belangrijk voor de Nederlandse wetenschap. Maar naar verwachting zou het voor de wiskunde, als zij daar al van profiteert, zo'n klein aantal nieuwe hoogleraren opleveren, dat dit slechts een druppel vormt op een gloeiende plaat. Graag zou ik daarom pleiten voor de instelling van speciale leerstoelen voor vrouwen in de wiskunde, vergelijkbaar met de Fenna Diemer Lindeboom-leerstoel aan de VU maar dan specifiek voor wiskunde, die na een periode kunnen worden omgezet in reguliere leerstoelen. Hoe mooi zou het zijn, een Maryam Mirzakhani-leerstoel, vernoemd naar de beroemde Iraanse wiskundige uit Stanford die helaas niet ouder werd dan veertig jaar. De Fenna Diemer Lindeboom-leerstoelen hebben bewezen dat dit werkt. Of fellowships als de Groningse Rosalind Franklin Fellowships voor een *tenure track* positie, maar dan speciaal voor de wiskunde, al blijft in dat geval het probleem dat de vrouwen daarna nog steeds door een aantal glazen plafonds heen moeten om hoogleraar te kunnen

worden. Gezien de huidige zorgelijke financiële situatie in universitair Nederland vrees ik dat dit helaas dagdromerij is.

Het zal dus vooral uit de wiskunde zelf moeten komen. Terwijl het onderwerp diversiteit, met name ten aanzien van de gender bias, al vele jaren de aandacht had, begon de groei van het aantal vrouwelijke stafleden in de wiskunde, niet alleen binnen onze afdeling maar in heel Nederland, pas echt in 2019, nog wel voornamelijk op universitair docent-niveau. De reden: de sectorplangelden van het ministerie van OCW voor extra posities waarvan een voorgeschreven percentage bezet moest gaan worden door een vrouw. Vanaf het moment dat deze verplichting er kwam, toen het echt moest, waren de geschikte vrouwen er ineens wel.

In mijn ogen heeft de 'sectorplan-dwang' het onderwerp, in elk geval binnen onze afdeling, op de kaart gezet en ons bewust gemaakt van hoe het meestal ging in zo'n sollicitatieproces. Met als gevolg dat we met elkaar zijn gaan nadenken over hoe dit beter kan, waardoor het nu duidelijk beter gaat. Want natuurlijk zijn die geschikte vrouwen er als we goed en onbevooroordeeld kijken. De hogere functies blijven echter een serieus aandachtspunt.

Dus ik roep collega-wiskundigen op: moedig vrouwen aan te solliciteren, wees je bewust van de valkuilen in sollicitatie- en benoemingsadviescommissies, gooi

de studentenevaluaties in de prullenbak en vooral: zet je vooroordelen overboord. Geef aan de 'vergeten' vrouwen hun welverdiende promotie. En, essentieel, benoem de komende jaren in vrijkomende of nieuwe posities vrouwen op senior niveau, in een zo hoog mogelijke functie.

De faculteits- en universiteitsbesturen roep ik op om dit te steunen en faciliteren met een passend, flexibel personeelsbeleid.

Er moeten immers nog veel glazen plafonds aan diggelen.

Tot slot

Voor deze rede heb ik de onderwerpen 'ivoren torens' en 'glazen plafond' gekozen, omdat ik denk dat de manier waarop tegen echt toegepaste wiskunde en tegen het werk van de weinige vrouwen in ons veld werd en wordt aangekeken, de meeste impact heeft gehad op mijn academische bestaan. Daarmee wil ik niet zeggen dat ik van beide evenveel last heb gehad. Ik heb me lange tijd veelvuldig onzeker gevoeld over mijn plaats in de wiskundige rangorde vanwege het type onderzoek dat ik deed. Maar ik heb me eigenlijk nooit onzeker gevoeld over het feit dat ik als een van de weinige vrouwen in de Nederlandse wiskundewereld rondstapte. Gelukkig maar: aan wat je doet kun je iets veranderen als je dat zou willen, maar aan wie je bent niet.



Referenties

1. M. Aflakparast, M.C.M. de Gunst, W.N. van Wieringen, Reconstruction of molecular network evolution from cross-sectional omics data, *Biometrical Journal* 60(3), 547–563, doi: 10.1002/bimj.201700102, 2018.
2. G. Geeven, R.E. van Kesteren, A.B. Smit, M.C.M. de Gunst, Identification of context-specific gene regulatory networks with GEMULA| Gene expression modeling using Lasso, *Bioinformatics* 28(2), 214–221, doi: 10.1093/bioinformatics/btr641, 2012.
3. M.C.M. de Gunst, Wiskundige modellering van biologische processen: een uitdaging, *Nieuw Archief van de Wiskunde*, 5/4, 122–130, 2003.
4. M.C.M. de Gunst, O. Shcherbakova, Asymptotic behavior of Bayes estimators for hidden Markov models with application to ion channels, *Mathematical Methods of Statistics* 17, 342–356, doi: 10.3103/S1066530708040054, 2008.
5. Landelijk Netwerk Vrouwelijke Hoogleraren, *Monitor Vrouwelijke Hoogleraren 2023*, <https://www.lnvh.nl/monitor2023>, 2023.
6. F. Rigat, F., M.C.M. de Gunst, J. van Pelt, Bayesian modelling and analysis of spatial-temporal neuronal networks, *Bayesian Analysis* 1(4), 733–764, doi: 10.1214/06-BA124, 2006.
7. B.P. Roš, F. Bijma, M.C.M. de Gunst, J.C. de Munck, A three domain covariance framework for EEG/MEG data, *NeuroImage* 119, 305–315, doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.06.020, 2015.
8. S.D. Wicksell, The corpuscle problem. A mathematical study of a biometric problem, *Biometrika* 17, 84–99, doi: 10.1093/biomet/17.1-2.84, 1925.