

*Citation:*

P.W. Kasteleyn, Levensbericht M. Kac, in:  
Jaarboek, 1985, Amsterdam, pp. 183-186

Levensbericht van

## **Mark Kac**

(3 augustus 1914 – 25 oktober 1984)

door **P.W. Kasteleyn**

Op 25 oktober 1984 overleed op 70-jarige leeftijd Mark Kac, hoogleraar in de wiskunde aan de University of Southern California, sinds 1981 buitenlands lid van onze Akademie.

Mark Kac werd op 3 augustus 1914 in Krzemieniec, Polen, geboren. Het gezin waarin hij zou opgroeien week in oostelijke richting uit voor het dreigende oorlogsgeweld aan het Russische front, maar keerde naar zijn geboorteplaats terug toen deze in 1921 in de nieuwe Poolse staat was opgenomen.

De wiskunde is begonnen hem te fascineren toen hij als tienjarige onder aanmoediging van zijn vader de meetkunde ging ontdekken. Tijdens zijn middelbare schooltijd wekten de lessen van Jadwiga Falkowska, leerlinge van de bekende Poolse fysicus Marian Smoluchowski, ook zijn belangstelling voor de natuurkunde.

In 1931 ging Kac wiskunde studeren aan de Johan Casimir Universiteit in Lwów. Na enkele jaren maakte hij kennis met A.A. Markov's „Wahrscheinlichkeitsrechnung”, dat een enorme indruk op hem maakte. Kort daarop begon hij ook zelf activiteit op het gebied der waarschijnlijkheidsrekening te ontplooien. Aanleiding hier toe was een voorstel van Prof. Hugo Steinhaus, wiens seminaria hij bijwoonde, tot het bestuderen van wat Steinhaus (stochastisch) onafhankelijke functies noemde. Daarmee begon een periode die een blijvend stempel op Kac gedrukt heeft. Zijn eerste resultaten wekten op slag Steinhaus' enthousiasme en bewondering, en de verhouding leermeester-leerling was al spoedig veranderd in een samenwerking tussen een oudere en een jongere collega. Steinhaus, met zijn scherp inzicht in wat wezenlijk is en wat uiterlijk vertoon, moedigde in Kac de zin voor het oplossen van concrete problemen door „harde” analyse aan.

In 1937 promoveerde Mark Kac en een jaar later vertrok hij naar de Verenigde Staten om op basis van een Parnas Foundation Fellowship aan Johns Hopkins University te gaan werken. Het uitbreken van de tweede wereldoorlog maakte een terugkeer naar Europa onmogelijk, waardoor hem het lot van zijn naaste verwanten en miljoenen anderen bespaard bleef. Hij werd Amerikaan, in de volle zin van het woord, maar bleef daarnaast Polen en de Poolse cultuur oprecht toegewijd.

Na zijn tijd bij Johns Hopkins kwam hij naar Cornell University, Ithaca (1939). Toen vele wetenschappelijke onderzoekers zich in het kader van de oorlogsinspanningen aan toegepast onderzoek gingen wijden, stelde ook Kac zijn gaven in dienst van zijn nieuwe vaderland. Terwijl hij zijn onderwijsactiviteiten in Cornell voortzette, nam hij in 1943 een adviseurschap op zich op het M.I.T. Radiation Laboratory

van het Office of Scientific Research and Development. Daar ging hij binnen de theoriegroep van de Fundamental Research Division werken aan vraagstukken betreffende de voortplanting van elektromagnetische golven, de detecteerbaarheid van zwakke signalen en de daarmee samenhangende theorie van de ruis. Deze theoriegroep stond onder leiding van de uit Nederland afkomstige theoretisch fysicus George E. Uhlenbeck.

De samenwerking met Uhlenbeck had verstrekkende gevolgen voor de ontwikkeling van Kac' wetenschappelijk werk en voor zijn persoonlijk leven. In de eerste plaats kwam hij in direct contact met wat hij zelf omschreef als „physics as it is *done* by physicists and not merely *imagined* by mathematicians”. Het versterkte verder zijn voorliefde voor het concrete boven het abstracte en formele. Voortaan was hij zowel mathematicus als mathematisch fysicus, ook al zei hij zelf, geen fysicus te zijn geworden.

In 1947 werd hij hoogleraar aan Cornell University, een functie die hij tot 1961 zou bekleden. In dat jaar aanvaardde hij een hoogleraarspositie op Rockefeller University, New York; hij bleef daarnaast als „Andrew D. White Professor at Large” een formele band met Cornell behouden. Een zeer belangrijke reden voor deze overstap was het feit dat hij op Rockefeller een naaste collega werd van Uhlenbeck, zodat de in de oorlog ontstane interactie, samenwerking en vriendschap voortgezet en geïntensiveerd konden worden.

Twintig jaar bleef Kac aan Rockefeller University verbonden; in 1981 verwisselde hij zijn leerstoel voor een aan de University of Southern California, waar hij actief bleef tot ziekte hem dit onmogelijk maakte.

Mark Kac heeft veelvuldige en intensieve contacten gehad met Nederlandse fysici en mathematici. In het voorjaar van 1963 bezette hij de Lorentz-leerstoel in de theoretische natuurkunde aan de Leidse Universiteit. Gedurende zijn vrij korte verblijf aldaar ontplooidde hij een buitengewoon grote activiteit. Onvergetelijk voor wie erbij waren was zijn voordracht voor het Colloquium Ehrenfestii getiteld „Can one hear the shape of a drum?”, waarin hij zijn gehoor binnen de tijd van één uur op magistrale wijze door een groot deel van de mathematische fysica rondleidde. Sedert de tijd van zijn Leidse hoogleraarschap beschouwde hij zich tussen zijn uit Nederland afkomstige collega's op Rockefeller als „honorary Dutchman”. In het academisch jaar 1979–1980 was hij opnieuw in Nederland, nu als Kramers-hoogleraar in Utrecht.

Gedurende zijn wetenschappelijke carrière heeft Mark Kac baanbrekende bijdragen geleverd tot zeer uiteenlopende delen van de wiskunde en de mathematische fysica. Inzichten, intuïtie en technieken uit de waarschijnlijkheidstheorie hebben daarbij onveranderlijk een centrale rol gespeeld.

Het begon reeds met zijn werk bij Steinhaus, waarin langs probabilistische weg zuiver analytische resultaten werden gevonden; hierbij werd o.m. een centrale limietstelling in de analyse afgeleid (1937). Een belangrijk element in dit werk was de ontdekking dat de waarden die een voldoende gladde periodieke functie aanneemt op een rij reële getallen die voldoende snel in afstand toenemen, als „bijna onafhankelijk” beschouwd mogen worden.

Analoge waarschijnlijkheidstheoretische ideeën paste Kac na zijn aankomst in de Verenigde Staten toe op getaltheoretische problemen, deels in samenwerking met Paul Erdős. Hieruit heeft zich de belangrijke probabilistische theorie van het gedrag van getaltheoretische functies ontwikkeld.

Ook tot de eigenlijke waarschijnlijkheidstheorie heeft Kac in belangrijke mate bijgedragen. Genoemd moeten in dit verband worden zijn formulering van een „invariantieprincipe” voor de limietverdeling van bepaalde rijen waarschijnlijkheidsverdelingen (1946), zijn generalisatie van P. Lévy’s arcsinus-wet (1947), beide opnieuw met Erdős, en zijn artikel over terugkeerkans en terugkeertijd in discrete stochastische processen (1947). Grote faam verwierf hij ook met zijn afleiding van wat bekend is geworden als de Feynman-Kacformule (1949), waarmee hij – geïnspireerd door R.P. Feynman’s heuristische introductie van padintegralen in de quantummechanica – een verband legde tussen Wiener-integralen uit de theorie der Brownse beweging en bepaalde partiële differentiaalvergelijkingen. Dit laatste onderzoek strekte zich uit tot in het gebied van de potentiaaltheorie.

Uit de laatstgenoemde onderwerpen blijkt reeds hoe dicht Kac’ onderzoek in de buurt van de theoretische fysica kwam. Sterker nog was dat het geval met zijn werk aan het urnenmodel van Ehrenfest. Hij slaagde erin, de evolutievergelijking van dit model (dat als een discrete benadering van Brownse beweging is op te vatten en wezenlijk heeft bijgedragen tot een goed inzicht in irreversibiliteit) exact op te lossen (1947).

Met de analyse van het urnenmodel zijn wij terechtgekomen bij Kac’ vele en belangrijke bijdragen tot de statistische fysica. In 1952 lanceerde hij tezamen met T.H. Berlin het sferische model van een ferromagneet. Dit model wijkt af van meer realistische modellen zoals het Heisenbergmodel doordat de eis dat iedere spin een vaste grootte (en een willekeurige richting) heeft is vervangen door de eis dat alleen de som van alle gekwadraterde spincomponenten tezamen constant is. Niettemin blijft het (naar zijn eigen woorden) geworteld in de werkelijkheid, zodat de theorie ervan antwoord geeft op reële vragen, niet op vragen waarin niemand geïnteresseerd is. Aan theorieën van de laatste soort had hij een hartgrondige hekel. Inderdaad heeft het sferische model een belangrijke functie vervuld in de theorie van faseovergangen en hebben de berekeningen van Berlin en Kac vele toepassingen gevonden.

Baanbrekend was ook zijn werk met J.C. Ward (1952), waarin werd aangetoond dat de befaamde oplossing van het tweedimensionale Isingmodel die door Onsager langs algebraïsche weg gevonden was, ook met een eenvoudige combinatorische methode af te leiden was. Weliswaar heeft Kac in dit werk bij uitzondering genoeg genomen met een min of meer heuristische afleiding, maar zoals S. Sherman (1960) heeft laten zien kan het bewijs geheel streng gemaakt worden. De invloed die het artikel van Kac en Ward op de theorie van faseovergangen gehad heeft was bijzonder groot.

Een andere bijdrage tot de genoemde theorie die gememoreerd moet worden is zijn werk aan gasmodellen, uitmondend in de eerste strenge afleiding, uitgevoerd tezamen met Uhlenbeck en P.C. Hemmer, van de eertijds aan de hand van intuïtieve begrippen opgestelde theorie van Van der Waals. Daarnaast heeft hij aan vele andere onderwerpen gewerkt, zoals stelsels gekoppelde harmonische oscillatoren, de Boltzmannvergelijking, de Langevinvergelijking, ruis, verstrooiingsproblemen en de theorie en fysische toepassingen van Toeplitzmatrices.

Al dit werk heeft een aantal trekken gemeen die karakteristiek zijn voor Mark Kac. De artikelen zijn helder, leesbaar, compact zonder kryptisch te worden en volledig zonder wijdloping te zijn. Zij behandelen dikwijls concrete voorbeelden, speciale gevallen, die zo gekozen zijn dat zij een strenge wiskundige behandeling toelaten

maar tevens de essentiële trekken van het algemene geval duidelijk doen uitkomen. Kac had zoals gezegd een hekel aan wat hij beschouwde als opgeblazen formele bouwsels zonder veel inhoud en een voorliefde voor het detail dat hem in staat stelde zijn lezer of toehoorder de weg naar de grote structuren te wijzen. Hij liet dikwijls in zijn tekst uitkomen hoe hij ertoe gekomen was een bepaalde weg te volgen. En als hij al een keer de historie geweld aandeed, zoals in een passage in een van zijn boeken, dan haastte hij zich, de lezer achteraf uit de droom te helpen met de volgende voetnoot: „For the sake of historical accuracy and to disabuse the reader from the notion that „black magic” is being practiced in this branch of mathematics we may as well tell the truth. (. . .) Here I have rearranged the proof, with malice aforethought to achieve a certain dramatic effect”.

Zijn grote didactische gaven maakten Kac tot een veelgevraagd spreker. In 1965 was een voordracht van hem, die evenals de eerder genoemde Leidse lezing getiteld was „Can one hear the shape of a drum?” onderwerp van een film gemaakt onder auspiciën van de Mathematical Association of America. Voor het op deze voordracht gebaseerde artikel (1966) werd hem de Chauvenetprijs van de M.A.A. toegekend, een prijs die hij reeds eerder (in 1949) had ontvangen voor zijn analyse van het urnenmodel.

Andere onderscheidingen die hem ten deel vielen waren een eredoctoraat van Case Institute of Technology (1966), de Birkhoffprijs van de American Mathematical Society en de Society for Industrial and Applied Mathematics (1978) en een eredoctoraat van de Université Libre de Bruxelles (1984). Hij was voorts lid van de National Academy of Sciences en behalve van onze Akademie ook Buitenlands lid van de Koninklijke Noorse Akademie van Wetenschappen. Van het Wiskundig Genootschap was hij honorair lid.

Groot is de invloed die Mark Kac op wiskundigen en natuurkundigen heeft gehad, zowel door zijn artikelen en boeken als door zijn lezingen en door persoonlijke contacten. Het enthousiasme dat hem bezielde wist hij steeds op anderen over te dragen. Tal van fysici wist hij aldus voor de wiskunde te interesseren, vele mathematici voor de natuurkunde. Zijn scherp inzicht, zijn humor en zijn opbouwende kritiek maakten discussies met hem tot een belevenis. De herinnering zal blijven aan een briljant geleerde, een begenadigd didacticus en een warme, markante persoonlijkheid.