

## Rob van den Berg

Stochastics Group  
Centrum Wiskunde & Informatica  
j.van.den.berg@cwi.nl

### In Memoriam Harry Kesten (1931–2019)

# Fenomenaal kansrekenaar en inspirerende persoonlijkheid

Op 29 maart 2019 overleed Harry Kesten, emeritus hoogleraar wiskunde aan de Cornell University, in zijn woonplaats Ithaca in de Verenigde Staten. Hij is 87 jaar geworden. Rob van den Berg, die meerdere malen met hem samenwerkte, beschrijft zijn loopbaan en haalt enkele persoonlijke herinneringen op.

Harry Kesten heeft gewerkt aan vele onderwerpen in de kansrekening en was een van de allerbesten op dit gebied. In 1981 ontving hij de Brouwermedaille, en in 2001 de Steele Prize for Lifetime Achievement. Hij groeide op in Nederland en hield ook na zijn vertrek naar de Verenigde Staten banden met Nederland. Naast lid van de Amerikaanse National Academy of Sciences was Harry ook lid (correspondent) van de KNAW.

Sinds ongeveer 2008 leed Harry aan de ziekte van Parkinson, de laatste jaren in ernstige mate. Zijn vrouw, Doraline, overleed in 2016. Zij laten een zoon, Michael, na.

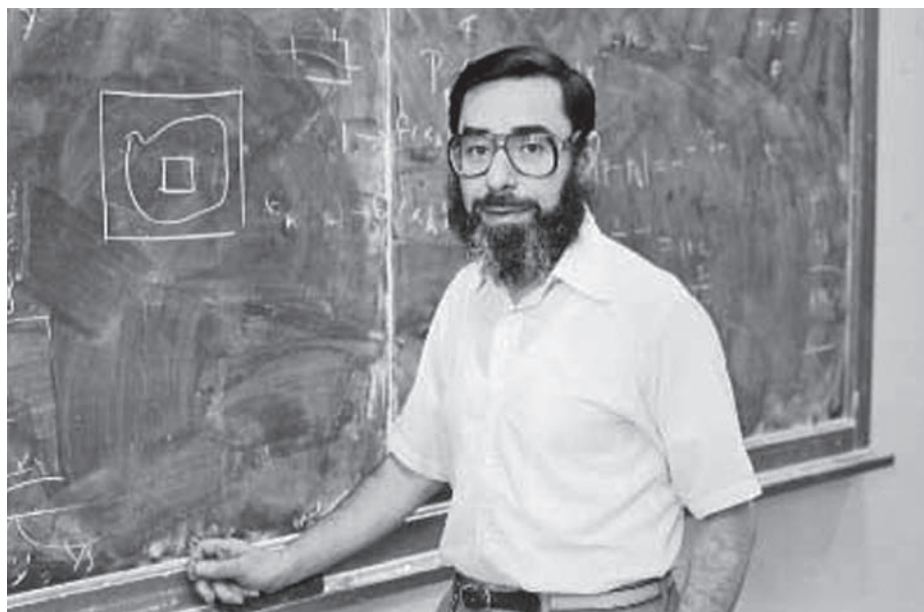
Nu volgt eerst een korte beschrijving van zijn loopbaan, daarna een bespreking van enkele van zijn belangrijkste resultaten, en aan het eind haal ik enkele persoonlijke herinneringen op.

#### Loopbaan

Harry Kesten werd op 19 november 1931 geboren in Duitsland. Ongeveer twee jaar later verhuisde het Joodse gezin vanwege de nazi-dreiging naar Nederland. Tijdens de oorlog moest Harry onderduiken en werd hij opgenomen in een Nederlands gezin.

Na de oorlog deed hij de hbs en ging daarna, op advies van zijn oom, scheikunde studeren. Na enkele jaren stapte hij echter over op wiskunde, aan de Universiteit van Amsterdam. Een studiegenoot met wie hij veel optrok was Theo Runnenburg

(die later hoogleraar kansrekening aan de UvA zou worden). Beiden waren tijdens hun studie tevens assistent aan de door David van Dantzig geleide afdeling mathematische statistiek van het Mathematisch Centrum (de voorloper van het CWI). Op het Mathematisch Centrum, dat kort na de oorlog was opgericht, werd naast fundamenteel werk ook veel consultatie voor bedrijven en overheidsinstellingen gedaan. Ook Kesten en Runnenburg werden daarbij



Harry Kesten rond 1980



Foto: Geoffrey Grimmett

Op bezoek in Oxford met R. Peierls (midden) en R. Dobrushin (rechts), 1993

betrokken. In het jaarverslag van het MC van 1955 wordt melding gemaakt van een kort rapport ('Memorandum') van hen over "Het aanpassen van een experimentele regressielijn", en in het jaarverslag van 1956 van een verslag van hen over "Nauwkeurigheid van Geiger-Müllertellers". Ze deden ook meer fundamenteel onderzoek, aan bepaalde wachtrijmodellen, dat leidde tot een publicatie in *Indagationes Mathematicae* [1].

In het jaarverslag van 1956 is ook het volgende te lezen: "Na het met goed gevolg (cum laude) afleggen van het doctoralexamen werden H. Kesten en J.Th. Runnenburg bevorderd tot medewerker. H. Kesten verliet korte tijd later de afdeling om zijn studie in de Verenigde Staten voort te zetten." Merkwaardig is dat het verslag de betreffende universiteit in de Verenigde Staten, Cornell University, niet noemt. Harry ging daar promotieonderzoek doen bij de vooraanstaande kanstheoreticus Mark Kac.

Een voor de hand liggende vraag is hoe dat besluit naar Cornell te vertrekken tot stand is gekomen. In het MC-jaarverslag van 1955 is wel een aanwijzing te vinden: In het lijstje buitenlandse bezoekers van dat jaar wordt Mark Kac genoemd, die een voordracht gaf over 'Some probabilistic aspects of potential theory'.

Harry promoveerde in 1958 op een proefschrift over 'Symmetric random walks on groups'. Daarna werkte hij enkele jaren in Princeton en aan de Hebrew University

in Jerusalem. In 1961 keerde hij terug naar Cornell, waar hij enkele jaren later full professor werd en waar hij tot zijn pensioen in dienst zou blijven. Tijdens zijn aanstelling werd Cornell steeds meer een internationaal centrum van de kansrekening. Behalve Kesten werkten daar ook andere vooraanstaande wiskundigen op dit gebied, bijvoorbeeld Spitzer, Dynkin, Durrett en Saloff-Coste.

Het eerste deel van zijn loopbaan werkte Harry vooral aan problemen gerelateerd aan random walks, maar ook aan producten van random matrices en aan vertakkingsprocessen. Eind jaren zeventig raakte hij geïnteresseerd in een relatief nieuw gebied, de percolatietheorie, en bracht daar in vrij korte tijd diverse belangrijke doorbraken tot stand. Hij bleef de rest van zijn loopbaan werkzaam op dit gebied, maar was ook zeer actief op een breed scala van andere onderwerpen zoals diffusion limited aggregation, interacting particle systems en random walks in random environment.

### Enkele (van zijn vele) belangrijke resultaten

#### *Producten van random matrices*

Met Furstenberg bewees hij in 1960 een belangrijk convergentie criterium voor producten van random matrices [2].

#### *Vertakkingsprocessen*

Met Stigum bestudeerde hij vertakkingsprocessen. Je begint met één deeltje. Dat

splijst zich in een eindig, random aantal deeltjes. Die vormen de eerste generatie. Deze deeltjes splitsen zich opnieuw, met hetzelfde kansmechanisme als hiervoor, en onafhankelijk van elkaar. Dat geeft de tweede generatie, et cetera. Laat  $X_n$  het aantal deeltjes in de  $n$ -de generatie zijn, en neem aan dat de verwachting van  $X_1$ , die we  $\mu$  noemen, eindig is. Uit standaardargumenten volgt dat  $X_n/\mu^n$  convergeert naar een stochast, die we met  $W$  aanduiden. Maar, heeft  $W$  de eigenschappen die je zou 'wensen', namelijk dat  $W$  verwachting 1 heeft en de kans dat het vertakkingsproces uitsterft gelijk is aan  $P(W = 0)$ ?

Dit is inderdaad zo onder bepaalde condities: Kesten en Stigum [4] lieten zien dat de 'juiste' conditie is dat de verwachting van  $X_1 \log^+ X_1$  eindig is (met de notatie  $\log^+ t$  voor  $\max(\log t, 0)$ ). Ook bewezen zij een generalisatie van dit resultaat voor vertakkingsprocessen met meerdere typen deeltjes (waarbij elk deeltje zich, met een kansmechanisme dat afhangt van het type van dat deeltje, splitst in een aantal deeltjes van, mogelijk, verschillende typen).

#### *Percolatie*

Dit onderwerp was relatief nieuw: het begon eind jaren vijftig met onderzoek van Broadbent en Hammersley aan wiskundige modellen van poreuze materialen. Later kwam er ook veel aandacht vanuit de natuurkunde in verband met interessante kritieke verschijnselen die bij deze modellen optraden: die toonden overeenkomst met verschijnselen zoals, bijvoorbeeld, spontane magnetisatie.

Beschouw een rooster van vierkantjes, elk roosterpunt heeft dus vier burens. De roosterpunten zouden we kunnen beschouwen als deeltjes, en de lijnsegmenten tussen burens kunnen we beschouwen als verbindingen ('touwtjes') daartussen. Stel nu dat elk 'touwtje', onafhankelijk van de andere, behouden blijft met een bepaalde kans  $p$ , en verwijderd wordt met kans  $1-p$ . Het rooster valt dan uiteen in samenhangscomponenten. Wat kun je zeggen over de kans dat de component een gegeven punt diameter  $\geq n$  heeft? En van de kans  $\theta(p)$  dat de component oneindig groot is?

In 1980 toonde Kesten [4] aan dat  $\theta(p) > 0$  als  $p > \frac{1}{2}$ . Omdat al bekend was (door werk van Ted Harris rond 1960) dat  $\theta(p) = 0$  voor  $p \leq \frac{1}{2}$ , voltooide dit het bewijs van het vermoeden dat de *kritieke*

waarde  $p_c$  voor dit model gelijk is aan  $\frac{1}{2}$ . Dit was een belangrijke doorbraak. Later zijn er kortere bewijzen gevonden, maar de ‘geometrische’ constructies die Kesten gebruikte bleken een enorm nuttige aanloop te zijn voor zijn werk in de tweede helft van de jaren tachtig aan het zogenoemde incipient infinite cluster [6], en aan schalingsrelaties [7]. In dat laatstgenoemde werk legt hij een belangrijk verband tussen het gedrag *in* het kritieke punt en dat *dichtbij* het kritieke punt. Zowel wat betreft nieuwe ideeën als technische oplossingen is dit een ware krachttoer geweest.

Zo’n vijftien jaar later, in het begin van deze eeuw, kwam dit werk echt volledig tot zijn recht. Toen werd door Lawler, Schramm, Werner en Smirnov het gedrag *in* het kritieke punt ontrafeld, althans voor het zogenaamde punt-percolatiemodel op het driehoeksrooster (conforme invariantie, Schramm–Loewner-processen). Gecombineerd met Kestens resultaten, volgde nu ook het gedrag dichtbij het kritiek punt, in het bijzonder dat de dichtheid  $\theta$  van de oneindige component voldoet aan  $\theta(p) \approx (p - p_c)^{5/36}$ ,  $p \downarrow p_c$ .

### Persoonlijke herinneringen

In het voorjaarssemester van 1983 bracht Harry Kesten een deel van een sabbatical door aan de TU Delft, op uitnodiging van Mike Keane. In die tijd was ik promovendus bij Mike, en werkte aan een percolatieprobleem waarbij ik een bepaalde ongelijkheid nodig had voor de kans dat twee gebeurtenissen allebei, maar ‘om disjuncte redenen’ optreden. Harry raakte geïnteresseerd en we gingen samenwerken om die ongelijkheid te bewijzen, hetgeen inderdaad lukte [5], althans voor de klasse van gebeurtenissen die toen voor ons voldoende was (ons vermoeden dat het voor alle gebeurtenissen geldt, werd ongeveer tien jaar later bewezen door David Reimer). Deze samenwerking was enorm plezierig en stimulerend voor mij. Het leidde ook later tot verdere samenwerking aan andere onderwerpen, en in totaal vier publicaties. Zo bracht ik het academisch jaar 1990/91 op Cornell door (in een postdoc-achtige functie) en werkten we aan first-passage percolation. En, later in de jaren negentig, en in de periode 2000–2010, is Harry verschillende keren op het CWI op bezoek geweest, waar hij met mij (aan coalescing random walks), en later ook met Vladas Sidoravicius, werkte.

Op die manier leerde ik Harry, en ook Doraline, in de loop der jaren wat beter kennen. Het viel me op dat Harry, ondanks zijn emigratie naar de Verenigde Staten, in zekere zin altijd heel Nederlands gebleven was. Dat had ongetwijfeld ook te maken met Doraline, die ook in Nederland was opgegroeid en haar familie en kennissen daar graag bezocht.

Zijn Joodse achtergrond was ook heel belangrijk voor hem. Hij hield zich nauwkeurig aan de voedselvoorschriften en aan de sabbat. Voor mensen die daar onvoldoende van op de hoogte waren kon dat voor onverwachte verrassingen zorgen wanneer zij Harry voor het eten uitnodigden. Overigens waren de Kestens zelf heel gastvrij en hulpvaardig voor bezoekers. Zij woonden iets buiten Ithaca, in het begin van het landelijk gebied. Ze hadden een vrijstaand huis met een enorm stuk grond eromheen dat ze gedeeltelijk als tuin inrichtten en voor een groot deel in min of meer natuurlijke toestand lieten. Dat, en ook de grote schuur met veel gereedschap en soms zelfs een tractor, versterkte de landelijke sfeer. Een deel van het perceel bestond uit vrij dicht begroeid bos, waarin Harry met gekleurde linten een wandelcircuit van ongeveer tien minuten had gemarkeerd.

Tijdens eerdergenoemde sabbatical in 1983 woonden de Kestens in een huis in het centrum van Delft dat ze via Michel Dekking hadden gevonden en waar ze het

erg naar hun zin hadden. Dat blijkt wel uit het feit dat Doraline een model (een soort poppenhuis) van die woning maakte dat nog jaren later op een prominente plaats in hun eigen huis in Ithaca stond.

Harry hield natuurlijk van wiskunde, maar hij hield ook van sportieve activiteiten, liefst in de buitenlucht. In Ithaca ging hij meestal met de fiets naar de campus, een heuvelachtig traject van een klein half uur. Vaak werkte hij ’s morgens thuis, ging daarna naar het zwembad en vandaaruit naar de campus. Soms, als ik aan het begin van de middag met hem afsprak in White Hall (waar tot in de jaren negentig de wiskundeafdeling gevestigd was), kwamen we tegelijkertijd bij het gebouw aan. In mijn herinnering zie ik nog goed hoe Harry dan zijn fiets bij een hekje zette en zijn fietshelm afnam. Hij zag er dan, waarschijnlijk door het zwemmen, zeer energiek en opgefrist uit. Na binnenkomst in zijn werkkamer begon hij meteen aan een lange en ingewikkelde berekening op het krijtbord.

Ik ben een keer met hem meegegaan naar dat zwembad, maar bij die ene keer is het gebleven want het was voor mij een frustrerende ervaring: Harry zwom als een speer door het water en was al spoedig een hele ronde op mij voor; en met diezelfde snelheid bleef hij een half uur achter elkaar doorzwemmen.

Hij heeft ook jaren regelmatig aan hardlopen gedaan bij de campus, vaak met zijn



Crosscountryskiën in de omgeving van Ithaca, januari 1991

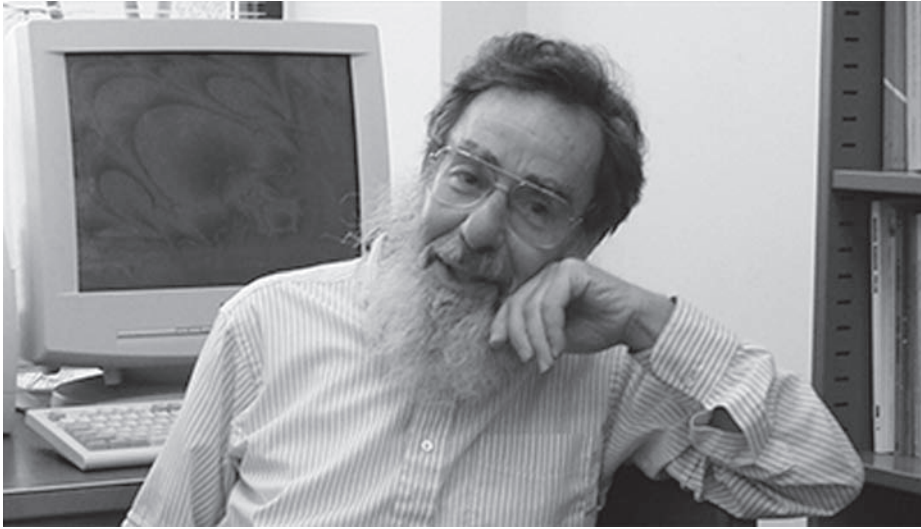


Foto: Vladas Sidoravicius

Harry Kesten in 2011, het jaar waarin hij tachtig werd

collega Frank Spitzer. Geoffrey Grimmett (Cambridge, UK) vertelde onlangs dat Kesten en Spitzer dan tijdens het hardlopen allerlei werkgerelateerde zaken bespraken. Dat hardlopen gaf Harry (als ik me goed herinner) ergens in de jaren tachtig op omdat het blessures veroorzaakte.

In het jaar dat ik op Cornell werkte, gingen mijn vrouw en ik een keer crosscountry-skiën (langlaufen) met Harry, in de omgeving van Ithaca. Eerst een lange helling omhooglopen door de sneeuw. Toen we eindelijk moe en bezweet boven kwamen, moesten we aan de andere kant weer naar beneden, maar dat zag er steil en eng uit, met in de diepte een smal houten bruggetje over een beek met ijsschotsen. Ook niet bemoedigend was dat Harry zoiets zei als: “Hé, dat is geloof ik het bruggetje waar ik een paar jaar geleden mijn ski’s heb gebroken.” Gelukkig ging alles goed en werd dit een van onze leukste ski-ervaringen.

Ook op latere leeftijd bleef Harry nog lange tijd een actief buitensporter en was daarbij een enorme doorzetter. In augustus 1999, op een vrije dag tijdens een lange workshop in Boedapest, gingen Harry, Balint Tóth en ik een voettocht maken in het vrij ruige bos- en heuvelgebied niet ver van Boedapest. Harry, die toen ongeveer achtenzestig was, had ons verteld dat hij een paar weken later een operatie zou krijgen. Daarom wilden Balint en ik de tocht eenvoudig houden. Echter, toen het pad zich op een gegeven moment splitste, met de ene kant op ‘makkelijk’ en de andere ‘moeilijk’ (met zeer steile onderdelen), zei Harry zonder aarzeling dat hij de moeilijke route wilde. En dat gebeurde.

Nog een aantal jaren later, hij zal toen ongeveer vijfenzeventig geweest zijn, gingen we een keer wadlopen. Ik maakte me wat zorgen, vooral toen hij viel en van top tot teen onder het slik kwam. Maar het

deerde hem niets en hij genoot enorm van de spannende tocht.

De ziekte van Parkinson betekende wel langzamerhand het einde van dat soort sportieve activiteiten. Harry bleef nog wel lang wiskunde bedrijven. Ook sprak hij nog, in 2010, op het ICM in Hyderabad (India), de laudatio uit voor Fieldsmedaillewinnaar Stanislav Smirnov. Een van zijn laatste projecten was een samenwerking met Frank den Hollander en Vladas Sidoravicius rond 2012 [8]. Harry en Doraline woonden toen inmiddels in een appartement in een wooncomplex in Ithaca waar zo nodig veel (medische en andere) zorg kon worden geboden. Vladas zocht Harry daar wel eens op om wiskunde te bespreken. (Voor Vladas, die in mei van dit jaar overleden is, zal in 2020 een In Memoriam in dit blad verschijnen.)

De afgelopen jaren kwam Geoffrey Grimmett nog af en toe bij Harry op bezoek, maar de communicatie was zeer moeilijk. Het was ook Geoffrey die kort na Harry's overlijden diens co-auteurs en andere wiskundige kennissen per e-mail op de hoogte stelde. Ik sluit af met een citaat uit die e-mail waarmee ik het volledig eens ben:

“We will each remember him for his extraordinary mathematics, coupled with his warmth, approachability, and uncompromising personal and scientific honesty. Knowing Harry was a key part of what for many years has made working in probability theory a very special experience.” ☘

#### Dankwoord

Verschiedene mensen hebben mij geholpen met informatie die ik vergeten was of die nieuw voor mij was. Ik noem hier Michel Dekking, Geoffrey Grimmett, Frank den Hollander, Chris Klaassen en Balint Tóth. Geoffrey Grimmett ben ik ook erkentelijk voor een deel van het fotomateriaal.

#### Referenties

- 1 H. Kesten en J.Th. Runnenburg, Priority in waiting line problems, *Proceedings KNAW series A*, 60(3) (1957); *Indagationes Mathematicae* 19 (1957), 312–336.
- 2 H. Furstenberg en H. Kesten, Products of random matrices, *Ann. Math. Statist.* 31 (1960), 457–469.
- 3 H. Kesten en B. P. Stigum, A limit theorem for multidimensional Galton–Watson processes. *Ann. Math. Statist.* 37 (1966), 1211–1223.
- 4 H. Kesten, The critical probability of bond percolation on the square lattice equals  $1/2$ , *Comm. Math. Phys.* 74 (1980), 41–59.
- 5 J. van den Berg and H. Kesten, Inequalities with applications to percolation and reliability, *J. Appl. Probab.* 22 (1985), 556–569.
- 6 H. Kesten, The incipient infinite cluster in two-dimensional percolation, *Probability Theory and Related Fields* 73 (1986), 369–394.
- 7 H. Kesten, Scaling relations for 2D-percolation, *Comm. Math. Phys.* 109 (1987), 109–156.
- 8 W.Th.F. den Hollander, H. Kesten en V. Sidoravicius, Random walk in a high density dynamic random environment, *Indagationes Mathematicae* 25 (2014), 785–799.