

Janneke van den Boomen
 Ruben van den Brink
 Dion Coumans
 Klaas Landsman
 Daan Wanrooy

*Institute for Mathematics, Astrophysics
 and Particle Physics (IMAPP)
 Radboud Universiteit Nijmegen, Toernooiveld 1
 6525 ED Nijmegen
 landsman@math.ru.nl*

A random walk down Wall Street

Al jaren organiseert de Radboud Universiteit Nijmegen een wiskundetoernooi voor scholieren. Het toernooi staat open voor maximaal vijfhonderd scholieren die het in teams van vijf tegen elkaar opnemen. In 2007 waren, met steun van ABP, de prijzen bijzonder aantrekkelijk: de twee beste teams wonnen een reis naar New York. Daar konden zij zich vergapen aan de Haute Finance en wachtte hen een verrassing die het Empire State Building deed verbleken.

Het eerste Nijmeegse wiskundetoernooi vond plaats in 1992 en op 21 september 2007 was de Radboud Universiteit voor de zestiende opeenvolgende keer het toneel van deze tiantaansstrijd. Het maximum aantal van vijfhonderd deelnemende scholieren werd binnen enkele jaren bereikt en vastgehouden. Ook in de jaren waarin het aantal eerstejaars wiskundestudenten op de vingers van twee handen te tellen was, kwam een enthousiaste groep docenten uit het hele land trouw met hun leerlingen naar Nijmegen voor hét wiskundige dagje uit van Nederland. Een beker choco, een krentenbol en 28 opgaven. Iedereen gelukkig, toch?

Van t-shirts tot New York

Iedereen? Om te beginnen was het opvallend dat men van de deelnemende scholieren vrijwel nooit iemand terugzag in de collegebanken. Vervolgens bleek uit de schrikbarende slechte prestaties van sommigen bij de individuele wedstrijd (standaard behaalde een kwart van de scholieren nul van de honderd

punten) dat ook de kleinere knobbels wel te porren zijn voor zo'n toernooi. Niet dat zij door hun score veel misten: de prijzen bestonden tot en met 2005 uit een boekje, een puzzeltje of een t-shirt. Ofschoon werving nooit tot de primaire doelstellingen van het toernooi heeft behoord, moesten we als nieuwbakken organisatoren in 2006 toch concluderen dat niet alleen een behoorlijke groep leerlingen maar ook het imago van de wiskunde zelf op het toernooi niet al te veel punten scoorde.

Hedendaagse oplossing: het toernooi moest gepimpt worden. We wilden een bijdrage leveren om te komen tot een beter klimaat, waarin wiskunde (om maar te zwijgen van de keuze voor een wiskundestudie) niet het onderwerp van onbegrip of zelfs spot is, maar juist wordt gewaardeerd, bewonderd en aangemoedigd. Dat klimaat is er momenteel alderminst. Stel je maar eens een scholier voor die, schuchter en aarzelend, voor het eerst zijn voorkeur voor de wiskunde uit of zelfs het voornemen om dit vak te gaan studeren wereldkundig maakt. De kans is groot dat zijn

publiek daarbij niet uit wiskundigen bestaat, maar uit familie en vrienden, of misschien ook een schooldecaan. Van een warm onthaal kan dan geen sprake zijn. Deze mensen weten namelijk zo weinig van wiskunde, dat ze, om zich toch een houding aan te meten, terugvallen op een aantal stoffige vooroordelen: "Goh, lijkt me erg moeilijk!" "Maar wil je dan leraar worden, of professor soms?" "Wiskunde? Daar was ik vroeger zo slecht in, ik heb nog steeds nachtmerries over het eindexamen!" Enzovoort. Je moet als wijfelende scholier dan wel erg sterk in je schoenen staan om je na al dit goedbedoelde advies zelfs maar in te schrijven voor een voorlichtingsdag op de universiteit.

Daarmee was het nieuwe doel van het wiskundetoernooi (en van vele van onze andere uitingen van wiskunde-PR) bepaald: het verbinden van de naam wiskunde aan belangrijke, interessante, coole, leuke en mooie dingen, zowel onder de scholieren zelf als juist ook onder hun bovengenoemde klankborden. Idealiter zou iedereen aan wie onze denkbeeldige scholier zijn liefde voor de wiskunde bekend, onmiddellijk een fascinerende relatie tussen wiskunde en zijn persoonlijke interesses weten te vermelden: "Wauw! Wist je dat een kerel op Wall Street steenrijk is geworden met een wiskundig beursmodel?" "Het schijnt

dat de veiligheid van ons elektronische betalingsverkeer berust op getaltheorie!" "Ik heb me laten vertellen dat de wiskundige grondslag voor mp3-codering al bijna tweehonderd jaar geleden bedacht is!" En zo kunt u, lezer van dit blad, nog wel even doorgaan. Vandaag u, morgen de schooldecaan en overmorgen de familie en vrienden van onze scholier.

Terug naar het Nijmeegse wiskundetoernooi. Uiteraard wilden we een wedstrijd van hoog niveau neerzetten, maar daarnaast moesten de vijfhonderd scholieren een onvergetelijke dag meemaken. Dat werd bereikt door luxe catering, swingende muziek, bijzondere gasten, indrukwekkende multimedia, uitdagende wedstrijden, en tenslotte waanzinnige prijzen! In 2006 begonnen we dankzij een aantal kleine sponsors nog relatief bescheiden met een reis naar Cambridge en een paar iPods, in 2007 konden we met financiële steun van de nieuwe hoofdsponsor ABP een vierdaagse trip naar New York voor tien scholieren in de etalage zetten. De opzet was beide keren om de winnende teams een prijs aan te bieden die uniek is in de zin dat die niet ook zelf gekocht had kunnen worden en bovendien een duidelijke link met de wiskunde

heeft, bij voorkeur ook met het toernooi. Wat dat laatste betreft is de traditionele individuele wedstrijd in de middag sinds 2006 vervangen door een tweede teamwedstrijd waarin een maatschappelijke toepassing van de wiskunde centraal staat; de ochtendwedstrijd is als vanouds de estafette, waarin teams in een race tegen de klok wiskundige opgaven en puzzeltjes moeten oplossen [1]. Om het teamaspect te benadrukken heet de middagwedstrijd *Sum of Us*.

In 2006 was het thema van *Sum of Us* cryptografie. We sloten daarbij aan door de winnende scholieren in Cambridge een speciale workshop over het ENIGMA-project uit de Tweede Wereldoorlog aan te bieden. De link met wiskunde in het algemeen was evident in Cambridge en uitte zich onder meer in exclusieve bezichtigingen van de kamers en boekencollectie van Isaac Newton in Trinity College, het oudste gedrukte exemplaar van de *Elementen* van Euclides in St John's College, en de theetuin in Grantchester waar Bertrand Russell ooit stamgast was.

Wall Street aan de Waal

We schakelen over naar *Sum of Us* anno 2007.

De gigantische sporthal van de Radboud Universiteit is na een nacht werk omgetoverd in een virtuele beurs, waar de scholieren kunnen handelen in aandelen en opties van Apple, BMW, Nokia, H&M, Shell, Heineken, Nestlé, Unilever, Philips en TomTom. Beginnend met een startkapitaal en een aandelenportefeuille is het doel hetzelfde als op de echte beurs: word zo rijk mogelijk. Al is in dit geval ook het geld virtueel, de deelnemers krijgen door hun strategische beleggingen wel uitzicht op een echte reis naar New York!

Om het verloop van de aandelenkoers te schatten verschijnen nieuwsflitsen op grote projectieschermen en komt elke ronde een nieuwe editie van de *Radboud Financial* uit, een net als de *Financial Times* op roze papier gedrukte krant met het laatste nieuws omtrent de tien bedrijven. Verder kan koersgevoelige informatie ingekocht worden, waarmee de scholieren zich dieper in *Wall Street* begeven dan zij wellicht beseffen: zie de gelijknamige film! Op deze manier moeten ze intelligent en kwantitatief reageren op zaken als de vondst van een USB stick met geheime plannen van Apple (deze bleek in een volgende nieuwsflits dan weer vals te zijn), een en-





Fotograaf: Duncan de Fey

Columbia University

quête over mogelijke invloed van het naderende rookverbod in de Nederlandse horeca op de consumptie van bier, of de beëindiging van de samenwerking tussen Douwe Egberts en Kiosk. De scholieren hadden van tevoren een informatiepakket ontvangen, samengesteld in samenwerking met wiskundigen van ABP, waarmee ze zich alvast konden verdiepen in de handel en prijsbepaling van opties.

De middag is opgedeeld in vier rondes. Elke ronde bepalen de teams opnieuw hun handelsplan: willen we aandelen van BMW? Of toch maar opties in H&M? Hoe zou het aflopen met de bestuurscrisis bij TomTom? Wordt de nieuwe telefoon van Nokia een succes? Overal worden heftige discussies gevoerd, berekeningen gedaan en risicoanalyses gemaakt om tot een weloverwogen beslissing te komen. De wensen worden genoteerd en opgehaald door tientallen meehelpende wiskundestudenten. Zij voeren alle gegevens in de computer in, zodat alles centraal verwerkt kan worden. De nieuwe aandelenportefeuilles rollen razendsnel uit de printer en er start een nieuwsflits. Er klinken vreugdekreten, maar ook teleurstellingen: de koers van Nestlé schiet de lucht in, maar de aandelen van Apple zijn gekelderde. Veel tijd om hier bij stil te staan is er echter niet: een nieuwe ronde begint en er moet wederom gespeculeerd en gehandeld worden.

Na vier rondes sluit de beurs en is er een nieuw onderwerp van speculatie: wie winnen

de reis naar New York? De studenten voeren de laatste gegevens in en de computer berekent alle eindkapitalen. Het Stedelijk Gymnasium Breda wint overtuigend *Sum of Us* en stijgt daarmee in het eindklassement naar de eerste plaats. Het Barlaeus Gymnasium uit Amsterdam stond na de Estafettewedstrijd al gedeeld eerste en wist met een degelijke handelsstrategie uiteindelijk op de tweede plaats te eindigen. Samen reizen ze half oktober af naar de Big Apple, begeleid door de auteurs van dit artikel.

No shorts, T-shirts, flip flops or tank tops

De nacht voor vertrek beseffen wij dat iets groots op ons ligt te wachten. Maar eerst wacht ons nog een ontroerend tafereel op Schiphol. Tien pubers die zich ongemakkelijk voelen bij de zorg van hun ouders, maar het toch wel fijn vinden dat deze er nu zijn. Het is de scholieren af te zien dat ze gespannen zijn, iets dat ook de begeleiders niet vreemd is. Zijn alle paspoorten in orde? Het kleinste scheurtje kan leiden tot weigering aan de incheckbalie, zoals al op reis naar Cambridge was gebleken. Iedereen komt er door. Is het kledingadvies duidelijk geweest, dat we op last van een aantal van de financiële bedrijven die we gaan bezoeken hadden rondgemaaid? Of draagt toch iemand shorts, t-shirt, flip flop of tank top? Integendeel, een zwart pak met das van pappa is geen uitzondering. Maar plotseling herinnert iemand zich als echte

wiskundige een passer bij zich te hebben, een hele dure nog wel. Lichte paniek breekt uit en een optimale strategie wordt bediscussieerd. Onwetendheid veinzen of de passer vrijwillig tonen, waarna deze zeker in beslag zal worden genomen? Er wordt gewed of de passer Amerikaans grondgebied zal zien of niet. Een onwetende blik en een korte discussie met het beveiligingspersoneel later mag de passer gewoon het vliegtuig in. Ideeetje voor Al Qaida.

In de bus van Newark naar ons Hostel bij Central Park, als de skyline en later de straten van de stad der steden zich als een film op de ruit presenteren, realiseren wij ons: "We zijn in New York." Een onwerkelijk gevoel. Zo vaak zagen we deze beelden op een scherm dat we bijna niet anders kunnen denken dan dat het ook nu een projectie moet zijn. Pas als onze voeten de stoep voor ons hostel raken kunnen we ons van dit gevoel losmaken.

Vanaf dat moment gaat het snel. Je kunt niet anders verwachten wanneer je vier dagen in een stad bent die nooit slaapt. Bear Stearns, ABP Investments, Ground Zero, New York Mercantile Exchange, New Holland Capital, Renaissance Technologies. Peperduur diner in ronddraaiend restaurant boven Times Square. Eindeloze metroritten. Wegschietende kakkerlakken in *budget* kamer. Harlem. Columbia University. United Nations. Perzische tapijten in grootste warenhuis ter wereld. Reuzenrad in grootste speelgoedwinkel

ter wereld. Grootste dinosaurusskelet in het *American Museum of Natural History*. Alles het grootste. Ferry naar Staten Island. Oplichtende skyline van Manhattan. Vrijheidsbeeld. Museum of Modern Art. John Lennon Memorial. Laatste hamburger bij McDonalds op JFK. Thuis. Te snel.

Bear

De handelsbank *Bear Stearns* is in Nederland nauwelijks bekend, maar is een grote speler op Wall Street: met een eigen kapitaal van 10 miljard dollar worden dagelijks posities van zo'n 200 miljard ingenomen. Ondanks deze enorme 'leverage' op de investeringen en de daarmee gepaard gaande risico's had *Bear* sinds haar ontstaan in 1923 nog nooit zelfs maar een kwartaal met verlies afgesloten (tot het laatste kwartaal van 2007, toen de bank nog meer dan andere leed onder de hypotheekcrisis in de USA). De sleutel van dit succes ligt volgens Kan Ahluwalia, een gepromoveerd theoretisch fysicus die ondanks zijn jeugdige aanblik al vele jaren *Head Risk Management for Europe and Asia* blijkt te zijn, in het uitgekende risicomanagement van *Bear* — impliciet een schouderklopje aan zichzelf.

Bovendien wordt zeer veel aandacht aan de reclutering besteed, zoals ook bij alle andere bedrijven die we bezoeken. Handelaren — we mogen ze kort voor het sluiten van de beurs in grote getale op de *trading floor* aan het werk zien — hebben bij *Bear* veel vrijheid maar ondergaan een keihard systeem van natuurlijke selectie: wie het goed doet verdubbelt zijn salaris en wie ondermaats functioneert vliegt eruit. Dit geldt uiteraard ook voor de *quants*, de *quantitative analysts* die de risicoanalyse uitvoeren en daarnaast nieuwe investeringsinstrumenten (zoals exotische opties) bedenken en van een prijs voorzien [4]. Het is alerminst zo dat deze *quants* al bij hun sollicitatie een achtergrond in de financiële wetkunde moeten hebben: integendeel, het mogen ook astronomen of experimenteel fysici zijn, als ze maar niet schrikken van een grote hoeveelheid data en iets van toegepaste wetkunde weten (en dan met name van kansrekening, statistiek en partiële differentiaalvergelijkingen). Het is een aanbeveling om gepromoveerd te zijn, omdat je dan hebt bewezen zelfstandig te kunnen werken aan iets moeilijks, te kunnen doorzetten en de diepte in te kunnen duiken. Dit verhaal wordt bevestigd

door de andere financiële instellingen die we bezoeken.

Een dapper lid van onze groep vraagt nog wat men zo verdient bij *Bear*, en, na een ontwijkend antwoord ('niet slecht'), wat men eigenlijk aan de maatschappij bijdraagt. Het antwoord op die laatste vraag wordt wél zonder aarzeling gegeven: bedrijven als *Bear* halen het risico uit de markt. Een olieboer wil bijvoorbeeld gewoon een stabiele prijs voor zijn olie. Fluctuaties vangt hij op door futures te kopen. Maar iemand moet het risico dragen. Dat doen de snelle jongens van het grote geld in Manhattan. Door heel veel riskante posities met elkaar te combineren, spelen ze uiteindelijk echter toch op safe. En verdienen zakken vol geld.

Op pad met ABP

ABP, hoofdsponsor van het wiskundetoernooi 2007, is met een belegd vermogen van meer dan 200 miljard euro één van de top-drie pensioenfondsen ter wereld. Maar het is al lang niet meer de suffe club in Heerlen die al ons spaargeld in staatsleningen belegt. Integendeel, het aandeel daarvan is afgenomen van 96% in 1970 tot 35% nu, en via kantoren op



Fotograaf: Duncan de Fey



Jim Simons

Fotograaf: Duncan de Fey

Schiphol, in Hong Kong en in New York en een palet van innovatieve beleggingsstrategieën is het de afgelopen jaren een begrip in de *Haute Finance* geworden.

In New York bezoeken we *ABP Investments US* en *New Holland Capital*, een afgesplitst onderdeel dat beleggingen van ABP in *hedge funds* beheert. Wie bij dat laatste denkt aan het fameuze *Long Term Capital Management* van Nobelprijswinnaars Merton en Scholes (ten onder gegaan in 2000, half Wall Street in haar val meeslepend [7]), begrijpt niet onmiddellijk hoe dat strookt met de missie van ABP: "Deelnemers en gepensioneerden hebben recht op een duurzaam en betrouwbaar pensioenfonds dat zijn financiële verplichtingen nu en in de toekomst waar kan maken." In de praktijk betekent dit, dat ABP als doel heeft de pensioenen zo veilig mogelijk met de inflatie mee te laten groeien. Men stopt op dit moment dan ook "slechts" 5% (nog altijd 10 miljard!) van het beheerde vermogen in hedge funds, maar tekent daarbij aan dat een goed onderhouden hedge fund in feite *veiliger* is dan de beurs ('hedgen' staat dan ook voor het *afdekken* van risico's). Deze 5% zal in de toekomst stijgen en is nu eigenlijk alleen nog maar zo laag omdat veel mensen (en dus ook leden van het bestuur van ABP) zich bij het begrip hedge fund direct ongemakkelijk beginnen te voelen. In werkelijkheid zijn hedge fund beheerders de "horlogemakers onder de beleggers" en draait ook bij hen alles om precisie, risicomangement, en daarmee om wiskunde!

Werner Frohn, een vriendelijke man van *ABP Investments US*, gewoon begonnen in Heerlen, legt ons uit dat hoe beter de informatie en openheid van een belegging is, hoe beter de risico's wiskundig in kaart kunnen worden gebracht: als iedere dag een prijs genoteerd wordt, zijn er voldoende data om te modelleren. Voorbeelden zijn aandelen waarin dagelijks gehandeld wordt, grondstoffen als olie, staatsleningen van landen als de USA of Duitsland, en ook de meeste courante opties. Slecht te modelleren daarentegen zijn bijvoorbeeld onroerend goed en *high yield bonds*. In dat geval wordt de wiskunde vervangen door psychologische zaken als intuïtie (van een beurguru) en vertrouwen (in een hedge fund manager). Maar ook dan is, net als bij het wiskundetoernooi, een informatievoorsprong van groot belang, juist als de openbare informatie beperkt is.

Renaissance

Dankzij Frohn kunnen we het kleine sales kantoor van *Renaissance Technologies* in Man-

hattan bezoeken; het hoofdkantoor van dit bedrijf bij Stony Brook is te ver weg en sowieso niet toegankelijk voor pottenkijkers. *Renaissance* is een geheimzinnig hedge fund, interessant voor ons omdat de firma veel gebruik maakt van wiskunde. De oprichter, Jim Simons, is van oorsprong meetkundige; zijn bekendheid in de wiskunde dankt hij voornamelijk aan zijn werk met Chern uit 1974 [2-3], dat onder meer door Robbert Dijkgraaf ook in de natuurkunde is toegepast [5]. In 1982 begon hij echter *Renaissance*, dat al spoedig een legendarische status verwierf vanwege het *Medallion Fund*. Met jaarlijkse winsten sinds 1989 van rond de 50%, minstens 10% meer dan enige andere belegger ooit op langere termijn wist binnen te halen, is dit het meest succesvolle beleggingsvehikel uit de geschiedenis. Uiteraard heeft dit Simons geen windeieren gelegd: in 2007 bedroeg zijn jaarinkomen bijvoorbeeld 1.7 miljard dollar en als hij zijn bedrijf zou verkopen zou hij ongetwijfeld tot de rijkste mensen ter wereld behoren.

Hoe krijgt hij dat voor elkaar? Twee van zijn medewerkers met een wiskundige achtergrond, gestuurd door het hoofdkantoor, gaan hopen een tipje van de sluier oplichten. Peter Rousseeuw is een sympathieke Belg, die echter onmiddellijk zegt dat het hem verboden is wat dan ook te vertellen over de wiskundige methoden die *Renaissance* inzet. Daarom vertelt hij maar iets over zichzelf, waarmee we ook dik tevreden zijn. Het is duidelijk dat we hier met een eerste klas wiskundige te maken hebben: Rousseeuw (1956) was reeds op 28-jarige leeftijd hoogleraar Statistiek in Delft en was vervolgens ook hoogleraar in Fribourg en in Antwerpen. Hij heeft drie boeken en 160 artikelen geschreven, en 19 promovendi opgeleid. Maar ergens begon het academische bestaan aan hem te knagen en in 2002 koos hij voor een nieuwe carrière bij *Renaissance*. Hij vertelt hoe Simons persoonlijk bij de sollicitatieprocedure was betrokken, hem ondervroeg over zijn onderzoek en hem naast serieuze wetenschappelijke vragen ook allerlei puzzeltjes liet oplossen. Over zijn dagelijkse werk wil hij nog wel kwijt dat ongeveer de helft bestaat uit concrete problemen die hij op moet lossen, en de andere helft uit het ontwikkelen van eigen ideeën, waarvan dan wel verwacht wordt dat ze op termijn direct relevant zijn voor het bedrijf. Publiceren kan alleen nog maar met toestemming van de grote baas.

Ook John Tromp (1966) had als onderzoeker reeds aardig aan de weg getimmerd (gepromoveerd in 1993 bij Paul Vitányi in de algo-

ritmische complexiteitstheorie en auteur van 29 publicaties in de theoretische informatica) alvorens hij vorig jaar bij *Renaissance* terechtkwam. Hij vermaakt ons vooral met wiskundige puzzels — het is duidelijk dat hij dit deel van de sollicitatieprocedure met glans moet hebben doorstaan — en beschouwingen over Go.

Hoe vermakelijk zijn optreden ook is, we kwamen voor de wiskunde achter *Renaissance*. Juist als sommigen zich daar zorgen over beginnen te maken gaat de deur open. Een onberispelijk geklede oudere man met een gouden horloge en witgrijze baard komt binnen. John valt ogenblikkelijk stil. Een jongedame schuift een stoel onder de man. Het is sommigen van ons onmiddellijk duidelijk: *dit moet hem zijn! Dit is Simons himself!* Hij is het inderdaad en blijft bovendien ruim een half uur (in welke tijd hij dus zo'n half miljoen dollar verdient) om iets over zichzelf te vertellen en onze vragen te beantwoorden.

Simons vertelt dat hij oorspronkelijk naast zijn wiskundige werk als verpozing in valuta begon te handelen en daarbij gaandeweg bepaalde wiskundige patronen ging herkennen. Door daar op te anticiperen maakte hij veel winst, behalve dan op de gulden — deze grap maakt hij ongetwijfeld *mutatis mutandis* voor ieder publiek. Hij breidde zijn handel vervolgens uit tot aandelen en opties, om uiteindelijk, met *Renaissance*, in werkelijk alles te handelen dat maar op de beurs verkrijgbaar is. Sterker nog, het bedrijf handelt op alle beurzen ter wereld tegelijk: "We trade twenty four hours a day. We trade every market and every instrument that can be traded." Dit gebeurt volautomatisch: aan de beslissingen te kopen of verkopen komt geen mens te pas. De hele handelsstrategie staat geprogrammeerd in een centraal computer netwerk, waarin duizenden gekoppelde cpu's de financiële data verwerken die met honderden gigabytes per dag binnenkomen.

Maar wat bepaalt die handelsstrategie? Simons vertelt trots dat dit uitsluitend feiten zijn, zoals historische koersen, indices,



John Tromp legt een puzzeltje uit. Rechts van hem Peter Rousseeuw

volatiliteiten, winst per aandeel, enzovoort. Hij maakt op geen enkele manier gebruik van speculatie, intuïtie of vertrouwen, politiek nieuws, of al wat niet feitelijk én kwantitatief is. Wat hij met deze feiten doet is zijn geheim: zelfs de vraag of hij gebruik maakt van de theorie van dynamische systemen (strange attractors, bifurcatietheorie etc.) weigert hij vriendelijk maar resoluut te beantwoorden. Hij deelt zijn geheim tot op zekere hoogte met de meer dan zeventig wiskundigen, statistici, fysici, informatici en linguïsten die hij in dienst heeft — geen enkele econoom — allen gepromoveerd en meestal met nog een onderzoekscarrière na hun promotie achter de rug. Zijn medewerkers hebben uiteraard een geheimhoudingsplicht, maar worden ook gepaaid met aandelen in het bedrijf en hoge salarissen (Rousseeuw vertelt na afloop dat hij begon met zijn hoogleraarssalaris, maar, zo zei hij fijntjes, dat was inmiddels wel een hele tijd geleden). Bovendien belegt het Medallion Fund inmiddels uitsluitend voor het personeel van *Renaissance*. En al zou er iets uitlekken: men heeft de hele brainpower

en technologische infrastructuur van *Renaissance Technologies* nodig om er gebruik van te kunnen maken.

Het is duidelijk dat Simons radicaal heeft afgerekend met het imago dat Wall Street in feite één groot Casino is [6], maar ook met de minder radicale hypothese van de efficiënte markt, die inhoudt dat alle relevante informatie vrijwel onmiddellijk in de prijzen wordt verwerkt en daarom niet meer kan worden gebruikt om de beurs te verslaan [9]. Economische theorie gebruikt hij niet, in financieel wiskundigen blijkt hij niet geïnteresseerd, zijn meest recente aanwinst is de stringtheoreticus Cumrun Vafa: onze gok is dat de geniale beleggingsstrategie van Simons op *econophysics* is gebaseerd [8].

Informatie

Voor een uitvoerig portret van Simons en *Renaissance* ziet *Bloomberg News* van januari 2008, online op <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601109&sid=ayjlmYcoCiH8>

Referenties

- Deze staan vanaf het jaar 2000 met uitwerkingen en antwoorden en al op de toernooisite www.ru.nl/wiskundetoernooi. Hier vindt men ook het materiaal van *Sum of Us* en nog veel meer informatie over het toernooi.
- S.S. Chern, *Complex manifolds without potential theory*, Universitext. Springer-Verlag, New York, 1995.
- S.S. Chern & J. Simons, Characteristic forms and geometric invariants, *Ann. of Math.* 99 (1974), 48–69.
- E. Derman, *My Life as a Quant: Reflections on Physics and Finance*, Wiley, Hoboken (NJ), 2004.
- R. Dijkgraaf & E. Witten, Topological gauge theories and group cohomology, *Comm. Math. Phys.* 129 (1990) 393–429.
- M. Lewis, *Liar's Poker: Rising Through the Wreckage on Wall Street*, Penguin, New York, 1989.
- R. Lowenstein, *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*, Random House, New York, 2000.
- J.L. McCauley, *Dynamics of Markets: Econophysics and Finance*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.
- B. G. Malkiel, *A Random Walk Down Wall Street*, Norton, New York, 1996.