

Inhoud

<i>Inleiding: Wie was John von Neumann?</i>	11
1. Gevormd in Boedapest	15
2. Naar het oneindige en verder	25
3. De quantumevangelist	45
4. Project Y en de Super	86
5. De gecompliceerde geboorte van de moderne computer	127
6. Speltheorie	171
7. De denktank aan zee	218
8. De opkomst van de replicatoren	265
<i>Epiloog: De man uit welke toekomst?</i>	327
<i>Selectieve bibliografie</i>	331
<i>Fotocredits</i>	335
<i>Dankwoord</i>	337
<i>Noten</i>	339
<i>Register</i>	375

Inleiding

Wie was John von Neumann?

Als Von Neumann een gesprek voerde met mijn drie jaar oude zoon, spraken ze als twee gelijken met elkaar, en soms vroeg ik me af of hij hetzelfde principe hanteerde als hij met de rest van ons sprak.'

- Edward Teller, 1966

‘Noem mij maar Johnny,’ drong hij aan bij de Amerikanen die waren uitgenodigd op de wilde feestjes die hij in zijn huis in Princeton gaf. Hoewel hij het Hongaarse accent, waardoor hij klonk als de legendarische held Bela Lugosi van de horrorfilm *Dracula*, nooit kwijtraakte, vond Von Neumann dat János – zijn werkelijke naam – te vreemd klonk voor zijn nieuwe land. Achter de bonhomie en het scherpgesneden pak ging een onvoorstelbaar briljante geest schuil.

Bij het Institute for Advanced Study in Princeton, waar hij van 1933 tot aan zijn dood in 1957 werkte, mocht Von Neumann beroemde burens als Albert Einstein en Kurt Gödel graag ergeren door op de grammofoon in zijn werkkamer zo luid mogelijk Duitse marsmuziek af te spelen. Einstein bracht een revolutie teweeg in ons begrip van ruimte, tijd en zwaartekracht. Gödel was, hoewel geen beroemdheid, al even revolutionair op het gebied van de formele logica. Maar de mensen die hen alle drie kenden, vonden dat Von Neumann verreweg het scherpzinnigste intellect bezat. Zijn collega’s zeiden voor de grap dat Von Neumann van een superieure soort afstamde, maar een gedetailleerde studie had gemaakt van de mensen zodat hij ze perfect kon imiteren.

Als kind leerde Von Neumann klassiek Grieks en Latijn, en sprak even goed Frans, Duits en Engels als zijn moedertaal Hongaars. Hij verslond een wereldgeschiedenis van vijfenveertig delen, en kon decennia later hele hoofdstukken letterlijk citeren. Een hoogleraar Byzantijnse geschiedenis, uitgenodigd op een van Von Neumanns feestjes, zei dat hij alleen zou komen als ze afspraken het niet over dat onderwerp te hebben. ‘Iedereen denkt dat ik ’s werelds grootste expert ben op dat gebied,’ zei hij tegen Von Neumanns vrouw, ‘en ik wil dat ze dat blijven denken.’

Von Neumanns ongelooflijke brains waren noch speciaal op lin-

guïstiek, noch op geschiedenis ingesteld, maar vooral op de wiskunde. Wiskundigen beschrijven wat zij doen vaak als een soort nobel spel, met als doel stellingen te bewijzen die geen enkele reële toepassing hebben. Vaak is dat zo. Maar de wiskunde is ook de taal van de wetenschappen – de krachtigste taal die we hebben om het heelal mee te begrijpen. ‘Hoe komt het,’ vroeg Einstein, ‘dat de wiskunde, uiteindelijk een product van het menselijk denken dat onafhankelijk is van de ervaring, zo uitstekend geschikt is voor objecten in de realiteit?’¹ Niemand heeft een definitief antwoord op die vraag gevonden. Sinds de oudheid begrijpen wiskundigen met een talent voor toepassingen net als Von Neumann dat ze een weg naar welvaart, invloed en macht om de wereld te veranderen in handen hebben. Archimedes besteedde tijd aan bovenaardse doeleinden zoals het vinden van een nieuwe manier om het getal pi te benaderen. Maar de oorlogsmachines die hij volgens strenge wiskundige principes ontwierp, zoals een reuzenklaauw die schepen uit zee kon optillen, belemmerden een tijdlang het Romeinse leger.

Von Neumanns bijdragen aan de wiskunde, in het midden van de twintigste eeuw, lijken nu met het jaar griezeliger vooruitziend. Om de in onze eeuw van belang zijnde intellectuele thema’s – van politiek tot economie, van technologie tot psychologie – volledig te kunnen begrijpen, moet je uiteindelijk Von Neumanns leven en werk kunnen begrijpen. Zijn denkwereld is zo relevant voor de uitdagingen waar we tegenwoordig voor staan, dat je geneigd bent je af te vragen of hij een tijdreiziger was, die rustig ideeën rondstrooide waarvan hij wist dat ze nodig zouden zijn om de toekomst van de aarde vorm te geven.

Hij werd geboren in 1903 en was net 22 jaar oud toen hij al bijdroeg aan de wiskundige formulering van de grondslagen van de quantummechanica. Hij verhuisde in 1930 naar Amerika en omdat hij zich ervan bewust was dat er oorlog dreigde, bestudeerde hij de wiskunde van de ballistiek en van explosies. Hij werkte als expert voor de Amerikaanse strijdkrachten en het Manhattan Project: van de wetenschappers in Los Alamos die de atoombom ontwikkelden, was het Von Neumann die de rangschikking bepaalde van de explosieven nodig om de krachtige ‘Fat Man’ te doen ontsteken door de plutoniumkern te comprimeren.

In hetzelfde jaar waarin hij zich bij het Manhattan Project aan-

sloot, voltooide Von Neumann, samen met de econoom Oskar Morgenstern, een verhandeling van 640 pagina's over speltheorie – een tak van wiskunde die zich bezighoudt met het analyseren van conflicten en samenwerking. Dat boek zou de economie veranderen en de speltheorie tot een integraal onderdeel maken van zulke uiteenlopende disciplines als politieke wetenschappen, psychologie en evolutionaire biologie. Het zou ook de militair strategen helpen bij het denken over wanneer – en wanneer niet – leiders op de nucleaire knop zouden moeten drukken. Met zijn bovenaardse intelligentie en zijn onverschrokken houding wat betreft zaken van leven en dood, was Von Neumann een van de weinige wetenschappers die inspiratie leverden voor de iconische figuur van Dr. Strangelove in de gelijknamige film van Stanley Kubrick.

13

Nadat de atoombommen die hij hielp ontwikkelen op Hiroshima en Nagasaki waren gevallen, richtte Von Neumann zijn inspanningen op wat misschien de eerste programmeerbare digitale computer ter wereld was, de ENIAC. Aanvankelijk wilde hij berekenen of het al dan niet mogelijk zou zijn om een nog krachtiger bom te ontwikkelen – de waterstofbom. Daarna gaf hij leiding aan het team dat de eerste met behulp van een computer afgeleide weersvoorspelling produceerde. Omdat hij niet tevreden was met computers die alleen maar konden rekenen, toonde Von Neumann tijdens een voordracht in 1948 aan dat informatieverwerkende machines zich onder bepaalde omstandigheden konden vermenigvuldigen, en konden groeien en evolueren. Zijn automatentheorie inspireerde generaties wetenschappers om te proberen zelfreplicerende machines te bouwen. Later hielpen zijn overpeinzingen over de overeenkomsten tussen het functioneren van hersenen en computers bij het ontstaan van kunstmatige intelligentie en beïnvloedden ze de ontwikkeling van de neurowetenschappen.

Von Neumann was een zuiver wiskundige van buitengewone klasse. Hij ontwikkelde bijvoorbeeld een nieuwe, tegenwoordig naar hem genoemde, zeer productieve tak van de algebra: een halve eeuw later won Vaughan Jones de Fields Medal – vaak de Nobelprijs van de wiskunde genoemd – voor het werk waarin hij slechts een zeer beperkt aspect van die algebra onderzocht. Louter intellectuele puzzels waren voor Von Neumann echter niet genoeg. Hij bleef zoeken naar nieuwe praktische gebieden waarop hij zijn wis-

kundig genie kon botvieren, en hij leek elk gebied te kiezen met een onfeilbaar gevoel voor de mogelijkheden van dat gebied om een revolutie teweeg te brengen in het leven van de mensen. ‘Terwijl hij van de zuivere wiskunde overging naar de fysica, de economie en de techniek, werd hij elke keer minder diepzinnig en elke keer belangrijker,’ merkte Von Neumanns vroegere collega, de wiskundige fysicus Freeman Dyson op.²

14 Toen hij op drieënvijftigjarige leeftijd stierf, was Von Neumann zo beroemd als een wiskundige maar kon zijn. Schrijver William S. Burroughs beweerde dat Von Neumanns speltheorie sommige van zijn bizarre literaire experimenten had geïnspireerd, en zijn naam komt voor in de romans van Philip K. Dick en Kurt Vonnegut. Sindsdien is Von Neumann echter, vergeleken met zijn grootse collega’s in Princeton, Einstein en Gödel, enigszins uit het zicht verdwenen. Tot karikatuur gemaakt als de koudste koude-oorlogsstrijder en met nauwelijks samen te vatten, verreikende bijdragen, herinnert men zich van Von Neumann meestal vanwege zijn legendarische staaltjes mentale gymnastiek. Toch is zijn nalatenschap tegenwoordig overal in ons dagelijks leven te vinden.

Zijn visies en ideeën, opgepikt door wetenschappers, uitvinders, intellectuelen en politici, bepalen nu mede hoe wij denken over wie wij zijn als soort, over onze sociale en economische interacties met elkaar, en over de machines die ons tot onvoorstelbare hoogtes zouden kunnen doen opstijgen, of ons volledig zouden kunnen vernietigen. Kijk om je heen en je komt Johnny’s vingerafdrukken overal tegen.

I Gevormd in Boedapest

Een genie wordt geboren en groeit op

‘Von Neumann was verslaafd aan denken, in het bijzonder aan denken over wiskunde.’

– Peter Lax, 1990

De wetenschappers en technici die in de jaren veertig van de vorige eeuw in Los Alamos aan Amerika’s geheime atoombomproject werkten, noemden hen de ‘Martianen’ (marsmannetjes). De grap was dat de Hongaren, met hun vreemde accent en buitengewone intelligentie, van een andere planeet leken te komen.

15

De Martianen zelf verschilden van mening over de reden waarom een klein land zoveel briljante wiskundigen en wetenschappers voortbracht. Maar over één ding waren ze het allemaal eens. Als zij van Mars kwamen, dan kwam één van hen uit een heel ander melkwegstelsel. Toen de Martiaan Eugene Wigner, winnaar van de Nobelprijs voor Natuurkunde, gevraagd werd hoe hij dacht over het ‘Hongaarse fenomeen’, antwoordde hij dat zoiets helemaal niet bestond. Er was maar één ding dat om een verklaring vroeg: er was maar één Johnny von Neumann.

Neumann János Lajos (in het Nederlands Jan Louis Neumann – in het Hongaars komt de achternaam eerst) werd op 28 december 1903 geboren in het bruisende Boedapest van de Belle Époque. De stad, in 1873 ontstaan door de samenvoeging van de oude hoofdstad Boeda met de nabijgelegen steden Óbuda en Pest, bloeide. Het Hongaarse parlamentsgebouw aan de oever van de Donau was het grootste ter wereld en het grote in beaux-artsstijl gebouwde beurspaleis kende in Europa zijn gelijke niet. Onder de Andrassy-laan, een prachtige boulevard, geflankeerd door herenhuizen in neo-renaïssancestijl, liep een van ’s werelds eerste elektrische ondergrondsen. Intellectuelen kwamen massaal bijeen in de koffiehuisen (waarvan de stad er meer dan zeshonderd telde) en de akoestiek van het ook rond die tijd gebouwde operagebouw wordt nog steeds beschouwd als een van de beste van Europa.

Johnny – zijn familie en vrienden in Hongarije noemden hem

Jancsi (spreek uit jan-shi), een verkleinvorm van János – was de oudste van drie zonen van Miksa (vaak vertaald als Max) en Margit (Margaret), ontwikkelde en welgestelde ouders, die actief deelnamen aan het rijke intellectuele en artistieke leven van de hoofdstad. In 1907 werd zijn broer Mihály (Michael) geboren, in 1911 gevolgd door Miklós (Nicholas). De familie bewoonde een appartement met achttien kamers op de bovenste verdieping van Vaczi Boulevard 62.¹

16

De begane grond van het gebouw werd geheel in beslag genomen door de uitgebreide verkooppriemtes van Kann-Heller, een ijzerwarenfirma opgericht door Margarets vader Jacob Kann en zijn partner. Kann-Heller verkocht eerst landbouwmachines en werd daarna pionier van de postorderverkoop in Hongarije, net als Sears eerder in de Verenigde Staten. De familie Heller beschikte over de hele eerste verdieping. De tweede en derde verdieping werden bewoond door Kanns vier dochters en hun gezinnen. Tegenwoordig hangt op de hoek van het gebouw, naast de ingang van het kantoor van een verzekeringsfirma, een plaquette waarop eer bewezen wordt aan ‘een van de beste wiskundigen van de twintigste eeuw’.

In 1910 was een kwart van de bevolking van Boedapest en meer dan de helft van de artsen, advocaten en bankiers van Joodse afkomst, evenals velen die betrokken waren bij het bloeiende culturele leven van de stad. Sommige mensen wensten in dat succes een samenzwering te zien. De veronderstelde overheersing van de stad door Joden bracht Karl Lügner, de onruststokende populistische burgemeester van Wenen, ertoe de dubbele hoofdstad van Oostenrijk-Hongarije ‘Judapest’ te noemen. Lügners racistische retoriek zou een bron van inspiratie vormen voor de jonge, dakloze Adolf Hitler, die in Wenen rondzwierf nadat de kunstacademie van de stad geweigerd had hem toe te laten.

De piek van de Joodse immigratie naar Hongarije had in de laatste twee decennia van de negentiende eeuw plaatsgevonden. Velen hadden zich, op zoek naar werk, in het snelgroeïende Boedapest gevestigd. Joden werden daar niet geconfronteerd met pogroms, zoals in Rusland. Het antisemitisme, dat in Europa al generaties lang sterk aanwezig was, werd, hoewel niet helemaal afwezig, in ieder geval door de regering niet officieel gesanctioneerd. ‘Respectabele lieden, inclusief de meeste aristocraten en de adel, verwierpen

het antisemitisme,' merkte de Hongaars-Amerikaanse historicus John Lukacs op.²

Al waren ze nog zo welvarend en gelukkig, toch werden de Neumanns, zoals zoveel Joden in het Oostenrijks-Hongaarse keizerrijk, achtervolgd door de angst dat de goede tijden niet eeuwig zouden duren. Hoewel de talrijke etnische groepen ogenschijnlijk verenigd waren onder de populaire keizer in Wenen, en door een economisch systeem dat vrij vervoer van goederen en diensten over een enorm deel van Zuidoost-Europa toeliet, kwamen er soms toch verschillen aan de oppervlakte. Robert Musil, een van de vele grote schrijvers van het keizerrijk, zei dat de talloze bloedige conflicten 'zo gewelddadig waren dat de Staatsmachine vastliep en volledig tot stilstand kwam. Maar tussendoor, in de adempauzes tussen de ene en de andere regering, ging iedereen bijzonder goed met elkaar om en gedroeg men zich alsof er nooit iets aan de hand was geweest.'³

17

Ondanks de koortsachtige sfeer in Oostenrijk-Hongarije zou het rijk niet ten onder gaan aan interne verdeeldheid, maar aan de Eerste Wereldoorlog. In 1910 voelde Max dat de stemming in Europa verslechterde. Hij wilde dat de opvoeding van zijn zoons ze op het ergste voorbereidde. In Hongarije gingen kinderen in die tijd pas met tien jaar naar school, maar welgestelde Boedapestse families konden gemakkelijk kindermisjes, gouvernantes of privéleraren vinden. Max legde de nadruk op vreemde talen, met als argument dat zijn zonen zich dan overal waar ze zich ook maar bevonden, of wie er ook maar aan de macht was, verstaanbaar konden maken. De zes jaar oude Jancsi leerde dus Frans van Mademoiselle Grosjean en Italiaans van Signora Puglia. Tussen 1914 en 1918 leerden de broers ook Engels van Mr. Thompson en Mr. Blythe. Hoewel de Neumanns aan het begin van de oorlog in Wenen werden beschouwd als vijandelijke buitenlanders, kostte het Max, een invloedrijk man, 'weinig moeite om hun plaats van "internering" officieel naar Boedapest te laten verhuizen'.⁴ Max stond er ook op dat de jongens klassiek Grieks en Latijn leerden. 'Vader,' herinnerde Nicholas zich in zijn mémoires, 'geloofde in het leven van de geest.'⁵

Jancsi kon als kind al geweldig hoofdrekenen.⁶ Sommige bronnen suggereren dat hij twee getallen van acht cijfers uit zijn hoofd met elkaar kon vermenigvuldigen toen hij zes was.⁷ Dit talent, op-

merkelijk genoeg om zijn vroege privéleraren te verbazen, had hij misschien geërfd van zijn grootvader van moederszijde. Hoewel Jacob Kann na de middelbare school geen formele opleiding had genoten, kon hij getallen optellen of vermenigvuldigen tot in de miljoenen. Toen hij ouder was roemde Von Neumann vaak de mentale gymnastiek van zijn grootvader met zijn twinkelende ogen, maar hij gaf toe dat hij dat zelf nooit kon evenaren.

18

De oudste van de broertjes Von Neumann blonk echter niet in alles uit. Hij leerde bijvoorbeeld nooit een muziekinstrument goed te bespelen. Verwonderd over het feit dat de jonge Jancsi altijd alleen maar toonladers op de cello speelde, ontdekte de familie dat de vijf jaar oude jongen boeken op zijn muziekstandaard had gezet zodat hij kon lezen terwijl hij 'oefende'. Met schaken was hij middelmatig.⁸ Ondanks het feit dat hij verschillende 'systemen' ontwierp waarvan hij dacht dat ze onvermijdelijk tot winst zouden leiden, verloor hij zelfs als tiener aldoor van zijn vader.

Von Neumann had ook geen belangstelling voor sport en behalve lange wandelingen (altijd in pak) vermeed hij iedere vorm van krachtige fysieke inspanning in zijn hele verdere leven. Toen zijn tweede vrouw Klári hem probeerde over te halen om te gaan skiën, stelde hij haar voor om te gaan scheiden. 'Als getrouwd zijn met een vrouw, wie ze ook was, betekende dat hij op twee stukken hout over een of andere gladde helling moest glijden,' zei ze, 'dan zou hij beslist liever alleen willen leven en zijn dagelijkse oefeningen, zoals hij het uitdrukte, doen door in en uit een lekker warm bad te stappen.'⁹

Het leven thuis was intellectueel zo stimulerend als een wonderkind maar kon wensen. Toen de jongens nog jong waren kocht Max, een jurist die investeringsbankier werd, een bibliotheek uit het landgoed van een rijke familie. Hij richtte een kamer van het appartement in om de collectie te bergen, met boekenplanken van de vloer tot aan het plafond. Hier zou Jancsi het belangrijkste werk uit de collectie lezen, de *Allgemeine Geschichte*, een zeer omvangrijke wereldgeschiedenis, geredigeerd door de Duitse historicus Wilhelm Oncken. Het begon met het Oude Egypte en eindigde met een biografie van Wilhelm I, de eerste Duitse keizer, die ook de opdracht voor het werk had gegeven. Toen Von Neumann na zijn emigratie in de Amerikaanse politiek verwickeld raakte, zou hij

soms discussies vermijden die te verhit dreigden te worden door de uitkomst van een of andere vaag daarop lijkende affaire uit de Oudheid te citeren (soms letterlijk) waarover hij als kind bij Oncken had gelezen.

De opvoeding van de kinderen werd vaak voortgezet tijdens de lunch en het avondeten, als ze werden aangemoedigd om te praten over een bepaald onderwerp dat eerder op de dag hun aandacht had getrokken.



Jancsi in een matrozenpak, zeven jaar oud. Met dank aan Marina von Neumann Whitman.

Op een keer verdiepte Nicholas zich in de poëzie van Heinrich Heine. Dat leidde tot discussie over hoe het antisemitisme hen in de toekomst zou kunnen raken. Heine werd in een Joodse familie geboren, maar bekeerde zich met tegenzin tot het christendom, 'het toegangskaartje tot de Europese cultuur', in een poging zijn carrière te bevorderen. Openhartige discussies zoals deze kunnen Jancsi al vroeg hebben geholpen de gevaren van het nationaalsocialisme te onderkennen.