

Goddelijke patronen



Roel Andringa-Boxum

GODDELIJKE PATRONEN

Apofenie in de (pseudo)wetenschap
en het christendom

Spectrum

Uitgeverij Unieboek | Het Spectrum bv, Amsterdam

Spectrum maakt deel uit van Uitgeverij Unieboek | Het Spectrum bv
Amstelplein 34
1096 BC Amsterdam

© 2024 Roel Andringa-Boxum
© 2024 Nederlandstalige uitgave: Uitgeverij Unieboek | Het Spectrum bv, Amsterdam

Eerste druk 2024

Ontwerp omslag: Loudmouth
Illustraties: Elgraphic
Auteursfoto: Anne van Gelder
Opmaak: Crius Group, Hulshout

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd bestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Tekst- en datamining van (delen van) deze uitgave is uitdrukkelijk niet toegestaan.

All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training and similar technologies.

ISBN 978 90 00 39507 1
ISBN 978 90 00 39508 8 (e-book)
NUR 911

www.spectrumboeken.nl

Inhoud

Inleiding: Elk huis zijn eigen X	7
Hoofdstuk 1: Pareidolische paranoia	13
Hoofdstuk 2: De wonderlijke wereld van Bayes	77
Hoofdstuk 3: Help! Mijn God is klusser	127
Hoofdstuk 4: De tektonische aardverschuiving	213
Hoofdstuk 5: Nul op het rekest krijgen	301
Conclusie	357
Verder lezen en kijken	369
Appendix	385
Dankwoord	397



Inleiding

Elk huis zijn eigen X

Een bekentenis van iemand die niet in God gelooft:
Nooit had een stuk meer indruk op me dan de Mattëus-Passion. Ik zal als favoriete film *The Passion of the Christ* noemen. Daarnaast ben ik fan van Bobby Schullers *Hour of Power*, waarin hij telkens weer je weet op te beuren met Bijbelse wijsheid terwijl je liever zou willen opgeven. Toch was het geen *love at first sight*, en als puber had ik nooit kunnen vermoeden dat ik de bijbel helemaal zou lezen. Het zal tijdens mijn studie natuurkunde geweest zijn dat dit veranderde. Ik besloot ook Hebreeuws te leren om het Oude Testament te lezen; je kunt immers een tekst pas op waarde schatten als je de taal beheerst. In Groningen was bovendien een levensbeschouwelijk platform met de nodige cursussen. Ik sprak er met studentenpastores met de insteek om hun geloof te leren begrijpen. Bij een cursus om studenten te laten kennismaken met het christendom leerde ik over zaken die ik nooit uit boeken had kunnen halen, zoals over geloofsbeleving. Er zal geen historisch figuur meer invloed op mij hebben gehad dan Jezus. Ik had weinig op met het christelijke godsbeeld, maar ik zou niet wegrennen van de christelijke traditie. Aan de bruiloft van mijn vrouw en mij ging een kerkdienst vooraf, en onze kinderen zijn gedoopt. Je kunt zelfs nóg iets noemen dat me ondanks mijn ongeloof niet had verlaten: de zucht naar zingeving en mysterie.

Ik besloot daarom als puber dit mysterie ergens anders te gaan zoeken en raakte gefascineerd door onverklaarbare fenomenen, gevoed

door tv-series als *The X-files* en tijdschriften als *De X-factor*.^{*} Onze bescheiden dorpsbibliotheek bezat enkele boeken over paranormale zaken, en de stempels voorin verraadden dat bar weinig dorpsgenoten mijn fascinatie deelden. Ik raakte bovendien door wetenschappers als Stephen Hawking en Carl Sagan overtuigd van de enorme kracht van het wetenschappelijke denken, en zag daarmee ook in dat veel claims uit de paranormale literatuur de stempel ‘pseudowetenschap’ krijgen.

Maar het christendom is voor een opstandige puber heel geschikt om zich tegen af te zetten, en daardoor ging ik me toch weer verdiepen in de christelijke traditie. Tijdens mijn studietijd kon ik opvattingen van fundamentalistische christenen steeds meer naast me neerleggen en ontdekte ik de literaire schoonheid en emotionele diepgang die Bijbelteksten konden hebben. Het bleek een troostende gedachte dat millennia geleden mensen in een onherkenbare wereld heel herkenbare worstelingen ondergingen. Ook de evangeliën en de brieven van Paulus werden een bron van fascinatie: wat voor figuur was Jezus nu precies, en waarom werd Paulus van fervent tegenstander de grondlegger van Zijn kerk? Deze inzichten gaven een nieuw besef: religie in het algemeen, en het christendom in het bijzonder, vertelt ons heel veel over de menselijke denkwijze en onze pogingen om onze plaats in de natuur te begrijpen. In dit denken gebruiken we verhalen en patronen. En met dat laatste is iets bijzonders aan de hand. We zijn namelijk gek op verborgen patronen, getuige het grote succes van tv-programma’s als *Wie is de Mol?* en *MINDF*CK*. Maar als je deze tv-programma’s hebt gekeken, dan weet je ook dat we in het algemeen niet bijster goed zijn in het herkennen van significante patronen. Je hoeft maar je horoscoop op te slaan of een draak in de wolken te herkennen om te beseffen dat we graag patronen zien die er helemaal niet zijn. Dit fenomeen noemen we ‘apofenie’ oftewel ‘doorgeschoten patroonherkenning’ en het speelt een belangrijke rol in wetenschap, pseudowetenschap en christendom.

* De paranormale wereld lijkt, net als de wiskunde en Elon Musk, een voorliefde voor de letter ‘X’ te hebben.

Gezocht: wetenschappelijke handleiding

Wetenschap is de kunst om de valse patronen te scheiden van de significante patronen. Maar als je denkt dat we met de wetenschappelijke methode in de hand immuun zijn voor valse patronen, dan kom je bedrogen uit. Onze zucht naar betekenisvolle patronen vormt namelijk tevens de basis voor de hedendaagse replicatiecrisis, oftewel het feit dat veel resultaten uit bepaalde onderzoeksgebieden niet herhaalbaar zijn. Ondanks strikte statistische regels zien onderzoekers dikwijls patronen die er niet zijn, en dat in een mate die heel lang is onderschat. Of denk aan de toeslagenaffaire, waarin talloze mensen onterecht als fraudeur werden bestempeld. De andere moderne dreiging waarbij apofenie een rol speelt is complotdenken. Normaliter leggen mensen al dikwijls verbanden tussen gebeurtenissen die net zo lukraak zijn als de sterrenbeelden die we in onze horoscopen gebruiken, en complotdenkers hebben deze vaardigheid tot ware kunst verheven. Als je je afvraagt waarom we nog steeds zo veelvuldig patronen zien die er helemaal niet zijn, ondanks dat betrouwbare informatie steeds toegankelijker wordt, dan hoef je alleen maar naar het succes van het christendom te kijken: apofenie zit in ons DNA.* En zelfs daar moeten we oppassen, want zoals het gezegde gaat: met een hamer in de hand lijkt alles een spijker.** We zullen daarom ook zien dat niet alleen apofenie, maar ook andere vormen van irrationeel denken onze kijk op de werkelijkheid vertroebelen, zoals ons onvermogen om met toeval om te gaan en het feit dat we onze vooroordelen liever bevestigd dan weerlegd zien worden. Omdat ons van nature beperkte statistische redeneren een belangrijke rol speelt bij apofenie, complotdenken en pseudowetenschap, zullen we ook de nodige aandacht schenken aan Bayesiaanse inferentie, de wetenschap hoe we met nieuwe informatie onze overtuigingen kunnen updaten.

* Figuurlijk dan; we zullen zien dat letterlijk apofenie in ons DNA zien een vorm van apofenie is die we 'pareidolie' noemen.

** Of, zoals we in de natuurkunde zeggen: voor een deeltjesfysicus lijkt elk probleem op een nieuw deeltje.

De boodschap van dit boek is dus dat we vaak patronen zien die er helemaal niet zijn. Het christendom vormt in dit boek een belangrijk thema, omdat daar apofenie op allerlei manieren naar voren komt en omdat het als 's werelds grootste religie een enorme stempel op onze wereldgeschiedenis heeft gedrukt. We zullen ook een aantal pogingen tot godsbewijzen bekijken omdat deze pogingen dikwijls denkfouten bevatten die met apofenie te maken hebben. Maar apofenie is veelomvattender dan alleen het christendom en bedreigt in haar bijdrage aan complotdenken en de replicatiecrisis ook onze moderne democratie, zoals we in het laatste hoofdstuk zullen zien. Zeker nu, een tijd waarin *fake news*, jongeardecreationisme en complottheorieën gretig aftrek vinden vanwege de enorme toename van sociale media, en wetenschappers bovendien niet altijd meer vrij hun werk kunnen doen vanwege bedreigingen, is het erg belangrijk om valse patronen te kunnen onderscheiden van significante patronen. Ondanks alle wetenschappelijke ontwikkelingen kampt de wetenschap echter met een autoriteitsprobleem en wenden veel mensen zich tot pseudowetenschap zoals de platte aarde en duistere complotten rondom nieuwe wereldorden. Een trend die modern lijkt maar, om met de woorden van de Bijbelse Prediker te spreken, niks nieuws onder de zon blijkt.

Je zou zeggen dat we daarom op scholen flink moeten inzetten om onze jeugd te laten zien hoe je wetenschap van pseudowetenschap scheidt en waarom complottheorieën zulke wankele hypothesen opleveren. Toch ervaar ik als docent dat we hier nauwelijks aandacht aan besteden. Leerlingen wordt, ondanks alle genoemde ontwikkelingen rondom complotdenken, pseudowetenschap en *fake news*, nog steeds veel meer geleerd 'wat' te denken dan 'hoe' te denken, en een vak toegepaste filosofie, waarin we leerlingen structureel laten nadenken over maatschappelijke vraagstukken, maakt nog steeds geen deel uit van het landelijk curriculum. Bij mijn eigen vak natuurkunde besteden we vanwege het overvolle curriculum ook weinig aandacht aan de totstandkoming van theorieën. Hierdoor ontstaat er amper besef over het enorme wonder van de wetenschappelijke revolutie en wordt een flinke kans gemist om leerlingen kritisch te leren denken. Frus-

trerend, want kritisch denken is zowel bij een wetenschappelijke vervolgopleiding als voor burgerschap een onmisbaar instrument. Mijn overtuiging dat ons onderwijs hierin tekortschiet vormde, samen met mijn jarenlange fascinatie voor (pseudo)wetenschap en religie, de motivatie om dit boek te schrijven.

Disclaimers en leeswijzer

Voordat we beginnen volgen eerst een paar kanttekeningen. De eerste kanttekening is mijn gebruik van de NBG-Bijbelvertaling van 1951 wanneer ik Bijbelteksten citeer. Engelse citaten zijn door mijzelf vertaald tenzij anders vermeld. De tweede kanttekening is dat een deel van de argumenten in dit boek leunt op mijn expertise als gepromoveerd natuurkundige. Andere argumenten buiten dit vakgebied baseer ik op ideeën die ik in de loop der jaren als geïnteresseerde leek heb opgepikt uit zowel populaire als academische literatuur over onder andere (de geschiedenis van) de joods-christelijke traditie, de godsdienstwetenschappen, de biologie en de theologie. De derde kanttekening is dat ik geen voorkennis veronderstel. De wiskundige redenering in de hoofdtekst zou voor elke nieuwsgierige wiskundeleek te volgen moeten zijn, en voor de nieuwsgierige lezer werk ik een aantal elementaire berekeningen uit in een appendix. Enige bekendheid met de joods-christelijke traditie is handig maar niet noodzakelijk, want alle termen, historische gebeurtenissen en personen worden toegevoegd. De vierde kanttekening: voor wie zich meer wil verdiepen in de onderwerpen die ik aanstip is er een laatste hoofdstuk ‘Verder lezen’, waarin ik vanwege de toegankelijkheid dikwijls verwijs naar YouTube-lezingen en online artikelen die niet achter een betaalmuur zitten. Tot slot de laatste kanttekening: mocht je menen dat ik ook in de valkuil van apofenie ben gevallen of als je andere opmerkingen hebt over het boek, dan kun je dat kwijt op www.roelandringaboxum.nl of me mailen op info@roelandringaboxum.nl. Met deze kanttekeningen wens ik je veel significante patronen toe!



Hoofdstuk 1

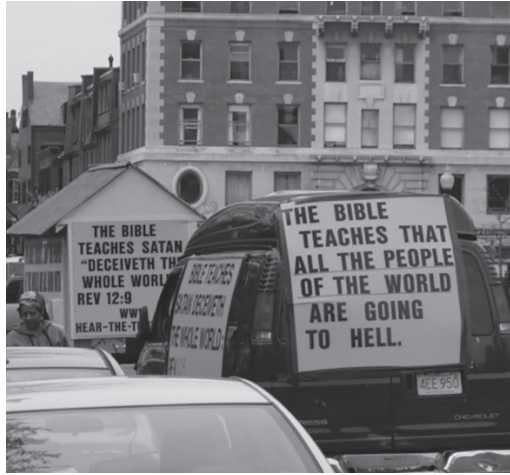
Pareidolische paranoia

‘Zoekt en gij zult vinden.’

JEZUS

In den beginne

In mei 2011 was ik op vakantie aan de oostkust van Amerika. Dat bleek een bijzondere vakantie te zijn, en niet alleen omdat ik ontdekte dat mijn idee van *medium sized* nogal beperkt was. De eindtijd stond er namelijk ook aan te komen, een gebeurtenis waarbij de enige ware christenen naar de hemel gevoerd zouden worden en de rest van de wereld zou vergaan. Althans, volgens de Amerikaanse tv-evangelist Harold Camping. Camping had namelijk met een stevig staaltje Bijbelse numerologie berekend dat op 21 mei 2011 alle uitverkorenen zouden worden opgenomen in de hemel, waarna het einde van de wereld vijf maanden later zou plaatsvinden. Het gevolg van deze voorspelling was dat diverse christenen ons met borden vriendelijk verzochten om ons te bekeren, met het nogal vervelende alternatief van hel en verdoemenis. Maar hoe bizar deze goedbedoelde adviezen ook lijken, op één punt hebben eindtijdpropheten zoals Camping gelijk. We leven namelijk inderdaad in bijzondere tijden.



Figuur 1 *Goedbedoelde adviezen in Boston.*

Om dat uit te leggen spoelen we de kosmologische film zo'n veertien miljard jaar terug. Op dat moment 'ontstond' volgens het huidige kosmologische model de energie en ruimte van ons heelal vanuit een gloeiend hete en piepkleine toestand, waarna de ruimte ging uitzetten. Deze expansie zette zich vervolgens door, waarbij de temperatuur afnam en er deeltjes ontstonden die door de zwaartekracht samenklonterden tot atomen. Omdat de temperatuur (een maat voor hoe snel deeltjes bewegen) maar bleef zakken, werden de gevormde atomen op een gegeven moment niet meer uit elkaar gerukt door botsingen met andere deeltjes. De atomen klonterden samen tot lichte elementen zoals helium en waterstof, totdat na een luttele honderd miljoen jaar de eerste sterren zich vormden die op hun beurt een miljard jaar later werden samengeklonterd tot de eerste sterrenstelsels. Zo waren er na negen miljard jaar talloze sterrenstelsels gevormd, elk met honderden miljoenen sterren en planeten. In een van die sterrenstelsels ontstond rond die tijd door de zwaartekracht onze zon met acht planeten eromheen (sorry Pluto), waaronder de aarde. Zo'n miljard jaar nadat de aarde werd gevormd ontstond er via een nog niet goed begre-

pen proces een bijzonder verschijnsel op onze planeet: leven. Het zou daarna nog meer dan drie miljard jaar duren voordat dit leven zich via natuurlijke selectie ontwikkelde tot een opmerkelijke soort, genaamd *Homo sapiens*. Deze mens had niet bepaald een makkelijk bestaan en was, zoals alle levensvormen, meer bezig met overleven dan leven. Je kunt rustig stellen dat gedurende 99,999% van ons menselijk bestaan de termen 'leven' en 'overleven' synoniem waren.

De emmer met wonderen was echter nog niet leeg. De mens vond namelijk tweehonderdduizend jaar na zijn ontstaan een manier om de natuur te doorgronden en daarmee naar zijn hand te zetten. Dat deden we door een methode te ontwikkelen waarmee op een gestructureerde manier onze nieuwsgierigheid wordt omgezet in betrouwbare kennis. Dit resulteerde uiteindelijk in de zogenaamde verlichting en daarna de industriële revolutie, die onze geschiedenis onherkenbaar hebben veranderd. Waar voorheen het leven generaties achter elkaar niet of nauwelijks veranderde, zou in grote delen van de wereld elke generatie dankzij de wetenschappelijke methode een radicaal andere wereld ervaren dan de vorige.*

Maar wetenschappelijk onderzoek levert niet alleen fascinerende pubquizzkennis op. Waar tot tweehonderd jaar geleden bijvoorbeeld een infectie of blindedarmonsteking al fataal was en pasgeboren kinderen met hun moeders bij bosjes omkwamen vanwege infecties en bloedingen, hebben we tegenwoordig medische zorg en technologische toepassingen die enkele generaties geleden nog als wonderen bestempeld zouden worden. De laatste eeuw kunnen we bijvoorbeeld vliegen, iets wat daarvoor slechts voor enkele bevoorrechte diersoorten (en Jezus tijdens Zijn hemelvaart) was weggelegd. Tegenwoordig lopen miljarden mensen rond met een kastje waarmee ze via onzichtbare velden met de hele wereld in contact staan en meer informatie tot hun beschikking hebben dan ooit. Zet met een tijdmachine iemand uit de bronstijd neer in onze moderne wereld en deze persoon zal,

* Een van mijn favoriete T-shirts bevat een afbeelding met een cassettebandje, videotape en floppydisk en de tekst 'Never Forget'.

behalve overprikkeld worden, onze technologie volgens de sciencefiction-schrijver Arthur C. Clarke niet kunnen onderscheiden van magie.

De manier van denken waar we deze enorme ontwikkelingen aan danken noemen we dus de wetenschappelijke methode. Voordat we deze methode gaan bespreken gaan we eerst bekijken waarom het zo lang duurde voordat deze wetenschappelijke methode überhaupt opkwam. Daarvoor gaan we naar het Friese platteland, naar een tijd waarin muziek nog op cassettebandjes stond.

Confabulerende Homo fictus

Ik voelde me als puber een buitenbeentje. Op mijn veertiende las ik Stephen Hawkings *Het heelal* en Carl Sagans *Cosmos*. Met name de relativiteitstheorie en kwantummechanica kwamen op mij bevreemdend over. Maar de boodschap van Hawking en Sagan was des te duidelijker: de werkelijkheid was totaal anders dan ik me altijd had voorgesteld! Ik kon in al mijn wereldvreemdheid mijn klasgenoten echter maar niet overtuigen van het wonder van de kwantummechanica en de relativiteitstheorie. Kortom: het verhaal van de zoveelste puber die zich vervreemd voelt van de rest van het universum en daarom zijn eigen universum maar creëert op zijn kamer.

Die vervreemding kun je in natuurkundige zin ook doortrekken naar de menselijke soort. Het universum is namelijk een onzegbaar grote plek, met allerlei extreme omstandigheden: buiten onze dampkring is het bijvoorbeeld slechts drie graden boven het absolute nulpunt, terwijl het in de kern van de zon vijftien miljoen graden is. Wij mensen zijn geëvolueerd in een heel specifiek stukje van dit heelal: de aarde. Onze zintuigen zijn nauwgezet op dit stukje aangepast, en daarmee ook onze intuïtie. Zo is het voor ons heel natuurlijk om te geloven dat de zon om de aarde draait, de sterren aan de hemel stilstaan, dat diersoorten onveranderlijk zijn en dat bergketens er altijd al zijn geweest. De moderne wetenschap heeft ons echter geleerd dat dit illusies zijn. De tijd blijkt ons namelijk een sluier voor onze kortstondige

ogen te leggen. Als de mens miljoenen jaren oud zou kunnen worden, dan zouden bovenstaande ideeën over een statische werkelijkheid juist heel onnatuurlijk zijn. Net zoals je liggend in het gras met wat geduld kunt waarnemen hoe wolken ontstaan en vergaan, zouden we met een miljoenen jaren durende leeftijd sterren zien vergaan, sterrenbeelden zien veranderen, diersoorten zich zien opsplitsen, bergketens zien opkomen en zelfs hele continenten zien verschuiven.

Niet alleen de tijd vormt een sluier voor onze ogen. Om het in *Transformers*-termen te gieten: ‘There is more than meets the eye!’ We weten namelijk sinds een eeuw of twee dat onze ogen slechts een heel klein stukje waarnemen van een uitgestrekt stralingsspectrum. Zo ontdekte de astronoom William Herschel in 1800 per toeval* het verschijnsel van infrarode straling: straling waarvan de golflengte groter is dan zichtbaar licht zodat onze ogen die niet kunnen waarnemen. En het wordt nog gekker: tijd blijkt op nog een andere manier een sluier voor onze zintuigen te plaatsen. Einstein leerde ons namelijk dat tijdsduren relatief zijn; de tijdsduur tussen twee gebeurtenissen is per persoon verschillend. Net zoals je tussen twee plaatsen paden met verschillende lengtes kunt afleggen, kunnen we ook tussen twee gebeurtenissen verschillende paden afleggen met verschillende verstreken tijdsduren! Om dit tegen-intuïtieve fenomeen daadwerkelijk op te merken moet je echter wel met heel hoge snelheden reizen of je bij heel sterke zwaartekrachtsvelden bevinden. De snelheden en zwaartekrachtsvelden waar wij dagelijks mee te maken hebben zijn bij lange na niet heftig genoeg om de relativiteit van tijd op te merken. Maar als je op je telefoon wilt navigeren, moeten de gps-satellieten wel degelijk rekening houden met dit effect. Misschien wel het meest extreme voorbeeld van onze tegen-intuïtieve werkelijkheid is de subatomaire wereld, die we beschrijven met de kwantummechanica. Onze klassieke opvattingen dat objecten in intuïtieve categorieën vallen als ‘deeltje’ of ‘golf’ en bovendien duidelijk afgebakend zijn in de ruimte, zijn niet te verenigen met de natuurkunde

* In wetenschappelijke termen: *serendipiteit*. Volgens Neerlands bekendste serendipitoloog Pek van Andel: ‘het zoeken naar een naald in een hooiberg en er met de boerendochter uit rollen’.

die we gebruiken om subatomaire deeltjes te beschrijven. Subatomaire deeltjes vallen bijvoorbeeld in de categorie 'zowel golf als deeltje', en kunnen via een fenomeen genaamd 'verstrengeling' intiem met elkaar verbonden zijn over willekeurig grote afstanden. Ook hier geldt weer dat we domweg op de verkeerde lengteschaal zijn geëvolueerd om deze fenomenen intuïtief te begrijpen. Dat weerhoudt ons er echter niet van om met de kwantummechanica te begrijpen hoe chemische elementen worden gevormd, hoe deze elementen zich organiseren in moleculen, wat de oorsprong van scheikundige processen is, waarom de zon brandt en hoe je alledaagse techniek zoals tunneldiodes maakt.



Figuur 2 *'God houdt van... koffie?'*

Blijkbaar heeft Moeder Natuur dus geen boodschap aan ons voorstellingsvermogen. Wij mensen zijn domweg niet geëvolueerd om al die extreme fenomenen in de natuur intuïtief te bevatten. En waarom zouden we? We hebben een goed begrip ervan nooit nodig gehad in onze strijd om te overleven. De natuur die ons een natuurgetrouw beeld geeft van de werkelijkheid is als een besturingssysteem op je computer dat je alles laat zien in binaire taal van nullen en enen in plaats van een handige interface met knoppen en folders. Natuurgetrouw? Ja. Han-

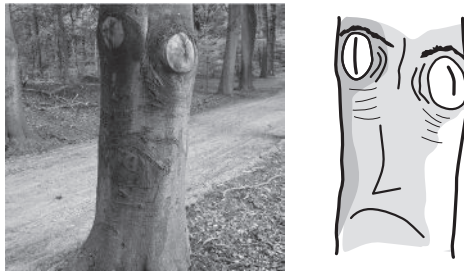
dig? Nee. Maar toch is onze prefrontale cortex, het voorste stuk van onze hersenen waar we onze cognitieve vaardigheden aan te danken hebben, zodanig ontwikkeld dat we hypothesen kunnen verzinnen over onze omgeving. En dus deed de mens dit zo goed en zo kwaad als het ging, vertrouwend op de zintuigen. Door dat selectieproces zijn alle visueel schokkende en opmerkelijke prikkels als een magneet voor ons brein. Geheugengoochelaars maken daar dankbaar gebruik van om hun publiek te verbazen. Ze hebben in al hun creativiteit methodes ontwikkeld om gortdroge informatie zoals rijtjes en getallen zo effectief mogelijk om te zetten in datgene waar onze hersenen dol op zijn: beeld, geluid, geur en gevoel. En dan het liefst zo bizar mogelijk. Daarmee kun je na de nodige oefening het filter omzeilen dat onze hersenen gebruiken om alle onnodige informatie buiten te houden en vervolgens efficiënter de meest idiote feitjes onthouden en talen leren.

Om hypothesen te verzinnen moet je patronen herkennen, en dat is nog niet zo vanzelfsprekend. Dat blijkt in de machinelearning, die tegenwoordig in kunstmatige intelligentie wordt toegepast om computers te trainen op enorme datasets. Voor een computer is het bijvoorbeeld erg lastig om handgeschreven letters te identificeren. Voor een mens gaat dat, na de nodige oefening, vrijwel automatisch.^{*} Hetzelfde geldt voor het verschil tussen plaatjes van honden en katten. Je kunt een computer dit verschil leren door de neurale netwerken in ons brein wiskundig te modelleren, en deze vervolgens te trainen op enorme datasets. Zo leert het algoritme met behulp van die enorme datasets nieuwe gevallen zelf te herkennen zonder dat je deze nieuwe gevallen expliciet hoeft te programmeren. Een peuter daarentegen kent het verschil tussen een hond en een kat feilloos. Daarvoor gebruikt het in feite dezelfde tactiek als een kunstmatige intelligentie: ‘inferentie’, oftewel de kunst om nieuwe kennis af te leiden uit opgedane ervaringen.

Die kunst verliezen we niet als we ouder worden. In 1944 deden Fritz Heider en Marianne Simmel een experiment waarbij ze proef-

* Hoewel je ook als doorgewinterde docent je nog weleens afvraagt of een leerling naast je natuurkundelessen een cursus Klingon volgt.

personen een filmpje lieten zien waarin twee driehoekjes en een rondje bewegen in en rond een rechthoek die open en dicht gaat. Vervolgens werd ze gevraagd te omschrijven wat ze zagen. Het resultaat is opmerkelijk: waar in het filmpje bijvoorbeeld het driehoekje en rondje om elkaar heen bewegen, werd dat door proefpersonen als een gevecht opgevat. Van de dertig proefpersonen was er slechts één die het anderhalve minuut durende filmpje in strikt meetkundige vormen en bewegingen beschreef. Veel andere proefpersonen bedachten daarentegen intriges, verhaallijnen en karakters bij de figuren. Het overgrote deel van de proefpersonen dacht bijvoorbeeld dat het rondje zich ‘bangig’, ‘timide’ of ‘verlegen’ gedroeg en beschreven de figuur als vrouwelijk.



Figuur 3 *Pareidolie en confabulatie: een boom in de vroege ochtend die zijn kop koffie nog niet heeft gehad.*

Onze inferentie kan dus op hol slaan, zodat we fenomenen denken te zien die er helemaal niet zijn. Zo lijken baby's al vormen te verkiezen die op gezichten lijken boven willekeurige vormen. Deze neiging om gezichten te herkennen wordt ‘pareidolie’ genoemd, en in figuur 3 zie je dat ook de kunst van pareidolie niet wordt afgeschud bij het ouder worden. Pareidolie is op haar beurt weer een vorm van ‘apofenie’ oftewel ‘doorgesloten patroonherkenning’, een term die door de psychiater Klaus Conrad werd gebruikt om het beginstadium van schizofrenie te beschrijven. En zoals je je kunt voorstellen ervaren schizofrenen patronen die er eigenlijk niet zijn. Maar je hoeft zeker

geen schizofrenie te ontwikkelen om door te schieten in patroonzucht.

Evolutionair wordt onze neiging tot patroonherkenning namelijk uitgelegd als een vaardigheid die we als menselijke soort hebben gekregen via natuurlijke selectie. Om een simplistisch voorbeeld te nemen: als de wind waait door de bosjes, dan is het beter om tien keer onterecht te geloven dat er een tijger verscholen zit, dan dat je één keer de beweging van de bosjes negeert en je door een tijger wordt opgevreten. Statistici noemen het onterecht aannemen van een hypothese een type I-fout, en apofenie is precies zo'n type I-fout. Het verwerpen van een juiste hypothese staat daarentegen bekend als een type II-fout. De evolutionaire biologen Kevin Foster en Hanna Kokko hebben nu het volgende aangetoond: zolang de kosten van een type I-fout kleiner zijn dan de kosten van een type II-fout (en dat zijn ze; hongerige dieren wachten meestal niet op prooien die eerst genoeg data willen verzamelen), loont doorgesloten patroonherkenning evolutionair gezien op dezelfde manier als een gebruikersvriendelijke interface van een besturingssysteem zoals Windows. Deze natuurlijke neiging tot doorgesloten patroonherkenning wordt aan het nageslacht doorgegeven met als resultaat dat we bewegende figuurtjes als een soapserie gaan interpreteren, gezichten zien op hemellichamen zoals de maan en de planeet Mars, Jezus zich openbaart in je tosti ('Grilled Cheesus'), en parfumreclames vergezochte verhalen bevatten over hoe iemand met behulp van een luchtje een verloren identiteit hervindt.*

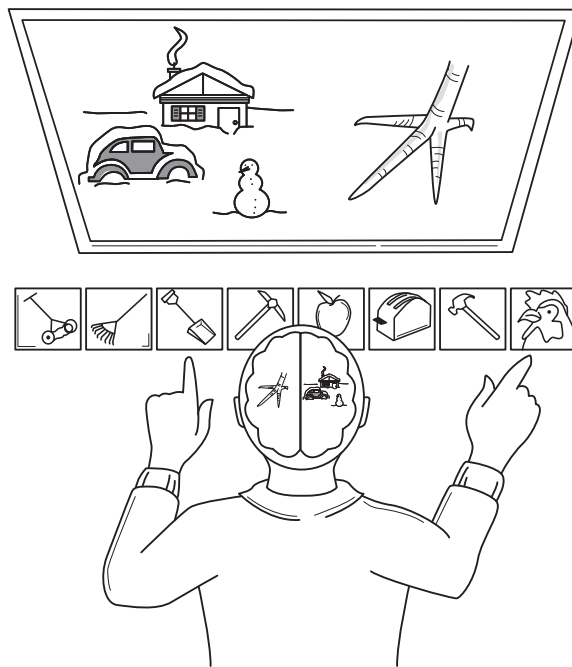
Die verhalende neiging van de mens laat literatuuronderzoeker Jonathan Gottschall de menselijke soort bestempelen als *Homo fictus*: de 'verhalende mens'. Het is de reden waarom romans en bloederige shows als *Game of Thrones* vol intriges het zoveel beter doen dan wetenschappelijke boeken: bij verhalen waarin sociale situaties een rol spelen kunnen we veel makkelijker aanhaken en ons er iets bij voorstellen dan bij gortdroge informatie over apofenie en de formatie van ons zonnestelsel. Bovendien kunnen we onszelf in de verhalen

* Mocht je nu ook zo'n 'Grilled Cheesus' willen en geen geduld hebben voor toeval: er zijn tosti-ijzers te koop waarin de afbeelding van Jezus in je tosti wordt gebrand.

van soaps, sitcoms en films verplaatsen. Ons brein kan het dikwijls niet goed hebben als er geen verhaal aanwezig lijkt te zijn. En als het verhaal er écht niet is, dan komt ons brein er zelf wel met een. Dit wordt op schitterende wijze gesuggereerd door een serie experimenten van de psycholoog Michael Gazzaniga op mensen van wie beide hersenhelften verminderd met elkaar in contact stonden vanwege een medische ingreep om (onder andere) epilepsie te verminderen.* Nu zit een aantal hersenfuncties alleen in de linker- of rechterhelft van ons brein, en met een verminderde hersenverbinding kunnen deze twee helften ook minder goed met elkaar communiceren. Ook wordt ons rechtergezichtsveld geanalyseerd door onze linkerhersenhelft en vice versa. Dit bood Gazzaniga de kans op een fascinerend experiment. Hierin toonde hij bij zijn proefpersonen telkens beelden aan één hersenhelft (oftewel: één oog), waarna ze een plaatje moesten aanwijzen dat correspondeerde met het beeld. Aan de rechterhersenhelft van een proefpersoon werd een beeld getoond met sneeuw. De proefpersoon kon het woord 'sneeuw' niet vormen, want dat gebeurt bij mensen in de linkerhersenhelft. Maar hij kon met zijn linkerhand wel een plaatje van een sneeuwschuiver aanwijzen. Daarna werd opnieuw aan de rechterhersenhelft het beeld met sneeuw getoond, en aan de linkerhersenhelft bovendien een beeld met een kippenpoot. De linkerhand kon opnieuw een plaatje van een sneeuwschuiver, en de rechterhand kon een plaatje met een kip aanwijzen. De hamvraag was nu: *waarom* had de proefpersoon met zijn linkerhand een plaatje van een sneeuwschuiver gepakt? Toen kwam de linkerhersenhelft van de proefpersoon in actie, die er echter geen weet van had dat zijn naaste buur (de rechterhersenhelft) een beeld van sneeuw had gezien: zonder twijfel beweerde de proefpersoon vrijwel meteen dat hij een plaatje van een kippenpoot had gezien en het plaatje van de kip had gekozen, en vervolgens de sneeuwschuiver had aangewezen 'omdat je een kippenhok uitmest met een sneeuwschuiver'. Gazzaniga noemt dit proces 'de in-

* Het is inderdaad niet ethisch verantwoord om bij menselijke proefkonijnen de hersenhelften los te maken.

terpreteerder': we verzinnen blijkbaar moeiteloos onjuiste verhalen en motivaties wanneer we feiten willen verklaren. Ook dementerenden vertonen neigingen die medici 'confabulatie' noemen: het verzinnen van verhalen om waarnemingen en gedachten te verklaren. Dement of niet: dit zet autobiografieën in een nieuw daglicht. Daarin worden immers dikwijls verklaringen en redenen gegeven voor gebeurtenissen die al jaren geleden zijn. Hoe betrouwbaar zijn dit soort verhalen?*



Figuur 4 *Het experiment van Gazzaniga met de kippenpoot en de sneeuwschuiver. Uit het artikel 'Right hemisphere language following brain bisection: A 20-year perspective'.*

* Nu je het zegt: hoe betrouwbaar is *mijn* motivatie uit de Introductie om dit boek te schrijven?

Het verhalende karakter van ons mens-zijn is de reden waarom verhalen zo'n enorm belangrijke rol spelen in vrijwel alle culturen. Niet alleen de enorme literaire traditie uit onze geschiedenis en het ouderwetse succes van een goede moppentapper of cabaretier benadrukt het belang van verhalen voor de mens. Bedenk maar eens waarmee je je de meeste tijd van je leven bezighoudt: denken. Oporrelende fantasieën, 'Wat als'-scenario's, dromen... we leven meer in ons hoofd dan erbuiten.

Maar de verhalen die we in onze mondelinge en schriftelijke tradities terugvinden zijn niet alleen maar manieren om te ontsnappen aan de dagelijkse realiteit of om de werkelijkheid te duiden. Kijk maar eens naar de sprookjes van de gebroeders Grimm: heksen die kinderen willen braden (Hans en Grietje), stiefmoeders die hun stiefkinderen onthoofden (Van de wachtelboom), vogels die als wraak de ogen van stiefzusjes eruit pikken (Assepoester); deze verhalen doen niet onder voor *Game of Thrones*. In de Bijbel kom je soortgelijke horrorverhalen tegen: de profeet Elisa die na een pesterij tweeënveertig kinderen vervloekt en door twee beren laat verscheuren, de Bijbelse rechter Jefta die in het Bijbelboek Richteren na een militaire overwinning aan zijn God belooft datgene te offeren wat hij thuis als eerste zal tegenkomen en begroet wordt door zijn enige dochter, de naamloze Leviet die een paar hoofdstukken verderop de verkrachting en moord op zijn vrouw aan Israël wil tonen door haar lijk in stukken te snijden en door het hele land te laten sturen, Dinah die door een prins wordt verkracht en daarna ten huwelijk wordt gevraagd waarop haar broers na een massale besnijdenis van alle mannen deze mannen genadeloos vermoorden... De voorbeelden zijn eindeloos.

Daarom vermoeden wetenschappers zoals Gottschall dat verhalen in de breedste zin van het woord twee belangrijke functies vervullen. Allereerst kunnen we er 'Wat als'-scenario's mee bedenken die ons helpen om te overleven. Waar dieren zonder deze eigenschap in levensgevaarlijke situaties trial-and-error moeten toepassen, alsof je met

slechts één leven een heel spel Super Mario moet uitspelen,* kunnen mensen allerlei verschillende scenario's nagaan in hun hoofd en deze bovendien ook nog eens bespreken met hun soortgenoten. Het is voor onze overlevingskansen beter dat onze hypothesen het loodje leggen dan dat we dat zelf doen, aldus de filosoof Karl Popper. De tweede functie van verhalen kan zijn dat ze sociale banden verstevigen en een moreel kader geven om ons handelen in te plaatsen. De sprookjes van Grimm zijn bijvoorbeeld heel moralistisch: het goede wint van het kwade, en het kwaad betaalt menigmaal een lugubere prijs voor morele dwaling. Het geeft mensen een blauwdruk voor hun eigen gedrag en drukt ze de mogelijke gevolgen onder de neus bij de keus tussen goed en kwaad. De moraal is daarbij veel belangrijker dan de feitelijke gebeurtenissen. De Schotse filosoof Alasdair MacIntyre beweerde daarom dat je op de vraag 'Wat moet ik doen?' alleen een antwoord kunt vinden als je eerst de vraag 'Van welk verhaal zie ik mijzelf deel uitmaken?' beantwoordt.

Verhalen spelen dus een belangrijke rol in ons bestaan en helpen ons om onze identiteit vast te leggen. Dat gaat regelmatig met hulp van boven in de vorm van bovennatuurlijke elementen, die ons een gevoel van mysterie geven. Verhalen die een subtiel evenwicht zijn van werkelijkheid en bovennatuurlijkheid doen het erg goed in de overlevering, zoals elke liefhebber van *De Da Vinci Code* of *Harry Potter* zal beamen. Verhalen barstensvol onmogelijke zaken en met een onsamenhangend verhaal worden daarentegen snel weer vergeten. Dit wordt ook gesuggereerd door onderzoek van de godsdienstwetenschapper en antropoloog Pascal Boyer. We hebben evolutionair gezien een bepaalde manier van informatieverwerking meegekregen die onze intuïtie en verwachtingen bepaalt. Boyers onderzoek ondersteunt de hypothese dat verhalen en fenomenen de meeste indruk op ons maken als deze grotendeels aan deze intuïtie en verwachtingen voldoen, maar nét niet helemaal. En dat soort verhalen vinden we bijvoorbeeld in de Bijbel. Zo is Jezus volgens de evangeliën uit het Nieuwe Testament

* Of nog erger: Flappy Bird.

een mens van vlees en bloed, en eet en drinkt hij, en huilt hij bovendien om zijn overleden vriend Lazarus, maar hij kan daarnaast ook wonderen verrichten, zoals de natuur bedwingen, zieken genezen en uit de dood opstaan.

Een ideale balans tussen mogelijke en onmogelijke gebeurtenissen is niet het enige ingrediënt voor een succesvol verhaal. Otto Rank en Fitzroy Somerset (beter bekend als 'Lord Raglan') publiceerden aan het begin van de twintigste eeuw een gemeenschappelijke noemer van veel mythen, waarna Joseph Campbell een paar jaar na de Tweede Wereldoorlog zijn klassieke boek *De held met de duizend gezichten* publiceerde. In dit boek borduurde hij voort op Rank en Raglans analyse, en probeerde hij allerlei parallellen uit folklore en mythen bloot te leggen. Deze structuur vormt een blauwdruk die Campbell als de 'monomythe' bestempelt, oftewel de heldenreis.* In het kort beschrijft de monomythe hoe een held (de zogenaamde 'protagonist') wordt opgeroepen voor (jawel) een reis, waarover de held aanvankelijk niet altijd even enthousiast is. Maar met een dikwijls bovennatuurlijke mentor gaat hij de uitdaging vervolgens aan en steekt een grens over waarbij de nodige obstakels worden overwonnen en beproevingen worden doorstaan, en de held uiteindelijk in een grootse finale het einddoel realiseert. Dit gaat gepaard met magische voorwerpen, verzoening met het verleden en bovennatuurlijke krachten. Hiermee probeerde Campbell te verklaren waarom bepaalde mythen en verhalen zo succesvol zijn en in de 'verhalenpoel' bleven.

Campbells analyse heeft uiteindelijk menig schrijver beïnvloed. George Lucas was bijvoorbeeld een groot bewonderaar van Campbell en gebruikte naar eigen zeggen Campbells werk om zijn *Star Wars*-saga te schrijven, waarin Luke Skywalker uiteindelijk zijn aartsvijand Darth Vader verslaat (tevens zijn eigen vader) en de Death Star vernietigt. Ook bij films zoals *The Lion King* en *The Matrix* is doelbewust

* Er is zelfs een bordspel met dito naam, 'Hero Quest', garant voor een avond vol avontuur, schatzoeken, toverdrank (geen bier) en Orks over de kling jagen.

Campbells monomythe toegepast. En als je, net als ik, een groot fan bent van Paul Verhoevens jarentachtigcultfilm *Robocop*, dan kan het je niet ontgaan zijn dat Robocop gelijkenissen vertoont met Jezus: ook Robocop wordt als beschermer tegen het kwaad op brute wijze vermoord en weer tot leven gewekt door een nieuw lichaam aan te nemen. Verhoeven laat Robocop naar eigen zeggen zelfs over water lopen voordat hij zijn grote tegenstander Clarence Boddicker om zeep helpt, als een expliciete verwijzing naar de wandeling van Jezus over het Meer van Galilea. Niet zo gek als je bedenkt dat Verhoeven een levenslange fascinatie voor de historische Jezus heeft gehad en zelfs een boek over Hem heeft geschreven.*

Naast Hollywood kom je Campbells monomythe ook tegen in Tolkiens drieluik *In de ban van de ring*, de Griekse en Romeinse mythen, het verhaal hoe de Boeddha zijn kasteel ontvluchtte om de verlichting te bereiken, en Bijbelse verhalen zoals over Mozes, Jezus en de profeet Jona. Daarbij moeten we – nu we bekend zijn met onze patroonzucht – natuurlijk wel oppassen dat we niet elke mythe volledig uitpluizen om Campbells monomythe naarstig bevestigd te zien worden. Sterker nog: hoogleraren zoals Sarah Bond en Joel Christensen menen dat Campbell veel mythen uit de context ruikt en een aantal filosofische begrippen zodanig herinterpreteert dat deze zijn monomythe bevestigen. Bovendien negeert hij allerlei mythen waarin helden sterk afwijken van de monomythe, zoals de Griekse held Herakles die uiteindelijk zijn vrouw en kinderen ombrengt, en schildert Campbells monomythe mythen in het algemeen eendimensionaal af door ze vooral vanuit het perspectief van de held te bekijken. Bond en Christensen zien Campbells parallellen dan ook grotendeels als ‘parallelomania’, oftewel een vorm van apofenie. Wat je oordeel hierover ook is, we kunnen in elk geval de menselijke soort als zowel ‘Homo

* *Robocop* is overigens in tegenstelling tot Jezus niet zo van het ‘je vijand de andere wang toekeren wanneer je geslagen wordt’; zijn antwoord daarop is dikwijls een salvo van zijn beruchte Auto-9-pistool. Je snapt ondertussen dat je een heldenreis naar een streamingplatform staat te wachten als je deze klassieker nog nooit hebt gezien.

fictus' als 'Homo apofenus' bestempelen. En je hoeft niet schizofreen te zijn om betekenisvolle patronen waar te nemen die er eigenlijk niet zijn. Een Bijbel doet ook al wonderen.

Never gonna give you up!

In 2014 gaat een essay over de kwantummechanica van Sairam Gudiseva viraal. En niet vanwege de natuurkundige inhoud, maar vanwege het feit dat deze student in de introductie van het essay zijn docent ermee 'rickrolt': iemand onverwacht blootstellen aan de jarentachtighit 'Never Gonna Give You Up' van Rick Astley. Deze meme ontstond in 2007 op een internetforum waar een link naar de vierde *Grand Theft Auto*-game de nietsvermoedende gamer naar Rick Astleys monsterhit leidde, waarna 'rickrollen' een bekend internetfenomeen werd. Als je per regel de eerste woorden van Gudiseva's essay onderstreept, dan lees je het refrein '*Never gonna give you up, never gonna let you down, never gonna run around and desert you*', et cetera. Gezien de populariteit van de meme is het nogal wies dat Gudiseva zijn rickroll bewust in het essay heeft ingezet.* Maar hoe kun je dat bij andere vermeende geheime boodschappen beoordelen?

Eén tekst waarbij deze vraag van belang is, is de Bijbel. De Bijbel blijkt namelijk meer verborgen patronen te bevatten dan een gemiddeld brei- en haakmagazine. Het boek kent een lange traditie, is geschreven in dode talen met veel woorden waarvan de betekenis niet helemaal duidelijk is, bevat allerlei mysterieuze teksten die in onze moderne tijd en cultuur soms maar moeilijk zijn te ontcijferen, en is bovendien volgens veel mensen goddelijk geïnspireerd. Kortom: de ideale bron voor geheime patronen!

Dat vindt de Amerikaanse journalist Michael Drosnin ook. Hij vat in zijn trilogie *De Bijbelcode* de Hebreeuwse tekst van het Oude Testament op als één grote goddelijke rickroll met allerlei voor- (maar

* Net zoals jij in de introductie van dit boek bent gerickrolld.

voornamelijk *na*)spellingen over rampen, aanslagen, de eindtijd, het uitsterven van de dinosaurussen en andere invloedrijke gebeurtenissen in onze wereldgeschiedenis. Drosnin zet alle letters in Bijbelse boeken achter elkaar, vat deze op als een soort goddelijke kruiswoordpuzzel en speurt vervolgens naar verborgen boodschappen. In een tekst van het Bijbelboek Deuteronomium (4:42) vindt Drosnin bijvoorbeeld de regel ‘rotseach asher jirtschach’, (de moordenaar die zal doden), die verticaal wordt doorkruist door de naam ‘jitschak rabin’. En Jitschak Rabin was de Nobelprijswinnende premier van Israël die vanwege zijn vredeswerk tussen de Israëliërs en Palestijnen in 1995 werd vermoord door een joodse extremist.

Zo bevat het Oude Testament volgens Drosnin een aantal codes. Maar de codes van Drosnin zijn ook zonder verborgen goddelijke boodschap te verklaren. Allereerst gaat het hier niet om voor-, maar om *nas*spellingen. Het feit dat we pas *achteraf* de boodschap begrijpen is verdacht, want dat werkt apofenie in de hand. Het zou veel indrukwekkender zijn om voorspellingen, wel, van *tevoren* te doen, en zeker als ze heel concreet zijn. Het Hebreeuws leent zich bovendien erg goed voor dit soort woordspelletjes, omdat het Hebreeuwse schrift oorspronkelijk alleen medeklinkers bevatte. De klinkers dacht men er vroeger bij, en dat is hoe Israëliërs tegenwoordig nog steeds hun boeken en kranten lezen. Dat geeft al enige vrijheid om woorden te interpreteren. Daarbij werkt het Hebreeuws met zogenaamde wortel-systemen, combinaties van dezelfde medeklinkers waaruit verschillende woorden worden afgeleid. In het Nederlands zie je dit ook in mindere mate terug; met de medeklinkers ‘vlg’ kun je bijvoorbeeld ‘vlieg’, ‘vlag’ of ‘vlug’ vormen; de woorden ‘vogel’, ‘vleugel’ en ‘vliegen’ zijn ook gerelateerd. Veel van deze woorden houden verband met beweging, snelheid of vliegen. Semitische talen zoals het Hebreeuws maken daarentegen veel meer gebruik van wortel-systemen dan het Nederlands. Maar los van deze flexibiliteit doet Drosnin ook aan cherrypicking: woorden die hem niet goed uitkomen negeert hij. Zo bevat de eerdergenoemde Deuteronomiumtekst na de uitdrukking ‘de moordenaar die zal doden’ de toevoeging ‘belie da’at’ (‘zonder kennis’,

oftewel zonder voorbedachten rade).^{*} Het Hebreeuwse wortelsysteem, gecombineerd met het feit dat het Hebreeuws oorspronkelijk geen leestekens bevatte en dat Drosnin lukraak horizontaal en verticaal letters aan elkaar breit, maakt de Bijbeltekst al behoorlijk flexibel...^{**} met valse patronen tot gevolg.

Deze scepsis overtuigt fanatieke aanhangers van Drosnins Bijbelcode niet. Hoe zou je Drosnins Bijbelcode daarom expliciet kunnen weerleggen? Drosnin zelf stelde ooit in een interview dat een soortgelijke boodschap over de moord op een politicus in Melvilles klassieke boek *Moby Dick* zijn theorie zou weerleggen. De Australische hoogleraar computerwetenschappen Brendan McKay ging die uitdaging aan en vond in *Moby Dick* met Drosnins methode al gauw soortgelijke boodschappen over de dood van Diana, Kennedy, Lincoln én opnieuw de Israëliische premier Rabin. In één geval doorkruist bijvoorbeeld de naam 'I Ghandi' de zin 'the bloody deed'. En inderdaad: de Indiase premier Indira Ghandi werd elf jaar vóór haar Israëliische collega in 1984 vermoord. Net zo doorkruist de naam 'M L King' de zin 'to be killed by them' in de nabijheid van het woord 'gun', en de naam 'Lincoln' wijst in McKays verkregen letterbrij diagonaal naar het woord 'killed'. En jawel: in 1865 werd Lincoln door John Wilkes Booth om het leven gebracht. Wat McKays vonden nog bijzonderder maakt is dat *Moby Dick* in het Engels is geschreven, een taal die veel minder flexibel is te interpreteren dan het Hebreeuws. Drosnin was echter niet zo onder de indruk van McKays vonden en schreef na zijn eerste boek nog twee bestsellers over Bijbelcodes en allerlei buitenaardse verklaringen hiervoor.

Drosnin staat niet alleen in zijn zucht naar geheime goddelijke boodschappen. Zo beschreef de Amerikaanse schrijver Chuck Missler in zijn boek *Cosmic Codes* hoe de eerste twee woorden van het scheppingsverhaal, 'be'reeshiet bara' ('in het begin schiep...') verwijzen naar

* De tekst uit Deuteronomium gaat dan ook over zogenaamde 'vrijsteden' waar mensen die per ongeluk iemand hadden gedood heen konden vluchten.

** En foutgevoelig; de Heilige Codeerder moet heel veel vertrouwen hebben gehad in alle klerken die de Hebreeuwse teksten hebben overgeleverd.

de heilige drie-eenheid. Deze twee woorden beginnen namelijk beide met de letters bet, resh en alef, net als de drie Hebreeuwse woorden voor ‘zoon’, ‘geest’ en ‘vader’ (‘ben’, ‘roeach’ en ‘av’). Dat kan natuurlijk geen toeval zijn. En daar houdt de geheime code niet op. Want in Genesis 5, vlak voor het beruchte zondvloedverhaal waarin JHWH Zijn hele schepping verdrinkt, komen we een nog veel indrukwekkendere voorspelling tegen: de komst van Jezus! Missler gebruikt hiervoor een geslachtsregister waarin allerlei verschillende namen voorkomen, en veel Hebreeuwse namen hebben een betekenis. Zo betekent de naam ‘Jezus’ letterlijk ‘God redt’,* en de naam ‘Adam’ betekent ‘mens’. In combinatie met een flexibele interpretatie krijg je dus al gauw hele volzinnen als je Hebreeuwse namen achter elkaar zet, en dat is precies wat Missler doet: hij beweert dat de namen uit het geslachtsregister van Genesis 5 achter elkaar een boodschap bevatten als ‘een mens is sterfelijk leed aangesteld, maar de gezegende God zal neerdalen en zal leren dat Zijn dood de wanhopigen troost zal brengen’. Voor het gelovige oog lijkt dit net zo indrukwekkend als de rickroll in Gudiseva’s essay, maar om deze namen als zodanig te interpreteren moet je je wel in heel flexibele bochten wringen. En waarom zou God überhaupt dergelijke verborgen codes in de Bijbel stoppen? In het artikel ‘Allegorical Interpretation of the Names in Genesis 5’ van Michael Heiser, een christelijke (!) expert op het gebied van het Oude Testament, kun je dan ook nalezen waarom Misslers analyse een vorm van apofenie is. Zo concludeert Missler op basis van het Hebreeuwse wortelsysteem onterecht dat woorden met soortgelijke letters altijd dezelfde oorsprong moeten hebben en geeft hij onterecht diverse namen betekenissen die vergezocht zijn.

Misslers code lijkt dus een stevig staaltje apofenie. En er zijn bovendien veel indrukwekkendere voorbeelden van ‘verborgen codes’ in de Bijbel. Een schitterend voorbeeld hiervan is Psalm 46 uit de King James-vertaling. Dit is een anglicaanse Bijbelvertaling die onder ko-

* ‘God’ wordt in deze naam afgekort als ‘Je’, en bevat het woord voor ‘redden’ of ‘redding’. Datzelfde woord vind je ook in de Bijbelse noodkreet ‘Hosa-nah!’ (‘Red ons toch!’).

ning Jacobus I van Engeland in 1611 werd voltooid. Wat Psalm 46 in deze vertaling zo intrigerend maakt, is dat het lijkt alsof de grote Engelse schrijver William Shakespeare zijn stempel erop heeft gedrukt. Hoewel hij tijdens de vertaling in dienst was van koning Jacobus, is niet bekend of hij zich überhaupt met de vertaling heeft bemoeid. Maar het *lijkt* wel zo. Want tijdens de voltooiing van de vertaling was Shakespeare vermoedelijk 46 jaar oud. Als je nu Psalm 46 erbij pakt, dan is het 46e woord (geteld vanaf het begin) het woord 'shake', en het 46e woord geteld (vanaf het einde) is 'spear' (als je het woord 'selah' negeert dat een pauze voor de lezer aangeeft). Is dit een zeventiende-eeuwse voorloper van Gudiseva's rickroll, een soort '*Shakespeare was here*'? Dat zou natuurlijk een erg mooi verhaal zijn, maar het is waarschijnlijker dat het hier om toeval gaat. De Geneefse Bijbelvertaling van 1560, die enkele jaren vóór Shakespeares geboorte werd voltooid, bevat namelijk ook precies deze twee woorden, maar dan net op een andere locatie in de psalm (het scheelt in beide gevallen twee posities). Het zou natuurlijk zo kunnen zijn dat Shakespeare dit heeft opgemerkt en er met zijn connecties voor heeft gezorgd dat deze woorden zodanig werden verschoven dat zijn aanwezigheid op ludieke wijze in de vertaling terecht kwam, maar dat is pure speculatie.

Je zou met deze voorbeelden kunnen denken dat de zucht naar geheime codes iets van deze tijd is. Maar dan kom je bedrogen uit. Iedereen kent de voorkeur van de Bijbelse auteurs voor het getal zeven, een voorkeur die we al in het oude Egypte en Babylonië tegenkomen. Deze voorkeur kent wellicht zijn oorsprong in de zeven toen bekende hemellichamen (zon, maan, Mercurius, Venus, Mars, Jupiter en Saturnus), of het feit dat de Babyloniërs met een zestigtallig stelsel werkten in plaats van ons decimale stelsel, en zeven het eerste gehele getal is dat het getal zestig deelt. Dat maakt dat we Bijbelse getallen niet altijd letterlijk kunnen lezen. Ook werden er in de oudheid getalswaarden aan woorden toegedicht. Deze praktijk werd aangeduid als 'isopsefie' (wat niet geheel toevallig net zo klinkt als 'apofenie'), en in het Romeinse rijk zijn meerdere voorbeelden hiervan teruggevonden. Zo hebben archeologen in Pompeï, de stad die in 79 na Christus

door de Vesuvius werd verwoest, graffiti aangetroffen van een liefdesverklaring voor een vrouw waarbij de naam van de bokkont als getalswaarde werd gecodeerd: 'ik hou van haar wiens getalswaarde 545 is.' Het Hebreeuws heeft een soortgelijke traditie, die bekend staat als de 'gematria', een joods-mystieke variant op de numerologie die al zo oud is als het christendom. Zo is de Joodse godsnaam 'JHWH', een naam die is gebaseerd op het verhaal in Exodus 3:14 waarin God zich openbaart aan Mozes als 'ik ben die ik ben'.** De numerieke waarde van deze naam JHWH is gelijk aan $10+5+6+5=26$. De getalswaarde van 26 is op haar beurt weer gelijk aan de waarde van de lettercombinatie alef, heh, bet en heh die het Hebreeuwse woord 'ahavah' oftewel 'liefde' vormen. En zoals elke straatevangelist je zal vertellen, is God liefde.



Figuur 5 *De Hebreeuwse Godsnaam 'JHWH' (van rechts naar links).*

Het beroemdste voorbeeld van isopsefie vinden we in het Bijbelboek Openbaring, een nogal merkwaardig boek vol met visioenen over de eindtijd. In hoofdstuk 13 schrijft de auteur over een beest dat uit de zee komt, dat meestal wordt opgevat als symbool voor het Romeinse rijk. Later in het hoofdstuk staat hoe iedereen, rijk en arm, vrij en slaaf, een merkteken krijgt; zonder dit merkteken kan niemand 'kopen of verkopen'. Daarop volgt de volgende tekst:

'Hier is de wijsheid: wie verstand heeft, berekent het getal van het beest, want het is een getal van een mens, en zijn getal is zeshonderd zesenzestig.' (Openbaring 13:18)

* Wat is de getalswaarde van jouw grote liefde?

** Merk op dat de tekstplaats van de cirkelredentatie 'ik ben die ik ben', Exodus 3:14, de eerste drie getallen van het getal pi vormt: de verhouding tussen de omtrek en diameter van, jawel, een cirkel.

Historici vermoeden dat de auteur hier met ‘een mens’ de Romeinse keizer Nero bedoelt, die christenen gebruikte als zondebok voor een grote brand die in 64 na Christus door de stad Rome woedde. De christenvervolgingen gingen zo ver dat Nero volgens de Romeinse historicus Tacitus christenen zelfs als levende tuinfakkels gebruikte. Je zult begrijpen dat Nero hiermee geen punten scoorde bij de christelijke gemeenten. Maar Nero’s wonderlijke keuze voor tuindecoratie daargelaten: als je het Griekse ΝΕΡΩΝ ΚΑΙΣΑΡ (Neron Kaisar) omzet in het Hebreeuws en de getalswaarde uitrekent, dan krijg je precies 666. Toeval? Dat zou kunnen, maar enkele manuscripten van Openbaring spreken over het getal 616, en dat correspondeert met de getalswaarde van het Griekse ΝΕΡΩ ΚΑΙΣΑΡ waarin een N ontbreekt: de Hebreeuwse letter ‘nun’ heeft als getalswaarde 50. Deze laatste titel is ook teruggevonden op diverse munten, wat het vermoeden omtrent de identiteit van ‘het beest’ nog eens versterkt. Het vermoeden van historici dat het cijfer 666 keizer Nero beschrijft lijkt dus een significant patroon te zijn.

In het evangelie van Johannes komen we ook een mogelijk geval van isopsefie tegen dat echter minder duidelijk kan worden verklaard. In hoofdstuk 21 van het Johannesevangelie vinden we het verhaal waar Jezus na Zijn opstanding* Zijn discipelen aanwijst waar ze moeten vissen. Het aantal vissen dat de discipelen vervolgens vangt, volgens de evangelist ‘een enorm aantal zonder dat hun net scheurt’, is 153. Dit specifieke getal is al bijna tweeduizend jaar voer voor speculatie: waarom heeft de evangelist nu precies voor dit getal gekozen? Volgens schrijfster Margaret Starbird is dit getal de waarde van de naam van Maria Magdalena, die volgens haar was getrouwd met Jezus. Bovendien beweert Starbird dat dit getal ook weer verband houdt met de zogenaamde ‘vesica piscis’ (een lensvorm die op een vis lijkt) en een ‘yoni’ (de tantrische naam voor de vrouwelijke geslachtsdelen).

Anderen zoeken de verklaring daarentegen niet zozeer in vulva’s en spannende Hollywoodscripten, maar in enkele bijzondere eigen-

* *Spoiler alert.*

schappen die het getal 153 heeft. Zo is 153 zowel de som van de eerste zeventien gehele getallen als de som van de eerste vijf faculteiten* en de som van de derde machten van de eerste drie oneven getallen:

$$153=1+2+\dots+16+17=1!+2!+3!+4!+5!=1^3+3^3+5^3$$

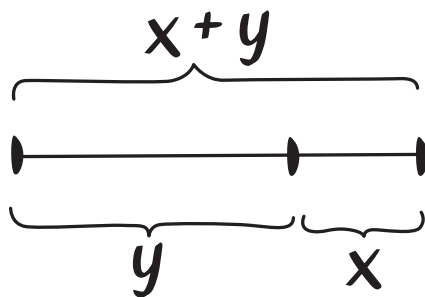
De kerkvader Augustinus van Hippo vatte het getal 153 in zijn traktaat over het Johannesevangelie ook op als de som van de eerste 17 gehele getallen, en interpreteerde het getal 17 vervolgens als de som van de Tien Geboden en de zeven gaven van de Heilige Geest. Er is nog een andere verklaring voor het getal: dat het lukraak gekozen is en toevallig mooie eigenschappen heeft die wij patroonzoekende mensen hebben opgespoord. Alleen is blijkbaar niets toeval als het aan God ligt.

Toeval bestaat

Het eerdergenoemde fenomeen van isopsefie beperkt zich niet tot de Bijbel. De beroemde gulden snede is bijvoorbeeld populair in veel wiskundeboeken en -documentaires, omdat deze verhouding overal in de natuur lijkt voor te komen. De gulden snede is een verhouding die als volgt wordt gedefinieerd: je neemt het lijnstuk van figuur 6 en verdeelt dat in twee ongelijke stukken. Die verdeling doe je zó, dat de verhouding tussen het kortste stuk x en het langste stuk y gelijk is aan de verhouding tussen het langste stuk y en het totale lijnstuk $x+y$. Een berekening geeft dan dat de verhouding tussen x en y gelijk is aan 0,6180339887... Deze gulden snede duikt op in meerdere wiskundige problemen zoals de zogenaamde Fibonacci-reeks, de reeks getallen waarmee je een populatie (onsterfelijke) konijnen die zich voortplant kunt beschrijven. Veel mensen associëren het getal

* De faculteit $n!$ van een geheel getal n is gedefinieerd als het product $n \times (n - 1) \times (n - 2) \times \dots \times 2 \times 1$. Bijvoorbeeld $3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$ en $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$. Je kunt hiermee uitrekenen op hoeveel verschillende manieren je n verschillende voorwerpen kunt rangschikken.

daarbij met schoonheid wanneer het in de architectuur en kunst opduikt. Maar het veelvuldige voorkomen van de gulden snede in de natuur is waarschijnlijk apofenie. De oorsprong hiervan vinden we bij de psycholoog Adolf Zeising, die in 1855 met een boek kwam waarin hij beweerde dat allerlei menselijke verhoudingen afgeleid zijn van de gulden snede, en dat we de verhouding in veel architectuur van de renaissance tegenkomen. Ook Dan Brown maakt hiervan dankbaar gebruik in zijn boek *De Da Vinci Code*, verwijzend naar Leonardo da Vinci's 'Man van Vitruvius'. Zo zou de verhouding tussen de hoogte van een persoon en de hoogte van de navel de gulden snede zijn. Dat klinkt natuurlijk bijzonder, maar het lijkt eerder toeval. De gulden snede heeft namelijk oneindig veel decimalen achter de komma, en menselijke verhoudingen zullen daarom nooit exact gelijk zijn aan de gulden snede. Dat veel verhoudingen rond de 0,6 liggen, is daarbij niet echt opzienbarend; op dezelfde manier zou je kunnen claimen dat de verhouding tussen drie Big Macs* en de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid calorieën voor een man gelijk is aan de gulden snede.



Figuur 6 De gulden snede. Dit is de verhouding waarbij $\frac{x}{y}$ gelijk is aan $\frac{y}{x+y}$. Als we $y = 1$ nemen dan is de gulden snede gelijk aan x , en geldt dat $x = 0.6180339887\dots$

De wiskunde is niet de enige plek waar toevallige patronen de kop opsteken. Wat te denken van Amerikaanse presidenten? Zo zijn er

* De Mc-Goddelijke drie-eenheid.

de nodige overeenkomsten tussen Abraham Lincoln en John Fitzgerald Kennedy. Beide presidenten werden natuurlijk vermoord tijdens hun presidentschap; Lincoln in 1865 en Kennedy achtennegentig jaar later. Maar dat is niet het enige. Lincoln werd vermoord in Ford's Theatre in Washington D.C., en Kennedy werd vermoord in een aangepaste limousine van de Ford Motor Company. De achternamen van beide presidenten hebben allebei zeven letters. Beide presidenten waren voormalige kapiteins van een schip. Beide presidenten werden geraadpleegd door Afro-Amerikaanse mensenrechtenactivisten; Lincoln door Frederick Douglass, Kennedy door Martin Luther King. De vicepresidenten en opvolgers van zowel Lincoln als Kennedy hetten Johnson; Andrew Johnson (geboren in 1808) volgde Lincoln op in 1865, en Lyndon B. Johnson werd precies een eeuw later geboren en volgde Kennedy op in 1963. De lijst is nog langer, maar in tegenstelling tot Bijbelse boodschappen zoekt vrijwel niemand hier iets achter. Toch wekken de overeenkomsten op het eerste oog nieuwsgierigheid op. Hoe vaak komen dit soort toevallige overeenkomsten voor? Het sceptische tijdschrift *Skeptical Inquirer* schreef daarom in 1992 een 'Spooky Presidential Coincidences Contest' uit, waarop meerdere soortgelijke patronen werden ingestuurd. Zo bleken Thomas Jefferson en Andrew Johnson ook de nodige overeenkomsten te hebben in hun leven, net als Woodrow Wilson en Ronald Reagan. De *spooky coincidences* gingen bovendien de Amerikaanse grens over, want er bleken ook soortgelijke overeenkomsten tussen Kennedy en de vermoorde Mexicaanse president Alvaro Obregón te zijn. Net zoals Drosnin zijn Bijbel doorzoekt naar geheime codes kun je dus ook in de Amerikaanse presidentsgeschiedenis grasduinen om patronen te vinden tot je een ons weegt.

Hoe flauw sommige overeenkomsten ook mogen klinken, ze maken wel dat je je afvraagt hoeveel waarheid er nog zit in de welbekende uitspraak 'Toeval bestaat niet'. De statisticus David Hand heeft er een fascinerend boek over geschreven met de titel *Het onwaarschijnlijkheidsprincipe*, waarin hij verklaart waarom onwaarschijnlijke gebeurtenissen dagelijks voorkomen. Soms overleeft iemand meerdere keren

een blikseminslag (het record staat op naam van ene Roy Sullivan met zeven blikseminslagen!), en winnen geluksvogels meerdere keren achter elkaar miljoenenprijzen in de loterij. In 1980 lukte het Maureen Wilcox om de winnende getallen voor zelfs twee gelijktijdige staatsloterijen juist te kiezen... Alleen vulde ze de winnende getallen van de ene loterij in bij de andere loterij en vice versa, waardoor ze met lege handen stond. Prachtig is Hands optekening van een nogal wonderlijk voorval uit het leven van de Britse acteur Anthony Hopkins. Hopkins reist als jonge acteur rond 1970 af naar Londen omdat hij in aanmerking komt voor een filmrol. Deze film is gebaseerd op George Feifers boek *The Girl from Petrovka* en Hopkins wil zich vanzelfsprekend goed voorbereiden. Hij kan het boek echter nergens in de winkels vinden. Wanneer hij vervolgens de zoektocht opgeeft en in de metro op een stoel gaat zitten, heeft iemand op de stoel naast hem een boek laten liggen. En niet zomaar een boek, maar *The Girl from Petrovka!* En als dat nog niet toevallig genoeg lijkt: het boek blijkt, nadat Hopkins het opmerkelijke voorval meldt in zijn ontmoeting met George Feifer, nu net van de schrijver zélf te zijn; Feifer herkent zijn aantekeningen in de zijlijn. Hij had het boek uitgeleend aan een vriend, die het vervolgens was kwijtgeraakt. Dit soort verhalen zijn na wat overdenkingen vaak wel aannemelijk te maken. De simpelste verklaring is dat herinneringen vertekenend kunnen (maar niet hoeven) zijn: geheugenexperts merken dikwijls op dat we onze herinneringen niet slechts ophalen, maar daarmee ook (her)vormen. In het artikel 'Do you remember proposing marriage to the Pepsi machine?' onderzocht de hoogleraar psychologie John Seamon of je ook bizarre herinneringen kon inbrengen bij proefkonijnen. Een deel ervan moest daadwerkelijk een frisdrankautomaat ten huwelijk vragen, terwijl een ander deel zich dit alleen moest voorstellen. Twaalf procent van de ingebeeelde aanzoeken werd een paar weken later herinnerd als daadwerkelijk uitgevoerd. Een soortgelijk experiment werd opgezet door Elizabeth Loftus, waarbij ze deelnemers een brochure van Disneyland liet zien waarin ze Bugs Bunny had verwerkt. De bedoeling was om oude herinneringen aan Disneyland naar boven te halen. Ongeveer

een kwart van de deelnemers beweerde na het lezen van de brochure dat ze Bugs Bunny waren tegengekomen in Disneyland, waarin soms specifieke details van de ontmoeting werden genoemd. Dat Bugs Bunny een tekenfilmkarakter is van Warner Brothers en dus helemaal niet in Disneyland rondwandelt, was blijkbaar geen probleem.

Het is dus mogelijk dat details van Anthony Hopkins' verhaal vertekend zijn. En zelfs als bepaalde gebeurtenissen van tevoren heel onwaarschijnlijk lijken, zullen ze zich bij genoeg gelegenheden toch voordoen. Want zeg nou zelf: hoe vaak merk je bewust op dat waarschijnlijke gebeurtenissen zich wél voordoen? Het lijkt bijvoorbeeld ook nogal onwaarschijnlijk om bij een worp met tien dobbelstenen tien dezelfde zijden te krijgen, maar als tien miljoen mensen elk met tien dobbelstenen gooien, dan verwacht je op basis van simpele kansrekening dat waarschijnlijk één iemand zo'n worp met tien dezelfde zijden gooit.* En waarschijnlijk merken de spelletjesliefhebbers bij elke andere willekeurige worp niet op: 'Kijk nou! Daar is weer zo'n willekeurige, niet-opmerkelijke uitkomst!' Gezien de populariteit van gezelschapsspellen lijkt de uitkomst van tien dezelfde zijden daarom eerder onvermijdelijk dan onwaarschijnlijk. Je zou dit de 'wet van de onvermijdelijkheid' kunnen noemen: bij genoeg pogingen wordt elke onwaarschijnlijke gebeurtenis onvermijdelijk. De Britse wiskundige John Littlewood sprak zelfs over '*monthly miracles*': we kunnen volgens hem elke maand wel een wonder verwachten. Hij schatte dat we tijdens onze wakkere uren ongeveer elke seconde een gebeurtenis waarnemen, en dat we na een maand ongeveer een miljoen gebeurtenissen hebben meegemaakt. En dus moeten we verwachten dat we wonderlijke gebeurtenissen waarvan we de kans op een op de miljoen inschatten, desondanks maandelijks meemaken.

Maar ook bijzondere gebeurtenissen zijn dikwijls minder wonderlijk dan je op het eerste gezicht zou denken. Roy Sullivan, de menselijke bliksemafleider die zeven blikseminslagen overleefde, was bij-

* De kans om, zeg, tien zessen te gooien is $(\frac{1}{6})^{10}$. Dit kan voor elk van de zes zijden, dus we moeten deze kans nog vermenigvuldigen met 6. Zo krijg je een kans van $(\frac{1}{6})^9$, oftewel een op de 10.077.696.

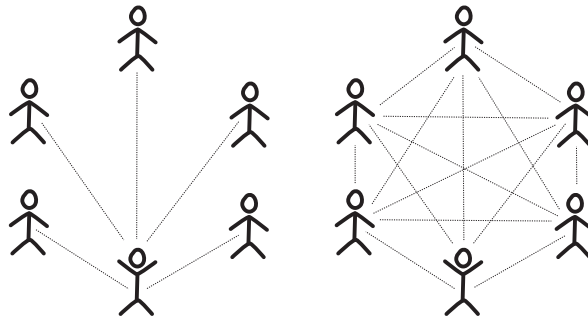
voorbeeld een parkwachter die veel buiten was. Dat vergroot de kans op een blikseminslag behoorlijk. Zes van de zeven inslagen vonden dan ook binnen tien jaar plaats. Desondanks is de kans om in je leven ooit geraakt te worden door de bliksem nog steeds in de orde van een op de tien- à honderdduizend. De kans om dit te overleven is groter dan de kans om aan een inslag te overlijden, dus dat hij alle zeven inslagen heeft overleefd is, gegeven de zeven inslagen, niet verwonderlijk. Als je vervolgens een heel (*heel!*) ruwe schatting maakt van de kans op Sullivans zeven blikseminslagen, dan neem je aan dat alle inslagen onafhankelijk zijn en je dus alle kansen met elkaar mag vermenigvuldigen. De kans op Sullivans geschiedenis wordt dan ongeveer een op de quantiljoen; dat is een één met dertig nullen.* Als je dit vergelijkt met de schatting dat er gedurende de hele mensheid ruwweg honderd miljard mensen hebben geleefd, dan gaat het eerdere dobbelsteenargument ‘bij genoeg pogingen zal elke onwaarschijnlijke gebeurtenis onvermijdelijk voorkomen’ niet meer op. Kunnen we Sullivans ervaring met de bliksem dan nog wel als ‘toeval’ bestempelen?

De simpelste maar ook nogal flauwe verklaring is dat Sullivan, ondanks zijn gedetailleerde beschrijving van elke inslag, zijn ervaringen heeft aangedikt. Een minder flauwe verklaring is dat we notoir slecht zijn in het inschatten van kansen, wat de zogenaamde ‘verjaardagsparadox’ laat zien: in een groep van 23 mensen is de kans al meer dan 50% dat minstens twee mensen dezelfde verjaardag hebben, en bij een groep van 57 mensen is deze kans zelfs 99% geworden.** De reden waarom mensen deze kans vaak te laag inschatten, is omdat ze het probleem misinterpreteren als ‘wat is de kans dat iemand uit een groep dezelfde verjaardag heeft als *ik*?’ In een groep van 23 mensen is

* Bij de zevende inslag overleefde Sullivan vlak daarna ook nog een confrontatie met een beer. Je zou dus zeggen dat Sullivan bizar veel geluk heeft gehad. Zo ervoer hij dat zelf in iets mindere mate: hij pleegde op 71-jarige leeftijd tragisch genoeg zelfmoord.

** Allemaal weer onder de aanname dat elke verjaardag even waarschijnlijk is. Dat is niet zo; in Nederland worden de meeste mensen eind september geboren, met als meest voorkomende verjaardag 30 september.

die kans inderdaad vrij laag; ongeveer 5%. Ik weet uit ervaring dat de tweelingparadox niet zo paradoxaal is: in een vriendengroep uit mijn studietijd met vijftien mensen zijn er twee stellen waarvan beide partners dezelfde verjaardag hebben.*



Figuur 7 De verjaardagsparadox. Links: 'wat is de kans dat iemand dezelfde verjaardag heeft als ik?' Rechts: 'wat is de kans dat twee willekeurige mensen dezelfde verjaardag hebben?' De stippellijnen geven de verbindingen weer tussen de mensen in de groep. De paradox ontstaat wanneer je deze situaties met elkaar verwacht. Een gebrek aan patroonherkenning dus, in plaats van doorgeschoten patroonherkenning!

Daarom benadrukte ik ook dat de kans op Sullivans zeven blikseminslagen héél ruw is ingeschat; er kunnen onopgemerkte factoren zijn die de kans enorm laten toenemen. David Hand spreekt dan van een 'kanshefboom'. In de ruwe schatting hierboven nemen we bijvoorbeeld aan dat Sullivan even waarschijnlijk door de bliksem kon worden geraakt als ieder ander, terwijl hij parkwachter was. Bovendien nemen we aan dat alle kansen onafhankelijk zijn. Dat lijkt aannemelijk voor blikseminslagen, maar misschien is er een principe dat we over het hoofd zien, waardoor blikseminslagen minder onafhankelijk zijn dan we nu begrijpen. Iets wat Sullivan zelf overigens geloofde: hij dacht na de zoveelste inslag dat hij daadwerkelijk de bliksem aantrok, meende zelfs dat onweerswolken hem achtervolgden en nam zijn titel

* Echt waar.

als menselijke bliksemafleider dus iets te serieus. Een post-traumatisch bliksemsyndroom?

Een typisch voorbeeld van een kanshefboom vinden we in de beruchte zaak rondom de kinderverpleegkundige Lucia de Berk. In deze zaak werd De Berk gerelateerd aan verdachte sterfgevallen tijdens haar diensten en werd ze in 2003 veroordeeld voor zeven moorden. In haar dagboeken sprak ze van een 'groot geheim' en 'dwangmatige neigingen', wat voor een aanklager natuurlijk erg suggestieve aanwijzingen zijn. De beeldvorming rondom De Berk was dat ook: de media beschreven haar als 'engel des doods', een Amerikaanse psycholoog bestempelde haar profiel als dat van een klassieke seriemoordenaar, en in haar rechtbankportret leek ze als een heks te worden afgeschilderd, wellicht omdat ze aangaf in haar vrije tijd tarotkaarten te leggen.*

Directe aanwijzingen voor moord waren er niet. Wat daarom van grote invloed was op haar veroordeling, was een statistische berekening van Henk Elffers, waarin hij berekende wat de kans is op de incidenten, gegeven dat er geen verband is tussen de incidenten en het aanwezig zijn van de verdachte. Die berekening zag er ruwweg als volgt uit. Er werd van drie verschillende afdelingen gedurende een vaste periode genoteerd hoeveel diensten er in totaal waren gedraaid, hoeveel diensten De Berk had gedraaid, hoeveel onverklaarbare incidenten er in het algemeen waren geweest, en tijdens hoeveel diensten van De Berk deze incidenten plaatsvonden. Als je voor het rekengemak aanneemt dat er een vaste kans is op een incident, dan kun je kijken wat de kans is dat De Berk tijdens alle incidenten toevallig aanwezig zou zijn.** Iets preciezer: wat is de kans dat De Berk tijdens deze incidenten dienst draaide, gegeven alle waargenomen incidenten? Na de nodige correcties kwam Elffers uit op een kans van een op de 342

* Of is dat ook weer apofenie?

** Dat deed Elffers met de zogenaamde 'hypergeometrische verdeling'. Daarmee kun je vragen beantwoorden als 'je trekt drie ballen uit een bak met zes blauwe en vier rode ballen; wat is de kans dat er twee blauwe ballen tussen je drie getrokken ballen zitten?' Krijg je nu heimwee naar de vaasmodellen van je wiskundelessen, dan word je in het volgende hoofdstuk op je wenken bediend.

miljoen. Zijn conclusie was dan ook helder: het kón geen toeval zijn dat De Berk bij al die incidenten haar diensten draaide. En als je de data bekijkt, dan zitten er ook op het eerste oog eigenaardige patronen in: zo draaide De Berk op één afdeling 142 diensten van de 1029 mee, waarvan alle 8 incidenten zich juist tijdens haar diensten afspeelden.

Maar tijdens de evaluatie van de strafzaak kwamen er flinke haken en ogen aan het licht. Zo werd De Berk in een te vroeg stadium als enige verdachte aangewezen, waardoor een aantal incidenten waarbij De Berk niet betrokken was, niet in de data was meegenomen. De statisticus Richard Gill zou later in een brief benoemen dat van een aantal incidenten bekend was dat deze waarschijnlijk waren veroorzaakt door een gebrekkige overdracht, dat De Berk nota bene zelf melding had gedaan van deze incidenten en haar zorgen daarover had geuit, en het dus maar zeer de vraag was of deze incidenten inderdaad onverklaarbare sterfgevallen betroffen. De werksfeer was naar Gills zeggen bovendien nogal chaotisch. Ook werden er vraagtekens geplaatst bij de berekening van Elffers. Richard Gill en Piet Groeneboom voerden hun eigen analyse uit van de zaak, en kwamen uit op een onthutsend grotere kans van een op vijftig! Met name één aspect van Elffers berekening trok hun aandacht: de kansen op incidenten van alle afdelingen werden als onafhankelijk beschouwd, en onafhankelijke kansen mag je vermenigvuldigen. Zo is de kans om met een dobbelsteen een drie te gooien en daarna een zes domweg een zesde maal een zesde, oftewel een zesendertigste: beide worpen zijn onafhankelijke gebeurtenissen. Maar een verpleegster die haar diensten over veel verschillende afdelingen zou verspreiden zou met deze aanname al snel verdacht worden. Om een simpele analogie te geven: als de kans dat een verpleegkundige op een afdeling een vaststaand aantal incidenten meemaakt gelijk is aan $\frac{1}{2}$, dan is de kans dat ze dit op tien afdelingen meemaakt volgens deze logica gelijk aan $(\frac{1}{2})^{10}$, oftewel minder dan $\frac{1}{100}$ procent. En dat is verdacht. Maar volgens een van de getuige-deskundigen, de statisticus Ronald Meester, die het essay 'Lucia de B. en de statistiek' schreef voor het wiskundige tijdschrift *Euclides*, wensten de rechters de getuigenis van Elffers te aanvaarden 'omdat hij

een eenduidig getal leverde'. Oftewel: men staaarde zich blind op een statistische berekening zonder het achterliggende model, de aannames en de methodiek in acht te nemen, iets wat je Elffers natuurlijk niet kwalijk kunt nemen.* En deze zaak staat niet op zichzelf, want rond dezelfde periode speelde in Engeland een soortgelijk proces: de beruchte zaak rondom Sally Clark, die ook met statistische argumenten de moord op haar beide kinderen in de schoenen geschoven kreeg.

Hoe dan ook, Lucia de Berk werd in 2010 vrijgesproken. Sally Clark werd na drie jaar gevangenschap weer vrijgelaten. Eind goed, al goed? Nou, Clark ontwikkelde allerlei mentale problemen door de zaak en zou vier jaar later overlijden aan een overdosis alcohol. Het beroep van verpleegkundige wordt er niet aantrekkelijker op als je op basis van verkeerde statistiek jarenlang onschuldig achter de tralies kunt verdwijnen. Ondertussen zullen deze misstappen je waarschijnlijk al niet meer zoveel verbazen, net als geheime Bijbelse codes, loterijen die twee keer achter elkaar dezelfde uitslag krijgen of iemand die zeven keer getroffen wordt door de bliksem. Maar hoe kunnen we dan wél zinvolle patronen ontdekken?

De zeef tegen misleiding

Oeroude beschavingen waren al bezig met wat we op het eerste gezicht 'onderzoek' zouden kunnen noemen, in een poging de wereld om hen heen te begrijpen. Zo ook de oude Grieken. Een enorm invloedrijke filosoof was bijvoorbeeld Aristoteles, wiens boeken over zowel natuurkunde (*Fysica*) als natuurfilosofie (*Metafysica*) allerlei onderwerpen bevatten die we op school ook nu nog behandelen bij de exacte vakken, zoals de aard van materie, oorzaak en gevolg, en waarom voorwerpen bewegen. Maar toch verschilde deze manier van 'onderzoek doen' drastisch van de moderne wetenschap. De Ameri-

* Later zou het hof claimen dat de kansberekening van Elffers geen rol heeft gespeeld in de veroordeling, maar iedereen die sciencefictionfilms als *Flash Gordon of Battlefield Earth* heeft gezien weet: *What has been seen cannot be unseen.*

kaanse Nobelprijswinnaar Steven Weinberg beschrijft dit in zijn boek *De wereld verklaard* na een korte introductie tot de vroege Griekse natuurfilosofie als volgt.

Er is een belangrijk onderdeel van de moderne wetenschap dat vrijwel volledig ontbreekt bij alle denkers die ik heb genoemd, van Thales tot Plato: geen van allen (behalve misschien Zeno) deed een poging om zijn speculaties te bevestigen of zelfs maar serieus te beargumenteren. Bij het lezen van hun geschriften wil je voortdurend vragen: ‘Hoe weet je dat?’ (Steven Weinberg, *De wereld verklaard*)

Hoewel filosofen als Democritus bijvoorbeeld al opperden dat materie bestaat uit fundamentele bouwstenen die ‘atomen’ werden genoemd, lezen we nergens serieuze pogingen om dit te onderbouwen. Het waren louter speculaties die niet getoetst konden worden en al helemaal niet tot nieuwe hypothesen leidden die op hun beurt ook weer konden worden getoetst. Het leek de Griekse filosofen meer om het esthetische karakter van de ideeën te gaan dan om de vraag of deze ideeën daadwerkelijk overeenkomen met de natuur. Bovendien waren ze nogal ambitieus: ze wilden met enkele simpele principes zuiver rationeel de hele natuur doorgronden. Weinberg concludeert dan ook dat je de ‘wetenschap’ van deze vroege Griekse filosofen kunt opvatten als poëzie. Ze voelden domweg nauwelijks de noodzaak om hun ideeën *over* de natuur te toetsen *aan* de natuur. En zo kon Aristoteles bijvoorbeeld in zijn boek *Over de hemelen* met droge ogen beweren dat een vallend voorwerp dat twee keer zo zwaar is ook twee keer zo snel de grond zal raken, een idee dat hij zelfs zonder stopwatch redelijk eenvoudig had kunnen weerleggen.

De opmaat naar de wetenschappelijke revolutie is een heel boek op zich, dus we maken een reuzensprong. Na een enorme aanloop begon deze zuiver rationele houding in de zestiende eeuw te veranderen. Beroemd is het vermeende experiment van Galilei die aan het einde van de zestiende eeuw twee ballen met een verschillend ge-

wicht van de toren van Pisa laat vallen, en concludeert dat het gewicht geen invloed heeft op de valsnelheid.* Het idee hierachter was precies wat bij de oude Grieken ontbrak: je bedenkt niet alleen ideeën *over*, maar je toetst ideeën ook *aan* de natuur. Daarnaast ging de wiskunde een steeds grotere rol spelen in de formulering van natuurwetten en konden fenomenen die ooit radicaal anders leken worden verenigd. Een schitterend voorbeeld hiervan vormen de wetten van Newton. Newton ging met zijn eerste twee wetten tegen Aristoteles in en beweerde dat een kracht niet nodig is om snelheid in stand te houden, maar om snelheid te *veranderen*. Voorwerpen hebben daardoor van nature niet de neiging om stil te komen staan, maar om hun snelheid te behouden. De reden waarom we daar op aarde weinig van merken is de aanwezigheid van (met name lucht)wrijving. Bovendien verenigde Newton met zijn zwaartekrachtstheorie de mechanica van de hemellichamen met de mechanica van aardse fenomenen zoals de getijden en de banen van kanonskogels. Hierdoor kon hij verklaren waarom het gewicht de snelheid van een vallend voorwerp alleen beïnvloedt via de luchtwrijving, en kon hij met zijn bewegingswetten Keplers wetten voor de planeetbanen *afleiden*, waaronder Keplers stelling dat planeetbanen ellipsen zijn. Ratio is dan wel een schitterend instrument om de natuur te doorgronden, maar uiteindelijk bepaalt de natuur zélf wat haar spelregels zijn en is de taal waarin ze is geschreven de wiskunde. Bovendien blijken aardse omstandigheden ons nogal eens op het verkeerde been te zetten! Niet zo gek natuurlijk, als je je herinnert dat wij mensen niet geëvolueerd zijn om de fundamentele aard van de natuur te doorgronden.

Deze methode om de patronen in de natuur te ontrafelen bleek een schot in de roos, en experimenten kregen een prominente rol in onze kennisvergaring over de natuur. Hierin begin je met een vermoeden

* Of dit experiment echt heeft plaatsgevonden is niet helemaal duidelijk. Wel wordt een soortgelijk experiment door Simon Stevin beschreven waarin hij even voor Galilei's vermeende experiment twee loden ballen van de toren van de Delftse nieuwe kerk laat vallen om, naar eigen zeggen, 'Aristoteles te weerleggen'.

of hypothese over een verschijnsel. Wanneer je vervolgens via experimenten een redelijke hoeveelheid bevestiging hebt gekregen dat je hypothese hout snijdt, dan promoveer je de hypothese uiteindelijk tot een theorie en ga je opnieuw proberen er gaten in te schieten. En niet alleen jij, maar ook je collega-wetenschappers. Als die geschoten gaten maar groot genoeg worden, zeggen we dat de theorie gefalsificeerd of weerlegd is. Soms kun je dan nog je theorie aanpassen door het gat te dichten, soms blijkt de theorie in bepaalde gevallen nog steeds succesvol maar moet ze worden aangepast in extreme gevallen, maar soms moet de theorie ook als geheel overboord gegooid worden, waarna je weer op zoek gaat naar een nieuwe theorie.

Een voorbeeld: stel dat je buurman Henk tijdens een gezellige verjaardag beweert dat mensen helemaal niet verantwoordelijk zijn voor de recente opwarming van de aarde. 'Nee,' zo beweert hij, 'het is de toenemende activiteit van de zon!' Dat klinkt voor de leek niet als een gek idee. De zon heeft immers het monopolie als het om de warmtetoever op aarde gaat. Dus ga je na afloop van de verjaardag op onderzoek uit. Kan de zon daadwerkelijk verantwoordelijk zijn voor de recente opwarming van de aarde? Wel, we hebben heel sterke aanwijzingen dat de recente uitstoot van koolstofdioxide (CO_2) verantwoordelijk is voor de recente opwarming. CO_2 absorbeert namelijk infrarode straling, en de gemiddelde temperatuur van de aarde laat de aarde precies in dit frequentiegebied de geabsorbeerde zonnestraling weer uitzenden. Bovendien toont de zogenaamde Keeling-curve direct aan dat de CO_2 -concentratie in onze atmosfeer sinds 1958 gestaag toeneemt, en via indirecte aanwijzingen kunnen we heel aannemelijk maken dat deze toename op gang is gebracht door de industriële revolutie. Ook kunnen we aan de hand van zogenaamde koolstofisotopen (varianten op koolstof die een verschillend aantal neutronen in de kern hebben) de oorsprong van deze CO_2 traceren: verbrande fossiele brandstoffen. De hypothesen 'De opwarming komt door de toenemende concentratie broeikasgassen' en 'De opwarming komt door een toenemende activiteit van de zon' doen bovendien verschillende voorspellingen: een toenemende zonneactiviteit laat de atmosfeer na-

melijk als geheel opwarmen, terwijl het broeikaseffect voorspelt dat de stratosfeer (de laag boven de troposfeer) juist afkoelt. Dit laatste verschijnsel, *stratospheric cooling* genaamd, is in 1967 al voorspeld en wordt inderdaad waargenomen. Tot slot is er een sterk verband tussen klimaatmodellen die het broeikaseffect veronderstellen en de gemeten opwarming van de aarde, en is de zonneactiviteit in tegenstelling tot de gemiddelde wereldwijde temperatuur de afgelopen decennia juist *afgenomen*. Daarmee wordt de relatie tussen onze broeikasuitstoot en de recente opwarming van de aarde net zo aannemelijk als de oorzaak tussen roken en longkanker. Dus helaas voor je buurman Henk: de zonneactiviteit is zeer waarschijnlijk niet de boosdoener.

Dit proces beschrijft in grote lijnen de wetenschappelijke methode. Deze methode bevat een belangrijk ingrediënt: het zogenaamde *methodisch naturalisme*.^{*} Dat ingrediënt schrijft het volgende voor: als we verklaringen zoeken voor fenomenen, dan beperken we ons in beginsel tot het natuurlijke. Daarmee sluiten we het bestaan van het bovennatuurlijke echter niet uit. Als ik bijvoorbeeld bij de pizzeria naar het toilet ga en bij terugkomst plotseling een onverklaarbaar stuk ananas op mijn pizza vind, dan ga ik er in de zoektocht naar een verklaring hiervoor allereerst van uit dat dit stuk fruit op natuurlijke wijze op mijn pizza is beland, en niet door (zeg) de geest van de overleden eigenaar van de pizzeria erop is gelegd omdat ik vlak voor mijn toiletgang had gezegd geen fooi te zullen geven. Daarmee sluit ik in mijn zoektocht het bestaan van geesten niet uit; ik uit alleen mijn overtuiging dat een zoektocht naar een natuurlijke verklaring voor dit buitengewoon eigenaardige en obscene fenomeen het beste in de natuurlijke hoek kan beginnen. Op dezelfde manier namen we in onze zoektocht naar de oorzaak achter de recente opwarming van de aarde een natuurlijke oorzaak aan; het idee dat bijvoorbeeld engelen de hemelse thermostaat open hebben laten staan klinkt toch al minder plausibel dan dat broeikasgassen of de zon verantwoordelijk zijn. Maar daar-

* Ook wel 'methodologisch naturalisme' genoemd. Dat zijn echter twee lettergrepen meer dan 'methodisch naturalisme', dus ik houd het bij die laatste.

mee doen we geen uitspraak over het eventuele bestaan van engelen. Methodisch naturalisme passen we niet alleen toe in de wetenschap, maar bijvoorbeeld ook in onze rechtspraak: bij een verdacht sterfgeval gaan we bijvoorbeeld ook eerst uit van een natuurlijke oorzaak, tenzij je aan de *X-Files* werkt en Fox Mulder heet.*

Methodisch naturalisme is dus niet een overtuiging over de aard van de werkelijkheid, maar hoe je het meest effectief naar verklaringen over die werkelijkheid zoekt. De veel sterkere overtuiging dat er ook daadwerkelijk niks bestaat buiten het natuurlijke om, noemen we filosofisch of metafysisch naturalisme. Deze sterkere vorm van naturalisme impliceert natuurlijk methodisch naturalisme (waarom naar bovennatuurlijke oorzaken zoeken als deze niet bestaan?), maar andersom niet: filosofisch naturalisme is een metafysische uitspraak over de aard van de werkelijkheid zélf. Dat sterkere standpunt waarmee je a priori bovennatuurlijke oorzaken uitsluit, zullen wij niet hanteren om redenen die later duidelijk worden.

De reden waarom de wetenschappelijke methode zo krachtig is, is dus dat deze methode de significante patronen scheidt van de valse. Onze natuurlijke manier van denken kent namelijk nogal wat onbetrouwbare kronkels, zoals Daniel Kahneman schitterend uiteenzet in zijn boek *Ons feilbare denken*. Zo neigen we in onze zoektocht naar kennis eerder naar bevestiging van onze vooroordelen dan naar de verwerping ervan (de zogenaamde *confirmation bias*), waarbij we zorgvuldige aandacht geven aan bevestiging (*cherry picking*), en feiten die ons vermoeden tegenspreken juist negeren. Daarom werden we na McKays vondst van Bijbelse boodschappen in *Moby Dick* nog getraakteerd op twee vervolgen van Drosnins 'Bijbelcodes'. Deze neiging wordt tegenwoordig door zoekmachines zoals Google nog eens versterkt, wat leidt tot de beruchte 'fabeltjesfuik' die in 2020 in het programma *Zondag met Lubach* werd geïntroduceerd. We leggen bovendien een sterke nadruk op onze eigen alledaagse ervaring en per-

* Of op spoken jaagt en een paranormaal YouTube-kanaal hebt, zoals we zo meteen zullen zien.

soonlijke anekdotes, terwijl deze vaak helemaal niet zo betrouwbaar zijn, laat staan dat ze makkelijk veralgemeniseerd kunnen worden.* Met de wetenschappelijke methode probeer je dit soort valkuilen te omzeilen. ‘Betrouwbare kennis’ betekent hier dat, in theorie, zoveel mogelijk mensen zelf kunnen nagaan of de hypothese of theorie klopt. Er zit dus een grote mate van objectiviteit in. Maar dat is de theorie. In de praktijk is dat nagaan makkelijker gezegd dan gedaan omdat wetenschap tegenwoordig erg specialistisch is. Als individu eel wetenschapper moet je daarom vaak vertrouwen op claims en bevindingen van je collega-wetenschappers. Alleen binnen je eigen specifieke onderzoeksveld kun je zó kritisch zijn dat je claims expliciet kunt nagaan. Daarbuiten wordt het vaak al een stuk lastiger. Maar als je als natuurkundige bijvoorbeeld het experimentele bewijs voor het bestaan van een elementair deeltje wilt nagaan, dan moet je talloze experimentele resultaten, statistische technieken en datasets doorploeteren waar je eerst weer heel veel achtergrondkennis voor nodig hebt. Zelfs de rekenkundige details van de theorie achter alle processen waarmee elementaire deeltjes zijn aangetoond (het zogenaamde ‘standaardmodel’) zijn voor veel natuurkundigen al lastig te volgen, en dan hebben we het nog niet eens over hoe de voorspellingen van deze theorie worden omgezet naar meetbare grootheden en de ladingen statistische methodes die op deze data worden toegepast en de werking van de detectoren zelf. Elk onderdeel is een vak apart. Bovendien hebben de meeste mensen geen deeltjesversneller in de achtertuin liggen,** dus je moet maar afwachten of de desbetreffende datasets te krijgen zijn. Zelfs in de wiskunde, waar de last van experimentele bevestiging afwezig is, zijn sommige bewijzen zo omvangrijk geworden dat ze niet of nauwelijks door één enkele persoon gecontroleerd kunnen worden. Kortom, je moet als wetenschapper de gulden middenweg bewandelen: je kunt niet klakkeloos

* Ken je dat verhaal waarin je buurman Henk eens tweeduizend euro moest aftikken na een onderhoudsbeurt bij de autogarage en daarna concludeerde dat geen enkele garagedealer is te vertrouwen? Dat idee.

** Het scholingsbudget voor natuurkundedocenten is daarvoor niet toereikend.

alles aannemen, maar je kunt ook niet alles tot in detail nagaan.

Gemiddeld genomen wordt zo onze wetenschappelijke kennis dus uitgebreid. Het filteren van betrouwbare en onbetrouwbare kennis gebeurt door zogenaamde peerreview, waarin collega's elkaars artikelen beoordelen en bekritisieren voordat ze in vakbladen worden gepubliceerd. Maar het duurt soms even voordat misstanden aan het licht komen. Zo kon de hoogleraar sociale psychologie Diederik Stapel jarenlang zijn datasets manipuleren, totdat in 2011 zijn fraude werd opgemerkt. Tientallen artikelen en talloze onderzoeken, ook van anderen met wie hij had samengewerkt, bleken zo in één klap een waardeloze stapel papier, en de luchtbel van Stapel deed denken aan de gebakken lucht van Nina Brinks 'World Online'. Blijkbaar waren Stapels naaste collega's ook jarenlang verblind door de indrukwekkende onderzoeksresultaten en de bliksemcarrière die hij doorliep. Iets soortgelijks geldt voor Elizabeth Holmes' bedrijf Theranos, dat een revolutie in bloedtesten zou ontketenen maar uiteindelijk een hoax bleek te zijn. Tot slot laat de geschiedenis van de kwantummechanica (de natuurkunde van de atomaire wereld) zien dat een aantal grondleggers ervan onredelijk dogmatisch waren omtrent de zogenaamde 'Kopenhaagse interpretatie' van de theorie. Dissidenten zoals Albert Einstein, die het enorme succes van de kwantummechanica erkenden maar de Kopenhaagse interpretatie bekritiseerden, worden in veel boeken en documentaires nog steeds onterecht afgeschilderd als trage geesten die de kwantumrevolutie niet konden accepteren. Carrières van natuurkundigen die het waagden om de heersende consensus omtrent de kwantummechanica te betwijfelen liepen zelfs gevaar.* Decennialang werd bij kritiek op de Kopenhaagse interpretatie verwezen naar een bewijs van de briljante John von Neumann, dat echter onjuist bleek te zijn. Iets wat overigens al vlak na Von Neumanns publicatie werd opgemerkt door

* Een notoir voorbeeld van zo'n dissident is David Bohm. Een van de belangrijkste resultaten uit de kwantummechanica, de zogenaamde 'ongelijkheden van Bell', zijn door John Bell tijdens een sabbatical ontdekt omdat hij als jonge fysicus zijn carrière om zeep zou helpen als hij dit als regulier onderzoek zou uitvoeren.

de Duitse wiskundige en filosofe Grete Hermann, maar decennialang werd genegeerd. Dit lijkt een stevig staaltje ‘bandwagon-effect’ te zijn: het fenomeen waarbij mensen een overtuiging aanhangen omdat de meerderheid dat ook doet. De precieze redenen voor wetenschappelijke dwalingen zijn voer voor filosofen, historici en sociologen, maar het zal duidelijk zijn dat wetenschap bedrijven een menselijk proces is dat lang niet altijd rationeel verloopt. Ook experimenteel gevonden afwijkingen van gevestigde theorieën blijken dikwijls moeilijk te verteren. De grondlegger van de kwantummechanica, Max Planck, merkte in zijn wetenschappelijke autobiografie droogjes op dat grote denkverschuivingen pas door de wetenschappelijke wereld worden geaccepteerd als de vorige generatie wetenschappers uitsterft.*

Het wetenschapsproces is dus lang niet altijd even ideaal. Het blijft tenslotte mensenwerk. Publicatiedruk, prestige, ego, geld en sociale factoren spelen in de wetenschappelijke wereld een grotere rol dan we zouden willen. Maar uiteindelijk worden veel van dit soort misstanden eruit gefilterd. Het rechtstreekse bewijs hiervoor kun je bijvoorbeeld thuis zien in technologie zoals tv’s, telefoons, laptops, wifi en auto’s, en dan hebben we het nog niet eens over alle medische toepassingen. We hebben zelfs mensen naar de maan gebracht, besturen robots op Mars en vangen zwaartekrachtsgolven op van botsende zwarte gaten van meer dan een miljard jaar geleden. Stel je eens voor hoe Newton of Galilei zou reageren op deze technologie!

Spelregels uit de wetenschappelijke methode die zinvolle patronen opleveren mogen dus blijven. Eén zo’n belangrijke regel zagen we zonet al: de natuur bepaalt zelf hoe ze zich gedraagt, en dat gedrag leg je bloot met experimenten in plaats van met je alledaagse intuïtie. Deze spelregels zijn echter niet 100% in steen gebeiteld, maar worden tijdens het wetenschappelijke proces gevormd. In sommige gevallen zijn de regels zelfs onbekend. Hoe moet je bijvoorbeeld het uitblijven van bepaalde verwachtingen interpreteren? Wanneer laat je je hypo-

* Of door de hele wereld in het geval van de menselijke invloed op klimaatverandering.

these varen, en wanneer besluit je om toch nog verder te zoeken? Een voorbeeld hiervan is de zogenaamde supersymmetrie in de natuurkunde, een symmetrie tussen verschillende typen subatomaire deeltjes die een hele natuurlijke uitbreiding lijkt van het eerdergenoemde standaardmodel, en diverse problemen oplost. Dezelfde principes die tot het enorme succes van het standaardmodel leidden hintten, zo lijkt het, ook naar het bestaan van supersymmetrie. Toch wordt die maar niet waargenomen. Is supersymmetrie de ultieme natuurkundige apofenie? Een ander voorbeeld is de zoektocht naar de zogenaamde ether, het onzichtbare medium voor licht. Net zoals de geluidssnelheid gedefinieerd wordt ten opzichte van het medium waarin het zich voortplant, zou de ether moeten dienen als medium voor licht. De verwachting omtrent de ether was daarom dat als je op verschillende tijden in het jaar de lichtsnelheid zou meten van het zonlicht, je verschillende lichtsnelheden zou meten. Beweegt de aarde namelijk van de zon af, dan zou de lichtsnelheid kleiner moeten worden, terwijl als de aarde naar de zon toe beweegt, de gemeten lichtsnelheid groter zou moeten worden. Dit geldt immers ook voor geluid: als je met de geluidssnelheid naast een geluidsgolf reist, dan staat de geluidsgolf stil ten opzichte van jou en is volgens jou de geluidssnelheid van deze golf dus nul. De natuurkundigen Michelson en Morley vonden echter dat de lichtsnelheid gedurende het hele jaar gelijk is. Ze hadden vervolgens natuurlijk jarenlang kunnen blijven doormeten met nog ingewikkeldere apparatuur en nog grotere interferometers, maar uiteindelijk trokken ze de onvermijdelijke conclusie: er was geen spoor van de ether te vinden. Dat gebrek aan experimentele bevestiging ondersteunde Einsteins relativiteitstheorie, die op haar beurt weer de grondslagen vormt voor talloze fenomenen zoals zwaartekrachtsgolven, zwarte gaten en de kosmische geschiedenis die aan het begin van dit hoofdstuk uiteen werd gezet: de oerknal.

Een andere spelregel in het onderzoeksproces is dat correlatie geen causatie hoeft te impliceren. Apofenie is dikwijls het gevolg van deze verwarring. Het begrip 'causatie' betekent 'oorzakelijk verband', en een correlatie is een verband tussen twee (kans)variabelen dat niet

noodzakelijk oorzakelijk is. Zo geldt dat 100% van de mensen die ademen ook sterft. Dat is een perfecte correlatie, maar geen causatie: het ademen veroorzaakt immers niet het sterven. Maar er geldt ook dat 100% van de mensen die niet ademen sterft. Dat is wel een perfect oorzakelijk verband, want een gebrek aan zuurstof is uiteindelijk dodelijk. Deze twee gevallen door elkaar halen is een klassieke ‘correlatie is causatie’-denkfout.* Bij de zaak rondom Lucia de Berk was er een correlatie tussen haar aanwezigheid en de sterfgevallen op haar afdeling, maar dat hoeft niet automatisch een oorzakelijk verband te betekenen: haar aanwezigheid kan ook zuiver toeval zijn geweest.

Een historisch voorbeeld van de ‘correlatie is causatie’-denkfout is de middeleeuwse overtuiging dat luizen goed zouden zijn voor je gezondheid, omdat luizen amper voorkomen op zieke mensen. Met de komst van de thermometer bleek echter dat luizen buitengewoon gevoelig zijn voor een verandering in lichaamstemperatuur. Aangezien zieke mensen vaak een verhoogde lichaamstemperatuur hebben, zullen luizen in dat geval al gauw een ander slachtoffer zoeken. Of denk aan de complottheorie dat 5G-zendmasten hielpen het coronavirus te verspreiden. Het aantal zendmasten kan inderdaad correleren met het aantal verspreidingen van een virus, maar de onderliggende oorzaak van deze correlatie is simpelweg dat een hogere bevolkingsdichtheid zowel het aantal zendmasten laat toenemen als de verspreiding van een virus bespoedigt. Zendmasten afbreken zou dus niet een afname aan coronabesmettingen veroorzaken. Als je ‘*spurious correlations*’ (‘valse correlaties’) googelt vind je allerlei andere sterke en bizarre correlaties waarvan de onderliggende oorzaak minder vanzelfsprekend is, zoals tussen het aantal mensen dat verdrinkt wanneer ze in een zwembad vallen en het aantal films waarin Nicolas Cage meespeelt. Het precieze verschil tussen correlatie en causatie kan soms subtiel zijn, omdat gebeurtenissen elkaar bijvoorbeeld wederzijds kunnen versterken. Een bekend voorbeeld van deze zogenaamde ‘feedback’ is dat historisch gezien een stijging van de CO₂-concentratie niet al-

* Iedereen die deze denkfout maakt, sterft.

tijd een temperatuursverhoging veroorzaakte, maar ook andersom. Dit komt omdat temperatuursverhogingen ook worden veroorzaakt door de zogenaamde Milankovitch-cycli: cycli die afhangen van de draaiing van de aarde rond zijn eigen as, de zon, en de draaiing van de rotatie-as. Deze cycli veranderen de temperatuur, waarop vervolgens de CO₂-concentratie weer reageert, wat op haar beurt de temperatuur weer beïnvloedt enzovoort. We kunnen met het 5G-complot in ons achterhoofd ruwweg zeggen dat gebeurtenis A gebeurtenis B veroorzaakt, als bij het ontbreken van gebeurtenis A gebeurtenis B ook niet voorkomt. Daarom veroorzaakt het kraaien van de haan niet het opkomen van de zon, maar andersom wel. De bioloog Stephen Jay Gould noemde het verwarren van causatie met correlatie treffend het 'haan-syndroom', naar de haan die denkt dat hij met zijn kraaien elke ochtend de zon laat opkomen.

Een laatste spelregel van de wetenschappelijke methode die we later nodig hebben is het zogenaamde scheermes van Ockham, vernoemd naar de christelijke middeleeuwse filosoof Willem van Ockham. Ockhams scheermes schrijft voor dat we simpele hypothesen boven ingewikkelde hypothesen verkiezen wanneer het verklarende vermogen van beide hypothesen gelijk is. Oftewel: Ockhams scheermes roept op om spaarzaam te zijn met het aantal concepten in je hypothese. Eén reden hiervoor is simpel: hoe ingewikkelder je hypothese wordt, des te meer kun je ogenschijnlijk 'verklaren' met je hypothese. Als je op een zondagochtend buiten doffe dreunen hoort, is de verklaring dat ze in de nieuwbouwhoek achter jullie zitten te heien plausibeler dan dat wetenschappers eindelijk à la *Jurassic Park* dinosaurussen tot leven hebben gewekt en er een ontsnapte brontosaurus door je achtertuin baggert.

Ondanks alle kritische kanttekeningen kunnen we dus concluderen dat wetenschap werkt. Daarmee keren we terug naar het methodisch naturalisme. Het methodisch naturalisme klinkt op het eerste gezicht heel redelijk, en de geschiedenis toont dat verklaringen zoeken in natuurlijke oorzaken veel succesvoller is dan bovennatuurlijke oorzaken erbij slepen. Eén reden waarom het methodisch naturalisme zo suc-

cesvol is, is omdat je er veel makkelijker theorieën mee kunt falsifiëren (oftewel weerleggen) dan wanneer je bovennatuurlijke oorzaken aanwijst. De spelregels zijn voor natuurlijke verklaringen namelijk veel duidelijker, waardoor je ook veel makkelijker hypothesen kunt toetsen. Om een bekend voorbeeld te nemen: de uitspraak dat onweer wordt veroorzaakt door de onzichtbare goden Wodan en Donar is niet te falsifiëren, in tegenstelling tot het concrete en wiskundig geformuleerde idee dat onweer voortkomt uit de ionisatie en elektrische geleiding van de lucht. Maar al die patronen uit het verleden bieden helaas geen garantie voor patronen in de toekomst.

Cirkelproblemen

Redenaties kunnen we opdelen in twee varianten van inferentie. De eerste variant noemen we deductie, waarbij je van een algemeen geval naar een specifiek geval redeneert. Een voorbeeld:

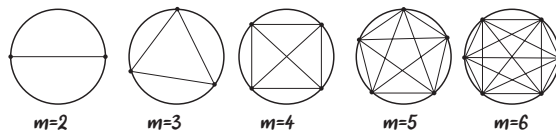
- (1) Alle vervolgen op de film *Home Alone* waren slechter dan het origineel.
- (2) Je zet *Home Alone 5* op.
- (3) Je gaat een film kijken die slechter is dan het origineel.

Je ziet dat we eerst een uitspraak doen over *alle* vervolgen op *Home Alone*, en vervolgens een specifiek geval daarvan bekijken waarover we een conclusie trekken. Als uitspraak (1), de zogenaamde ‘premissie’ of vooronderstelling, waar is, dan volgt onherroepelijk dat de conclusie, uitspraak (3), ook waar is.

Als wetenschap bedrijven alleen maar zou bestaan uit deductie, dan zouden alle wetenschappelijke conclusies waterdicht zijn als de premissen waar zijn. Maar bij wetenschappelijke hypothesen maak je vaker gebruik van zogenaamde *inductie*: een redenatie waarbij je van een specifiek geval naar een algemeen geval redeneert. Een voorbeeld is buurman Henks negatieve ervaring bij de autogarage in een voetnoot

een paar bladzijden terug. Een ander voorbeeld wordt gegeven door de wetten van Newton. Newton veronderstelde dat kogels door de lucht aan dezelfde zwaartekracht onderhevig waren als de hemellichamen. Dat kon hij onderbouwen met waarnemingen van enkele gevallen, maar de onderliggende zwaartekrachtstheorie is een vorm van inductie. Er is op het eerste gezicht immers geen enkele reden waarom een komeet aan dezelfde natuurwetten zou voldoen als onze maan of een kogel op aarde. En niet alleen in de wetenschap gebruiken we inductie, maar ook in ons dagelijks leven. Elke keer als je je auto start, ga je ervan uit dat je auto niet explodeert. Elke keer als je je fietsstuur met de klok mee draait, ga je ervan uit dat je naar rechts gaat. En elke keer als je naar een restaurant gaat, ga je ervan uit dat je niet vergiftigd wordt. Waarom? Op basis van je eerdere ervaringen. Maar inductie werkt lang niet altijd.

Een schitterend voorbeeld waarin je met inductie op het verkeerde been wordt gezet is Mosers cirkelprobleem, dat door de wiskundige Leo Moser onder de aandacht werd gebracht in het toepasselijk getitelde artikel 'On the danger of induction'. Zijn cirkelprobleem gaat als volgt. Je neemt een cirkel waarbij je op de omtrek een aantal punten legt. Dit aantal houden we algemeen en noemen we m . Vervolgens verbinden we al deze punten met lijnen. Dit doen we met de voorwaarde dat binnen in de cirkel maximaal twee lijnen elkaar mogen snijden. Het cirkelprobleem is dan de vraag: als je m punten op de cirkel neemt, in hoeveel verschillende gebieden deel je de cirkel dan op?



Figuur 8 Het cirkelprobleem van Moser: een cirkel wordt opgedeeld in vlakken met behulp van m punten op de cirkel, waarna de punten vervolgens worden verbonden met rechte lijnen. Binnen in de cirkel mogen maximaal twee lijnen elkaar snijden in een punt. Hoe hangt het aantal gebieden af van het aantal punten m ?

Je zou kunnen denken dat het aantal gebieden in de cirkel afhangt van hoe je die punten op de cirkel legt. Maar de precieze ligging van de cirkelpunten blijkt niet uit te maken voor onze regel dat overal in de cirkel maximaal twee lijnen elkaar mogen snijden. Kijk nu eens naar figuur 8: voor $m = 1$ hebben we nul lijnen en dus één gebied, voor $m = 2$ hebben we één lijn en daarmee twee gebieden, voor $m = 3$ hebben we drie lijnen en zo vier gebieden, voor $m = 4$ hebben we zes lijnen en acht gebieden, en voor $m = 5$ hebben we tien lijnen en zestien cirkelvlakken. Na enig staren op deze patronen zou je machten van twee kunnen herkennen en concluderen dat de relatie tussen het aantal punten m op de cirkelomtrek en het aantal gebieden waarin de cirkel wordt opgedeeld, wordt gegeven door

$$\text{aantal gebieden in de cirkel} = 2^{m-1}$$

Met deze formule krijg je voor $m = 1, 2, 3, 4, 5$ keurig netjes de getallen 1, 2, 4, 8, 16. Voor $m = 6$ verwacht je dus $2^5 = 32$ gebieden te krijgen. Maar als je de constructie tekent, dan vind je één gebied minder: bij zes punten op de cirkel wordt de cirkel opgedeeld in 31 gebieden! Een nauwkeurige wiskundige analyse levert voor het aantal gebieden in de cirkel niet de eenvoudige formule hierboven op, maar de ingewikkeldere formule

$$\text{aantal gebieden in de cirkel} = \frac{m^4 - 6m^3 + 23m^2 - 18m + 24}{24}$$

Voor de eerste vijf waarden van m komen beide formules merkwaardig genoeg met elkaar overeen. Je kunt bovenstaande formule zelf invullen en nagaan dat je voor $m = 6$ nu inderdaad 31 gebieden krijgt, en niet 32. De afleiding van deze formule kun je vinden op het schitterende YouTube-kanaal *3Blue1Brown*, maar voor ons is de boodschap van Moser belangrijker: laat je niet te snel verblinden door ogenschijnlijke patronen en wees voorzichtig met inductie.

Maar inductie is een fundamentele eigenschap van onderzoek doen. Kunnen we inductie dan misschien rationeel onderbouwen? De acht-

tiende-eeuwse Schotse filosoof David Hume merkte in zijn boek *An Enquiry Concerning Human Understanding* (Onderzoek naar het menselijk begrijpen) op dat je hierbij in een cirkelredening vervalst. Elke poging om inductie te rechtvaardigen is volgens hem van de vorm 'inductie werkt omdat het eerder ook werkte', maar dat is van zichzelf een vorm van inductie. We maken daarbij gebruik van een aanname die Hume de 'uniformiteit van de natuur' noemde: de veronderstelling dat de natuur zich altijd en overal op dezelfde manier gedraagt. Dat vertelt onze ervaring. En hoe komen we tot die conclusie? Juist: via inductie. Maar toch kunnen we volgens Hume niet om inductie heen als we betrouwbare conclusies over de werkelijkheid willen trekken: hij noemt de aanname van uniformiteit een 'gewoonte' die in de vorm van 'instinct' ook bij dieren voorkomt. In die zin ondermijnt Hume met zijn inductieprobleem ons rationeel vermogen niet, maar benadrukt hij op nederige wijze de dierlijke oorsprong ervan en zegt hij dat we het niet als vanzelfsprekend moeten nemen.

Het onvermogen om generalisaties op basis van individuele gevallen rationeel te rechtvaardigen noemen we Humes inductieprobleem. Dit is een reden waarom de wetenschapsfilosoof Karl Popper heeft geprobeerd om de wetenschappelijke methode volledig deductief op te stellen: deductieve argumenten zijn immers waterdicht als je premissen kloppen. Hij stelde voor dat je wetenschappelijke theorieën nooit kunt aantonen omdat je daarbij gebruikmaakt van inductie. Maar je kunt ze wél weerleggen, oftewel falsifiëren. Als dat de basis zou vormen van de wetenschappelijke methode, dan zou deze weer waterdicht zijn. Maar wetenschappers doen veel meer dan falsifiëren: ze willen meestal de juistheid van hun hypothesen aantonen. Bovendien: hypothesen en theorieën hangen vrijwel altijd samen met andere theorieën. Hoe kun je dus zeker zijn dat je een theorie hebt gefalsificeerd, en niet een element van een samenhangende theorie?

We hebben dus geen rationele garantie dat inductie werkt. De praktisch ingestelde wetenschapper zal opmerken dat je garantie alleen bij een stofzuiger krijgt. Maar dit betekent dat onze aanname van methodisch naturalisme óók niet rationeel valt te onderbouwen. We

weten dus niet of het methodisch naturalisme voor alle onbegrepen fenomenen zal werken. Daarom zou je het vertrouwen in het methodisch naturalisme kunnen bestempelen als een vorm van geloof. We kunnen ons vertrouwen in het methodisch naturalisme alleen onderbouwen met ervaring uit het verleden, maar die ervaring biedt nu geen strikte garantie voor de toekomst.

Je kunt ons vertrouwen in het methodisch naturalisme vergelijken met de paardenraces. Stel dat je de afgelopen tijd al negenennegentig keer hebt gegokt op je favoriete paard Black Domino. En met succes, want je hebt ook al negenennegentig keer gewonnen! De vraag op welk paard je de honderdste keer je geld inzet is daarom niet zo lastig. *Never change a winning formula!* Maar dan krijgt je buurman Henk twijfels. 'Zou je dat nou wel doen? Kun je die keuze rationeel onderbouwen?' 'Nou,' zeg je, 'Black Domino heeft de afgelopen tijd al negenennegentig keer gewonnen, dus blijkbaar heb ik een goede strategie te pakken. Bovendien zie ik geen concrete redenen dat de omstandigheden zijn veranderd.' Buurman Henk is het daar echter niet mee eens. 'Successen uit het verleden bieden geen garantie voor de toekomst!' waarschuwt hij. 'En deze honderdste race lijkt lastig te worden!' Wat doe je? Ga je je geld opeens op een ander paard zetten omdat je geen volledig dichtgetimmerde rationale onderbouwing hebt voor je keus, ondanks dat Black Domino al negenennegentig keer eerder won? Het is natuurlijk heel goed mogelijk dat buurman Henk toch gelijk krijgt. Black Domino kan struikelen en geblesseerd raken, de jockey kan de wedstrijd missen omdat hij wordt opgesloten op het toilet... Het leven neemt soms gekke wendingen. Maar dat verandert waarschijnlijk niet je honderdste gok. Je gok op Black Domino is ook niet gebaseerd op de volle overtuiging dat geen enkel ander paard kan winnen. Je gok is de meest betrouwbare strategie die je voor jezelf op dit moment op basis van ervaring kunt rechtvaardigen, net zoals je bij je volgende fietstocht ervan uitgaat dat je stuur nog net zo werkt als je gewend bent.

Om dezelfde reden halen we niet alle paracetamol uit de schappen, ook al begrijpen we nog steeds niet goed hoe het werkt. En bij het alledaagse oversteken van de straat kijk je waarschijnlijk wel naar links en

rechts, maar niet naar boven omdat je bang bent dat er een meteoriet op je hoofd valt. De reden is dat je, op basis van je ervaring, de kans dat een auto van links of rechts komt veel hoger inschat dan de kans dat een meteoriet inslaat bij jou in de buurt. Je moet behoorlijk paranoïde zijn wil je bij elke oversteek ook nog de lucht checken. We maken allemaal dankbaar gebruik van aannames over de toekomst op basis van lessen uit het verleden. Absolute zekerheid bestaat niet, zelfs niet in de wiskunde. Want stel dat de afgelopen tweeduizend jaar, waarin meer dan duizend verschillende bewijzen voor de stelling van Pythagoras zijn afgeleid, alle betrokkenen inclusief jouw wiskundeleraars een fundamentele tekortkoming over het hoofd hebben gezien. Dat kun je niet uitsluiten, evenmin als een complot onder wiskundigen zodat ze ons allemaal vierkant* kunnen uitlachen. Sterker nog: wie garandeert je dat je herinneringen überhaupt betrouwbaar zijn en je niet het slachtoffer bent geworden van *Men in Black* die je met een geheugenwisper valse herinneringen hebben meegegeven omdat je getuige was van een ufo? Je kunt zo de meest gekke scenario's bedenken die je echter nooit volledig kunt uitsluiten. Maar omdat we ze zo onwaarschijnlijk achten, wegen we ze ook nauwelijks mee in onze beslissingen.

We hebben zo een aardig beeld gekregen van wat de wetenschappelijke methode inhoudt. Maar soms blijkt het verdraaid lastig te zijn om te beoordelen of een idee nu daadwerkelijk 'wetenschappelijk' is of niet. Dat is echter wel een vraag die ook verdraaid belangrijk voor ons blijkt te zijn. Bijvoorbeeld wanneer je wilt nagaan of dat geklop in je kelder een verdwaalde wasbeer is of een ronddolend slachtoffer van een bloedige moordpartij.

Geestige avonduren

Het vraagstuk dat probeert een scheidslijn aan te brengen tussen wetenschap en pseudowetenschap (van het Griekse woord 'pseudes',

* Eigenlijk: driehoek.

oftewel ‘vals’) is het zogenaamde ‘demarcatievraagstuk’. Een belangrijke vraag hierbij is hoe er met patronen wordt omgesprongen. En als je weleens als een zombie op YouTube ronddoelt en dezelfde interesses hebt als ik,^{*} dan ben je zeker de nodige paranormale kanalen tegengekomen. Dit soort kanalen zijn gebaseerd op Amerikaanse tv-programma’s zoals *Ghost Adventures*, en ze leveren menig uurtje spannende tv op waarbij vooral het demarcatievraagstuk rondspookt.

Het idee achter deze programma’s is simpel. Een tv-ploeg gaat naar een locatie waar allerlei onverklaarbare fenomenen worden waargenomen. Soms zijn dit huizen die nog steeds bewoond worden, maar vaak zijn het ook hotels, musea of ruïnes en andere verlaten gebouwen. Over deze locaties bestaan vaak de nodige *urban legends* (Homo fictus, weet je nog?), en voor de kijkcijfers wordt het methodisch naturalisme gretig overboord gegoid. Via de eerdergenoemde ‘confirmation bias’ ontrolt zich vervolgens een bevestiging van de urban legend. De crew maakt zo hachelijke nachten mee, want blijkbaar laten geesten zich vooral ’s nachts observeren, wanneer het menselijke oog vatbaarder is voor plotselinge bewegingen vanuit de ooghoek en de spanning bovendien om te snijden is.^{**} Daarbij worden vage geluiden dikwijls via een sterk staaltje apofenie geïnterpreteerd als volzinnen die uiteraard heel mooi in het opgebouwde verhaal passen. Dat laatste fenomeen wordt EVP genoemd, oftewel *Electronic Voice Phenomenon*. Het meetinstrument dat hierbij vaak wordt gebruikt is de befaamde *Spirit box*. Voor een veelgebruikt meetapparaat zou je verwachten dat de werking ervan goed wordt begrepen, maar dat valt tegen; niemand begrijpt namelijk hoe bovennatuurlijke geesten precies elektromagnetisch contact maken met dit instrument (waarschijnlijk: niet). Een onbegrepen meetapparaat gebruiken is al dubieus, en in feite is een Spirit

* ‘Feed me! Uuuuuuuuuuhhhhhhhhh!’

** Dit geldt trouwens ook voor ontvoeringen door buitenaardse wezens: deze spelen zich vaak af tijdens de slaap wanneer het verschijnsel ‘slaapverlamming’ kan optreden. Toeval?

box* natuurkundig gezien slechts een radio die een brede band aan radiofrequenties scant en zo een ruis veroorzaakt waarin zo nu en dan een radiostation doorklinkt. Hieruit kiezen de geesten lukraak hun lugubere boodschappen. Blijkbaar is het voor geesten, in tegenstelling tot radiostations, makkelijker om te communiceren via continu wisselende radiofrequenties dan via één vooraf gekozen radiofrequentie. Als deze praktijk je doet denken aan het achterstevoren draaien van hits als Led Zeppelins 'Stairway to Heaven' of Queens 'Another One Bites the Dust' waarin opgeroepen wordt om hash te roken en Satan te aanbidden, dan zit je in de juiste pareidolische hoek te luisteren.

Nu worden paranormale verschijnselen wel degelijk wetenschappelijk onderzocht, in een vakgebied onder de naam 'parapsychologie'. De Universiteit van Utrecht heeft zelfs een heuse vakgroep parapsychologie gehad waarin de wetenschappelijke methode op paranormale fenomenen werd toegepast. Uit dit soort onderzoek is nooit sluitend bewijs gevonden voor paranormale fenomenen. Maar de onderzoeksgroepen zoals die van *Ghost Adventures* zijn een schitterend voorbeeld van pseudowetenschap: er wordt geen systematisch onderzoek gedaan, er wordt niet kritisch naar de hypothesen gekeken, fenomenen worden niet dubbelblind onderzocht, er wordt meetapparatuur gebruikt waarvan de werking niet wordt begrepen, en bovendien wordt het methodisch naturalisme voornamelijk opzijgeschoven om kijkers te plezieren. Als geesten hun tragische geschiedenis écht kenbaar kunnen maken, dan kunnen dergelijke onderzoeksgroepen dit wetenschappelijk onderzoeken. Je kunt bijvoorbeeld een onderzoeksteam naar verschillende locaties sturen waarbij zowel wél als niet onverklaarbare fenomenen zijn waargenomen, en waarbij er zowel wél als niet een tragische geschiedenis heeft plaatsgevonden. De test bestaat er dan uit om het team *achteraf* de geschiedenis en gebeurtenissen te laten reconstrueren, in plaats van dat ze *vooraf* hieraan worden blootgesteld. Als deze reconstructie niet lukt voorbij een zekere significantie, dan

* Een ander populair meetinstrument onder paranormale onderzoeksgroepen is de 'Kinect', een bewegingssensor voor de Xbox (de spelcomputer van Microsoft).

is de manier van onderzoek doen, gezien de menselijke zucht naar patroonherkenning en zingeving, waarschijnlijk gebaseerd op doorgeschoten patroonherkenning. ‘Ghost Apophenia’ in plaats van ‘Ghost Adventures’, dus.

Complotalarm!

Je zag dat wij mensen moeite hebben met toeval. Het idee dat we slechts het gevolg zijn van een doelloos algoritme genaamd ‘evolutie’ en een bijproduct zijn zoals puntenslijpsel bij het slijpen van een potloodpunt, is met name voor religieus ingestelde mensen dikwijls moeilijk te verkroppen.* Nee, ons bestaan moet een hoger plan zijn van een ‘uitvoerder’ of ‘agent’. Bij evolutie vertaalt deze overtuiging zich in ‘theïstische evolutie’, waarbij evolutie als goddelijk gestuurd proces en wij mensen als een soort ‘theïstisch puntenslijpsel’ worden opgevat. Een rudimentaire variant van deze gedachtegang zie je bij kinderen die gezichtjes in de zon tekenen: een hete bol plasma waarin waterstof tot helium fuseert die als goedbedoeld zonnetje in huis haar licht en warmte over onze planeet uitstrooit. Net zo worden natuurrampen zoals het verschuiven van tektonische platen en de resulterende aardbevingen of tsunami’s door veel mensen als goddelijke boodschappen gezien. Het experiment van Fritz Heider en Marianne Simmel waarin bewegende meetkundige vormen als doelbewuste agenten worden geïnterpreteerd kun je ook onder dit fenomeen scharen. Michael Shermer, oprichter van het Amerikaanse tijdschrift *Skeptic*, noemt dit verschijnsel daarom ‘*agentcity*’, dat ik bij gebrek aan beter vertaal als ‘agentciteit’. Dit fenomeen is onze natuurlijke overtuiging dat gebeurtenissen en natuurlijke processen worden gestuurd met een bepaald doel. Een typisch voorbeeld van een type I-fout, dus. Mogelijke agenten kunnen zowel natuurlijk als

* Overlevenden van een ramp menen soms ook dat zij met een reden de ramp hebben overleefd zonder zich af te vragen wat het doel van de dodelijke slachtoffers is geweest.

bovennatuurlijk zijn: de geesten uit de vorige paragraaf, demonen, engelen, de Illuminati (een geheime orde die tijdens de verlichting is ontstaan), de vrijmetselaars, goden, overheden met een geheime agenda, of buitenaardse wezens. Dit soort denken kent zijn oorsprong in de oertijd waarin, zoals we eerder al zagen, we meer dan nu overgeleverd waren aan de krachten van de natuur en leven synoniem was met overleven. De Amerikaanse hoogleraar Jennifer Whitson doet onderzoek naar management en organisatie, en suggereert in haar artikel 'Lacking Control Increases Illusory Pattern Perception' ('gebrek aan controle laat waarneming van denkbeeldige patronen toenemen') dat de neiging tot patroonherkenning en bijgeloof samenhangt met het gevoel de controle over een situatie te verliezen. Hoe minder de proefpersonen in haar onderzoek het gevoel van controle in een situatie hadden, des te meer gingen de proefpersonen in willekeurige structuren patronen herkennen en dus apofenie waarnemen. Een soortgelijke conclusie wordt getrokken door Jan-Willem van Prooijen, een Nederlandse hoogleraar die onderzoek doet naar complotdenken: de mate van apofenie bij proefpersonen voorspelt volgens een van zijn studies het geloof in het bovennatuurlijke en complottheorieën.

In complottheorieën speelt agenticiteit een belangrijke rol. Met complotdenken krijgen we, via eenvoudige verklaringen voor ingewikkelde gebeurtenissen in een bevreemdende en chaotische wereld, het gevoel van overzicht en begrip weer terug. Het feit dat onze globaliseerde maatschappij steeds complexer wordt is daarom een vruchtbare bodem voor complottheorieën. Nu zijn complottheorieën niet altijd flauwekul. De Romeinse keizer Julius Caesar werd bijvoorbeeld in 44 voor Christus door zijn eigen senatoren omgebracht ('Gij, Brutus?!') en op 11 september 2001 zorgde een complot van moslimterroristen voor bijna drieduizend Amerikaanse burgerslachtoffers. Het boek *Merchants of Doubt* van Naomi Oreskes en Erik M. Conway beschrijft hoe grote industrieën desinformatie en rookgordijnen opwerpen om twijfel te zaaien over onderwerpen als klimaatverandering (de olie-industrie), het gevaar van suiker (de voedselindustrie) en

de causale relatie tussen roken en kanker (de tabaksindustrie). Een van de meest sinistere complotten vond plaats op 20 januari 1942 tijdens de zogenaamde Wannseeconferentie, waar nazikopstukken het 'Jodenvraagstuk' bespraken, waarna uiteindelijk zes miljoen Joden in de resulterende Holocaust zijn omgebracht. Complotten komen dus in verschillende mate voor en we kunnen complottheorieën daarom niet automatisch wegzetten als klinkklare fictie. Maar complottheorieën inzetten als verklaring heeft net als pseudowetenschap een aantal problematische kenmerken waarbij apofenie een rol speelt. Deze kenmerken kunnen we als volgt samenvatten:

- (1) Er is een agent die (wereld)heerschappij of macht nastreeft.
- (2) Het complot betreft vaak een bijna bovennatuurlijke agent die heel veel verschillende zaken en mensen precies op elkaar moet afstemmen ('finetunen') voor de uitvoering en geheimhouding van het complot.
- (3) Belangrijke en invloedrijke gebeurtenissen worden met belangrijke en invloedrijke oorzaken verklaard. Bovendien wordt vaak één enkele oorzaak aangewezen waar ook een samenkomst van oorzaken mogelijk is.
- (4) Mede door de bijna bovennatuurlijke gaven van de agent en het geheime karakter zijn complottheorieën moeilijk te falsifiëren.
- (5) Complotdenkers overschatten hun eigen rationele denken, en wantrouwen juist gevestigde kennisbronnen zoals wetenschap, overheid en de media.
- (6) De kwaadwillende agent wordt geplaatst tegenover een duidelijke groep slachtoffers waarvan de complotdenker vaak deel uitmaakt.
- (7) Vaak past de complottheorie in een 'groter overkoepelend plaatje' van andere complottheorieën. Complottheorieën worden dus zelden in hun eentje aangehangen.

Laten we de bovenstaande punten bestempelen als ons ‘complotalarm’. We kunnen dit complotalarm vervolgens loslaten op complottheorieën rondom de moord op president John F. Kennedy in 1963 zoals de Amerikaanse regisseur Oliver Stone die in zijn film *JFK* gebruikte. Deze theorieën* stellen dat de Amerikaanse of Russische geheime dienst of Kennedy’s opvolger Lyndon B. Johnson achter de moord zat vanwege politieke meningsverschillen, en dat Lee Harvey Oswald als schutter is ingeschakeld om Kennedy uit de weg te ruimen. Het is lastig voor mensen om te geloven dat deze moord met verstrekkende gevolgen de actie was van een eenling, en daarom gingen mensen al gauw op zoek naar zaken die eigenaardig overkwamen. Zo zou de beruchte ‘Zapruderfilm’, het enige beeldmateriaal van de moord dat werd vastgelegd door ene Abraham Zapruder, aantonen dat er meerdere schutters moeten zijn geweest. Een andere vermeende aanwijzing voor het complot is een foto van Oswald die in de lente van 1963 door zijn vrouw is genomen. Op de foto zie je Lee Harvey Oswald in zijn achtertuin met in de hand het vermeende moordwapen dat later is teruggevonden op de vermeende schietpositie. Sceptici merkten al snel op dat met name enkele schaduwen op de foto eigenaardig lijken. Zo heeft Harvey Oswald op de foto een veel bredere kin dan op de politiefoto’s die na de moord van hem gemaakt zijn. Ook zijn houding lijkt enigszins uit balans. Het vermoeden was dan ook al gauw dat het hoofd van Oswald op een ander lichaam was geplakt en dat de foto nep was. Meerdere onderzoeken zoals een studie uit 2015 van de universiteit van Dartmouth wijzen echter uit dat zowel de lichtinval van de foto als zijn houding natuurlijk zijn te verklaren. We overschatten domweg ons vermogen om op een foto de juiste lichtinval en schaduwvorming te beoordelen en menen al gauw dat bepaalde patronen ‘onnatuurlijk’ zijn, een fenomeen dat overigens ook de kop opsteekt bij complotdenkers die menen dat de foto’s van de maanlandingen nep zijn.

* Of eigenlijk: hypothesen.



Figuur 9 *Lee Harvey Oswald enkele maanden voordat hij de aanslag op John F. Kennedy zou plegen.*

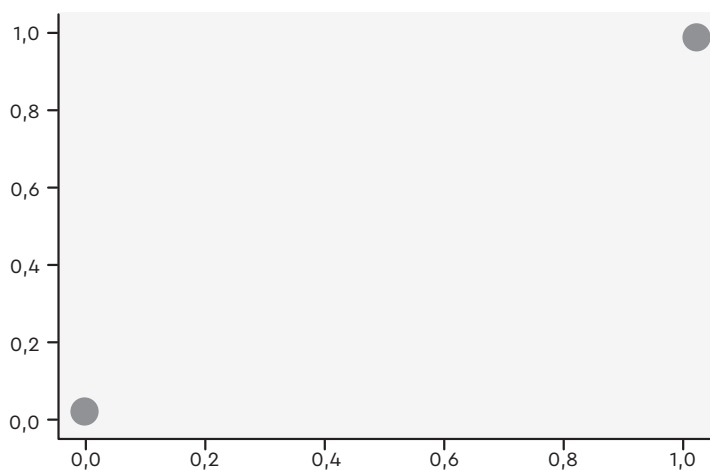
Complotdenkers dichten aan invloedrijke gebeurtenissen bovendien vaak groots opgezette oorzaken toe. Een voorbeeld hiervan is de moordpoging op de Amerikaanse president Ronald Reagan in 1981. De psychisch gestoorde dader had talloze keren de film *Taxi Driver* gezien en wilde met zijn daad indruk maken op een van de hoofdrolspeelsters, Jodie Foster. Foster speelt in de film namelijk een kindprostitutue die beschermd wordt door Travis Bickle, gespeeld door Robert De Niro. Deze oud-veteraan windt zich nogal op over het morele verval van Amerika maar vervalt daarmee zelf in extreme opvattingen en wil uiteindelijk uit frustratie een Amerikaanse senator vermoorden. De dader van de moordaanslag op Reagan identificeerde zichzelf met deze Travis Bickle en hoopte met zijn aanslag de aandacht van Jodie Foster te krijgen. Het aantal mensen dat deze verklaring van de moordaanslag op Reagan als actie van een geradicaliseerde eenling verwerpt en daarentegen een complot zoekt, valt in het niet bij het aantal mensen dat een duister complot vermoedt bij de moord op John F. Kennedy. Volgens de journalist Tom Bethell is de reden eenvoudig:

de mislukte moordpoging op Reagan heeft lang niet zoveel impact gehad op de wereldgeschiedenis als de gelukte moordpoging op Kennedy, waardoor we minder snel de neiging hebben om achter de mislukte moordpoging op Reagan een groots opgezet complot te zoeken. Iets soortgelijks geldt voor de bomaanslag op het World Trade Center in 1993, waarbij zes doden vielen. Het aantal complottheorieën voor deze aanslag valt in het niet bij de vele complottheorieën rondom de aanslag van 11 september 2001. Hier is het zelfs de organisatie 'Architects and Engineers for 9/11 Truth' die meent dat het instorten van de torens niet overeenkomt met de officiële verklaring en dat er een gecontroleerde ontsteking moet zijn geweest.

Complotdenkers overschatten ook vaak de mogelijkheid van de agent om het complot geheim te houden en het in goede banen te leiden. Met name bij grote instanties als overheden vraagt dit een bijna bovennatuurlijk geoliede ambtelijke machine waarvan de onderdelen heel fijn op elkaar zijn afgesteld of gefinetuned. Blijkbaar kunnen overheden wel steken laten vallen bij de bestrijding van covid of bij geheime schikkingen met drugsdealers (zoals bij de zogenaamde Teevendeaal oftewel bonnetjesaffaire), maar zijn hun meest sinistere complotten zodanig briljant uitgevoerd dat alleen een selecte groep mensen op de hoogte is van de waarheid. Als je bijvoorbeeld bedenkt hoeveel mensen verwickeld zouden moeten zijn in het complot omtrent de aanslagen van 11 september 2001 op het World Trade Center, dan lijkt het kinderlijk naïef van de agent om te verwachten dat het complot nooit zou uitkomen. Een dergelijk complot geheimhouden is te vergelijken met een potlood rechtop op tafel zetten en verwachten dat het rechtop blijft staan. Zo krijg je de paradoxale toestand van een briljante agent die complexe samenzweringen voor elkaar kan krijgen, maar die op veel andere fronten faalt.

Ons complotalarm vertelt ons ook dat complottheorieën net als pseudowetenschap moeilijk te falsifiëren zijn. Als je feiten tegenkomt die niet in je hypothese passen, dan kun je natuurlijk altijd je hypothese uitbreiden zodat het feit er wél in past. Als je echter maar genoeg feiten tegenkomt die je op die manier in je hypothese moet inbouwen,

dan wordt je hypothese steeds ingewikkelder en komt het scheermes van Ockham om de hoek kijken. Dit fenomeen heeft een analogie in de wiskunde, namelijk bij functiefitten. Bij functiefitten probeer je bij een aantal gegeven (meet)punten een geschikte functie te vinden die door deze punten gaat. Dit is belangrijk als je bijvoorbeeld een theoretisch verband probeert af te leiden aan de hand van metingen. Dat gaat vaak in de vorm van een grafiek.



Figuur 10 Een vlak met twee punten (de bolletjes). Er zijn oneindig veel lijnen of functies te bedenken die door beide punten heen gaan. Er is echter maar één mogelijke lijn die recht is. Deze rechte lijn wordt dus uniek bepaald door de beide punten.

Neem bijvoorbeeld een vlak met twee punten zoals in figuur 10. De vraag is nu: welke functies gaan door beide punten? Zonder verdere informatie zijn dat er oneindig veel, zoals je zelf makkelijk kunt nagaan. Je kunt immers oneindig veel verschillende lijnen tussen beide punten trekken. We noemen dit ‘onderfitten’: de meetpunten kunnen simpelweg niet het gezochte theoretische verband uniek vastleggen. Zonder verdere beperkingen op de functie krijgen we dus geen theoretisch inzicht in de mogelijke samenhang van de meetpunten. Als je

nog extra punten zou toevoegen kun je zonder verdere vastlegging van hoe de functie eruit moet zien nog steeds oneindig veel functies door alle punten trekken. Als je echter vervolgens vraagt naar een functie die door beide punten gaat en bovendien recht is, dan is er maar één enkele mogelijkheid: de rechte lijn tussen beide punten. De eis dat de functie recht moet zijn heeft uit de oneindige hoeveelheid mogelijkheden één enkele mogelijkheid gefilterd. Extra punten die *niet* op deze rechte lijn liggen, weerleggen dan de hypothese dat het om een rechte lijn moet gaan (of de meetpunten kloppen natuurlijk niet). In deze analogie tussen verklaringen voor historische gebeurtenissen en wiskundige fits zijn de wiskundige punten onze waarnemingen, en de functie met bijbehorende parameters die we door de punten heen trekken, onze hypothesen voor die waarnemingen. Als de functie niet goed past, dan kunnen we natuurlijk altijd bepaalde historische feiten weglaten en zeggen dat dit bijvoorbeeld historische onjuistheden, onbewuste aanpassingen of zelfs doelbewuste vervalsingen zijn. Maar hoe meer vrijheid je jezelf in deze verklaringen gunt, des te onwaarschijnlijker wordt het dat je de juiste functie (oftewel: historische verklaring) in handen hebt. En dit geldt ook voor het aantal parameters in de functie die je door de punten wilt trekken: meer vrije parameters zorgen ervoor dat de functie eerder onterecht past, en je dus via onderfitten wordt beetgenomen door een vals patroon. Een voorbeeld daarvan zagen we in Mosers cirkelprobleem.

Een ander voorbeeld waar we ons complotalarm op los kunnen laten is de Flat Earth Society (FES). Mocht je het gemist hebben: de aarde is volgens de FES zo plat als een pannenkoek. Dat idee brengt echter de nodige wetenschappelijke problemen met zich mee. Zo is het zwaartekrachtsveld van zo'n platte pannenkoek of schijf volgens Isaac Newton nogal anders dan het zwaartekrachtsveld van een bol. Voor de valversnelling hier op aarde zou je dat nog kunnen oplossen door te bedenken dat de aarde als platte schijf met een constante versnelling naar boven beweegt. Want als de snelheid van de aarde naar boven elke seconde met vijfendertig kilometer per uur toeneemt, dan ervaren wij deze versnelling op aarde volgens de wetten van Newton

als zwaartekracht waarmee we tegen het aardoppervlak worden gedrukt. De oorzaak van deze versnelling moet volgens de tweede wet van Newton echter een kracht zijn die op de aarde wordt uitgeoefend, en de oorsprong van deze constante kracht is volstrekt onduidelijk. Ook wordt het erg lastig om met Newtons zwaartekrachtstheorie te verklaren hoe de maan een stabiele baan boven de aarde uitvoert en hoe de aarde door de aantrekking van zwaartekracht is gevormd. Het alternatief is dat je de bewegingswetten van Newton inclusief zijn zwaartekrachtstheorie verwerpt. Je zult dan wel weer op zoek moeten naar een nieuwe verklaring voor heel veel andere fenomenen, zoals hoe de sterren en planeten zich via de zwaartekracht uit een wolk interstellair gas kunnen vormen of hoe we met behulp van Newtons wetten op de maan zijn geland.* Al die verschillende fenomenen kunnen we met Newtons zwaartekrachtstheorie verklaren, dus de wetenschappelijke prijs voor de veronderstelling van een platte aarde is erg hoog.

Het zwaartekrachtprobleem is slechts het topje van de platte ijsberg. Ook de beweging van de zon aan de hemel is bijvoorbeeld een probleem: waarom wordt slechts een deel van de aarde belicht als de zon in rondjes over de aardeschijf heen beweegt? En wat te denken van vliegroutes? Op een platte schijf meet je bij gebrek aan kromming afstanden anders dan op een bol. Piloten moeten dus opgenomen zijn in een soort complot. Dat schepen achter de horizon lijken te verdwijnen wordt door de FES als een ingewikkeld optisch verschijnsel verklaard. En wat er precies bij de rand van de aarde gebeurt? Nou, niet alleen piloten zitten in een complot. Overheden hebben namelijk heel erg veel schepen gebouwd en deze bij de rand gestationeerd, om zo iedere nieuwsgierige ziel tegen te houden. Uiteraard allemaal in het grootste geheim.

Daar komt nog bij dat het ontstaan van de FES historisch gezien goed te verklaren is. De FES is namelijk ontstaan in de negentiende

* Gekkgheid natuurlijk. De maanlanding wordt door veel *Flat Earthers* ook als complot gezien, wat punt 7 van ons complotalarm ook aanstipt: vaak blijft het niet bij één complottheorie en is er een overkoepelend geheel.

eeuw, in een tijd dat de wetenschappelijke ontwikkelingen een enorme vlucht namen. Wetenschap werd (en wordt) steeds abstracter en oversteeg steeds meer ons gezonde verstand en onze alledaagse intuïtie. Daarbij is de wereld waarin die wetenschappelijke explosie aan kennis plaatsvindt, zelf ook veel complexer geworden en wordt diezelfde wereld geregeerd door steeds grotere overheden en bedrijven. De FES kan dan ook worden gezien als een romantische beweging die terugverlangt naar die goeie ouwe overzichtelijke tijd waarin we nog gewoon konden vertrouwen op onze eigen zintuigen en simpele modellen zonder al te veel wiskunde. Wat dat betreft kun je de FES vergelijken met de nostalgische Nederlander die terugverlangt naar die goede oude gulden en mijmert dat vroeger alles beter was. Maar het is een vergissing om te denken dat dergelijke complotdenkers dom zijn: iedereen is vatbaar voor complotdenken.

Bij uiteenzettingen van complottheorieën worden dikwijls de psychologische redenen genoemd waarom we vatbaar zijn voor dergelijke waanideeën. Maar er ligt ook een wiskundig fenomeen ten grondslag aan complotdenken. In complottheorieën worden er namelijk patronen opgemerkt die er niet bewust zijn ingestopt, zoals de geheime boodschappen in *Moby Dick* en de Bijbel. Een wiskundige stelling van de Britse wiskundige Frank Ramsey garandeert dat bij een zekere mate van complexiteit zelfs de meest chaotische structuren dit soort geordende substructuren zullen bevatten. Oftewel: patronen. Zoals de wiskundige Theodore Motzkin het formuleerde: ‘Complete wanorde is onmogelijk!’ Patronen worden zo een logische noodzaak. Stel bijvoorbeeld dat de gemiddelde mens 150.000 haren op het hoofd heeft. Dan weet je zonder verdere voorkennis dat er in een stad als Amsterdam (meer dan 800.000 inwoners) of Groningen (meer dan 200.000 inwoners) minstens twee mensen moeten zijn met *exact* hetzelfde aantal hoofdharen.* Als je bijvoorbeeld vijf ballen over drie dozen moet verdelen, dan weet je immers ook dat er in elk geval één doos zal zijn met meerdere ballen, omdat er meer ballen dan dozen

* Ook als je neus- en oorhaar meetelt.

zijn. Dat iemand exact hetzelfde aantal hoofdharen heeft als jij is geen bizar toeval, maar een logische noodzaak.

Een minder vanzelfsprekend voorbeeld van zo'n logische noodzaak is de verjaardag van buurman Henk, waarvoor zes mensen zijn uitgenodigd.* Als je twee willekeurige mensen uit deze groep kiest kunnen ze of bekenden of vreemden voor elkaar zijn. Volgens Ramsey geldt dan de volgende stelling: ofwel minstens drie mensen zijn allemaal onderling vreemden van elkaar, ofwel minstens drie mensen zijn bekenden van elkaar. De manier om dit te bewijzen is vergelijkbaar met figuur 7 bij de verjaardagsparadox. Als je de zes feestgangers afbeeldt zoals in figuur 7 omtrent de verjaardagsparadox kun je tussen twee mensen telkens hun onderlinge relatie aangeven met een gekleurde lijn: blauw als ze vreemden van elkaar zijn en rood als ze elkaar kennen. Je zou deze onderlinge relaties ook positieve en negatieve correlaties kunnen noemen. Je zult tussen de zes mensen dan vijftien lijnen tekenen, en je zult zien dat bij elke mogelijke inkleuring altijd of een rode driehoek of een blauwe driehoek opduikt. Het bewijs hiervoor is niet zo ingewikkeld, maar wel handig als je de stelling wilt nagaan, want er zijn met vijftien lijnen en twee mogelijke kleuren (rood of blauw) immers 2^{15} oftewel 32.768 mogelijkheden. Nu zul je je van je wiskundelessen herinneren dat een driehoek drie zijden heeft.** Dat betekent dat je of minstens drie blauwe lijnen krijgt en dus drie mensen die bekenden zijn van elkaar, of minstens drie rode lijnen en dus drie mensen die elkaar niet kennen. Als je uitgekleurd bent met zes mensen kun je ook nagaan dat de stelling niet meer opgaat in een groep van slechts vijf mensen. Andersom geldt ook dat hoe meer mensen er op het feestje zijn, hoe meer mogelijke deelgroepjes er ontstaan. Je kunt de vraag ook omdraaien: hoeveel mensen heb je nodig om óf minstens drie mensen allemaal onderling vreemden van elkaar te laten zijn óf minstens drie mensen allemaal bekenden van elkaar te

* Buurman Henk heeft geen vrienden, maar hij had een bord met 'Vandaag gratis bier' in de tuin staan.

** Ook drie hoeken, overigens.

laten zijn? We zagen zonet dat dit groepje uit zes mensen bestaat. De natuurlijke uitbreiding bestaat dan uit de vraag hoe groot je feestje moet zijn om andere hoeveelheden subgroepjes te krijgen van mensen die elkaar wel of juist niet kennen. Brendan McKay, de hoogleraar die profetieën ontdekte in *Moby Dick*, vond in de jaren negentig bijvoorbeeld dat als je deelgroepen van minstens vier mensen wilt hebben die elkaar onderling niet kennen of vijf mensen juist wel (of andersom), je feestje minstens vijftig gasten moet trekken. Dit soort berekeningen zijn notoir lastig en maken gebruik van een stuk wiskunde dat we kennen als ‘grafentheorie’. Vervang je de getallen vier en vijf door zes (‘hoe groot moet je feestje zijn zodat je deelgroepen van minstens zes mensen krijgt die elkaar onderling niet kennen of zes mensen juist wel’) dan is het antwoord tot op heden vanwege het enorme aantal mogelijkheden zelfs onbekend. Een feestje met achtenveertig gasten heeft bijvoorbeeld al 2^{1148} verschillende mogelijkheden aan onderlinge verbanden, en die ga je niet zomaar allemaal langs. Als je deze analogie van feestjes met gegarandeerde deelstructuren doortrekt naar onze nachtelijke hemel, literaire meesterwerken en invloedrijke gebeurtenissen uit de geschiedenis, dan is het dus geen wonder dat we sterrenbeelden waarnemen, boeken als *Moby Dick* en de Bijbel geheime boodschappen bevatten en tragische gebeurtenissen ons complotalarm laten rinkelen. Het is geen toeval, maar een wiskundige noodzaak dat er in deze complexe structuren patronen ontstaan. Willekeurige maar wiskundig noodzakelijke patronen, die door ons vervolgens worden bestempeld als ‘dat kan geen toeval zijn!’

Kortom...

We hebben in dit hoofdstuk onze menselijke hang naar patronen onderzocht (apofenie), samen met andere veelvoorkomende denkfouten zoals de neiging om in plaats van falsificatie bevestiging te zoeken (confirmation bias). De wetenschappelijke methode biedt hiertegen een krachtig wapen en helpt ons om de zinvolle patronen in de natuur

te scheiden van de doorgeschoten patronen. Patronen die als niet-significante signalen volgens de theorie van Ramsey gegarandeerd zullen opduiken in complexe systemen. Rationeel gezien kunnen we de wetenschappelijke methode echter niet rechtvaardigen, en zit er een zekere hoeveelheid vertrouwen in. Bovendien is het niet altijd duidelijk wat we nu precies wél en níét onder de noemer ‘wetenschap’ kunnen schuiven. In het volgende hoofdstuk gaan we kijken hoe we onze denkbeelden rationeel kunnen bijstellen als we blootgesteld worden aan nieuwe feiten, en zul je zien hoe willekeurig ballen trekken uit een vaas een vertekend kansbegrip kan geven.