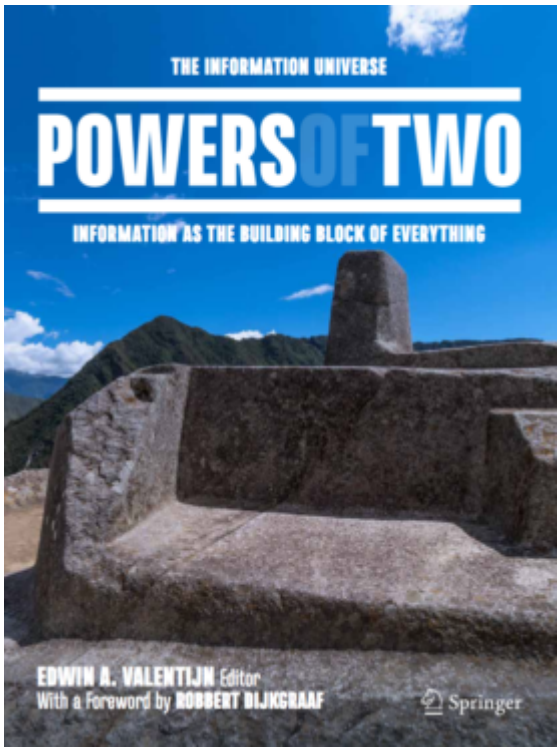
The Powers of Two

Onze huidige wereld wordt geregeerd door data – en alles, van het leven op aarde tot het heelal als geheel, kan uitgedrukt worden in termen van informatie. Die gedachte is het vertrekpunt van het nieuwe boek “Powers of Two: the Information Universe”, samengesteld door prof. dr. Edwin Valentijn.



Bits en bytes

Powers of Two volgt – zoals de naam al zegt – de machten van twee in een tocht langs allerlei concepten, ideeën en ontdekkingen waarin informatie een rol speelt. Deze ontdekkingstocht verloopt aan de hand van drie schalen. Ten eerste is er het aantal bits, *n*. Zo’n bit kan twee toestanden aannemen, 0 en 1, of ‘uit’ en ‘aan’. De tweede schaal is daarom het totale aantal toestanden: 2^n. Zo kunnen twee bits vier toestanden aannemen (00, 01, 10, 11), drie bits acht toestanden, enzovoort. Tot slot is er de hoeveelheid data uitgedrukt in bytes: $2^n/8$. De tocht langs machten van twee start met 0 bits, oftewel 2^0=1 toestand: het moment van de

oerknal. Het eindigt met 399 bits, oftewel $2^{399} \approx 10^{120}$ toestanden: de (geschatte) totale hoeveelheid informatie in ons heelal.

Zoals het een boek over informatie betaamt, heeft Powers of Two de uitstraling van een encyclopedie: elke nieuwe stap beslaat twee pagina's, en is voorzien van foto's, diagrammen, kaders met extra informatie, en een kader met *keywords* van de betreffende pagina's. In de papieren versie is dat laatste een onnodige en weinig consistente toevoeging, maar in de digitale versie kan de lezer op deze woorden klikken om zo door het boek te springen naar de pagina's waar deze woorden nog meer voorkomen. De keuze voor afbeeldingen is overigens niet altijd geslaagd; sommige foto's zijn korrelig, en enkele afbeeldingen wekken de indruk van slides uit PowerPointpresentaties; het invoegen daarvan had misschien vaker door een beeldredacteur tegengehouden moeten worden.

Datarijke disciplines

Hoofdauteur Edwin Valentijn is professor in de astronomische informatietechnologie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Dat blijkt duidelijk uit zijn boek, dat sterk georiënteerd is op de astrofysica. Deze discipline is van oudsher data-intensief – denk aan de duizenden, miljoenen of zelfs miljarden datapunten die verzameld worden door telescopen – en Valentijn is sinds de jaren '80 betrokken bij het verwerken van zulke bulkdata. Ook andere datarijke disciplines ontbreken niet, zoals de deeltjesfysica: in 2019 besloeg de gegevensopslag van CERN, de deeltjesversneller in Genève, 330 petabytes. (1 petabyte is 1000 terabytes.) En het boek brengt ons verder: via het menselijk genoom, CT-scans, donkere materie en cryptografie naar zwarte gaten en de emergente zwaartekrachtstheorie van Erik Verlinde. Het zijn stuk voor stuk interessante onderwerpen die ik niet eerder in één boek gecombineerd heb gezien, en de 'data-blik' is een leuke manier om ze aan elkaar te rijgen.

Een deel van de lemma's in *Powers of Two* zijn van de hand van gastauteurs, allen expert in het onderwerp dat besproken wordt. Hiertussen bevinden zich enkele van de hoogtepunten van het boek: de gastauteurs schrijven over het algemeen met passie over hun eigen onderzoek en weten dat ook goed uit te leggen. Mooi zijn bijvoorbeeld de bijdragen van sterrenkundige Margot Brouwer en theoretisch natuurkundige Erik Verlinde, en van oud-Quantum Universeredacteur en theoretisch natuurkundige Manus Visser. Waar Valentijn schrijft over zijn eigen vakgebied gaat dit vaak ook op (hoewel een redacteur kritischer had

kunnen zijn op het gebruikte Engels), maar geregeld maakt hij ook een uitstapje naar een vakgebied dat wat verder van zijn leest ligt – met wisselend resultaat. Zo geeft hij ook zijn kijk op de ontwikkelingen rondom terrorisme, inflatie, en bewustzijn; onderwerpen waar hij duidelijk in geïnteresseerd is, maar die hij toch beter zou kunnen overlaten aan de experts. (Dit is overigens een fenomeen dat vaker voorkomt bij natuurkundigen. In het bijzonder theoretisch natuurkundigen, waar ik mezelf ook toe reken, maken zich hier nog wel eens schuldig aan: we staan erom bekend dat we denken alle wereldproblemen te kunnen oplossen. Zie bijvoorbeeld dit treffende satirische bericht.)

Handzaam naslagwerk

Na een duidelijke opbouw in aantal bits verlaten we het informatieheelal (bij $n = 399$) en begint het laatste deel van het boek, “It from bit”, dat ingaat op de vraag of informatie de fundamentele bouwsteen is van het heelal. Hier komen meer speculatieve en filosofische theorieën over het heelal aan bod, waarna de lezer stuit op een op het oog wat vreemd geplaatst lemma over de werking van het menselijk oor. Het oor – als kopieerder van informatie bij uitstek – leidt ons naar een afsluitende serie over het bewustzijn, intelligentie en kunstmatige intelligentie. De schijnbaar vreemde volgorde van onderwerpen is exemplarisch voor het boek, dat – zo leren we in de inleiding – ook niet per se bedoeld is om lineair te lezen: de lezer kan op elke willekeurige bladzijde starten. Dat in gedachten houdend vormt *Powers of Two* een handzaam naslagwerk van, en inkijkje in, de huidige data-gedreven toestand en data-gestuurde blik van de wetenschap.

Powers of Two. The Information Universe – Information as the Building Block of Everything. Edwin A. Valentijn, Springer Publishing. ISBN 978-3-030-58344-6. 173 pagina’s, hardcover €43,59, e-book €32,09.