

Universe: de fundamentele wetenschap in beeld

Achttien maanden lang dwaalde fotograaf Jos Jansen rond op het Amsterdam Science Park, om te onderzoeken wat fundamenteel wetenschappelijk onderzoek nou écht inhoudt. Hieruit ontstond het boek “Universe”, naar eigen zeggen een persoonlijk, artistiek “universum” waarin Jansen de essentie van het onderzoeksproces dat hij heeft geobserveerd in beeld brengt. Aangezien het merendeel van de huidige QU-redactie zelf fundamenteel natuurkundig onderzoek verricht op het Science Park, waren wij nieuwsgierig hoe ons werk gepresenteerd wordt aan de buitenwereld.



Het [Amsterdam Science Park](#) is een van de grootste hubs van bètawetenschappen in Europa. Jos Jansen bezocht hier de [Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica](#) (FNWI) van de Universiteit van Amsterdam; het [AMOLF](#)-instituut voor atomaire en moleculaire fysica; het nationale instituut voor subatomaire fysica [Nikhef](#); het [Centrum Wiskunde en Informatica](#), en [SURFsara](#) – allemaal instituten die ook natuurkundig onderzoek verrichten.

Jansen sprak hier met wetenschappers die alles van kosmologie tot ontwikkelingsbiologie bestudeerden. Het is natuurlijk onmogelijk om van alle fundamentele wetenschap foto's te nemen: hoe fotografeer je een zwart gat, of een complex algoritme? Daarom heeft Jansen behalve foto's van de labs en kantoren die hij bezocht ook beelden uit het onderzoek zelf gebruikt, en "artist impressions" van hoe dingen eruit zouden zien. Al met al was het doel om een indruk te geven van de "magie" van de wereld waarin wij fundamentele wetenschappers dagelijks rond dwalen.

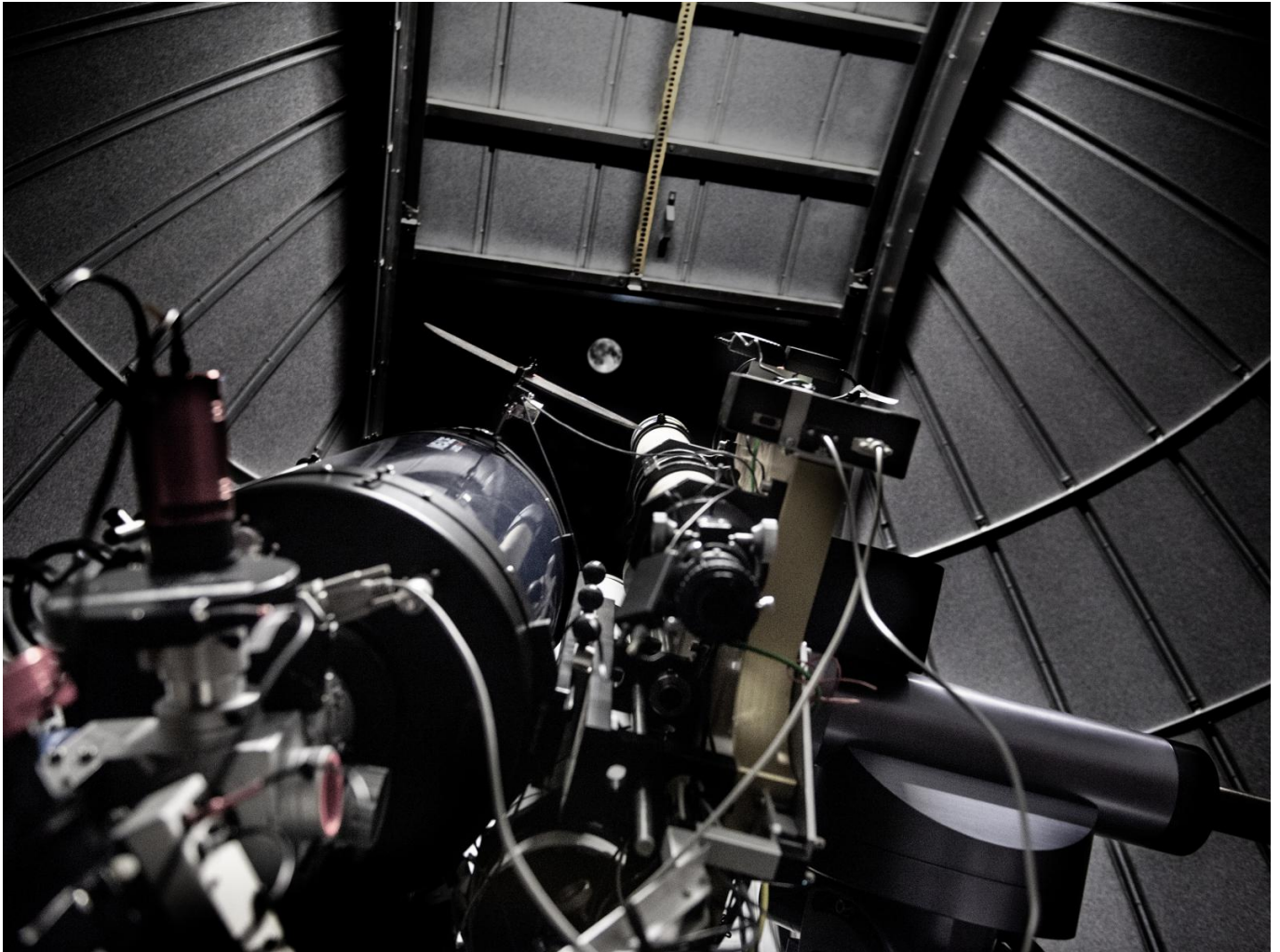
Van fundamentele bouwstenen tot Big Data

Het boek is verdeeld in vier hoofdstukken: deeltjes, materie, organismes, en algoritmes. Het verhaal begint met het meest fundamentele van de fundamentele wetenschap: experimenteel en theoretisch onderzoek naar de deeltjes in het [standaardmodel \(and beyond\)](#), [donkere materie](#), en de zwaartekrachtsgolven die Albert Einstein al honderd jaar geleden voorspelde. Natuurlijk kan er weinig van dit onderzoek met een fotocamera worden vastgelegd: behalve de ingewikkelde meetapparatuur die voor dit onderzoek wordt gebruikt (zoals de foto in afbeelding 1), laat Jansen ook Feynmandiagrammen, een grafiek van de eerste [waarneming van zwaartekrachtsgolven](#), de wiskundige uitdrukking van het standaardmodel, en – zoals je zou verwachten van natuurkundig onderzoek – schoolborden ondergeschreven met rommelige formules en tekeningen zien.



Afbeelding 1. Een “Digital Optical Module,” onderdeel van de neutrinedetector KM3NeT (kort voor “kubieke kilometer-neutrino telescoop”). Deze modules zijn onder andere ontwikkeld op het Nikhef. ©Jos Jansen

Deel twee van het boek begint met astrofysisch onderzoek (afbeelding 2), maar gaat van daaruit snel naar de nanoschaal met nanofotonica en zonnecellen die efficiënter gemaakt worden met nanostructuren. Hierna laat Jansen iets zien van [mechanische metamaterialen](#) en zachte robotica, met ten slotte een reeks foto's van een meetopstelling in een van de laboratoria van de UvA, waar de elektronische eigenschappen van materialen met quantummechanische eigenschappen gemeten worden. Leuk en herkenbaar voor de auteur van dit artikel: ik mocht in het verleden met dezelfde opstelling werken.



Afbeelding 2. Een van de telescopen in het observatorium van het Anton Pannekoek Instituut, onderdeel van de FNWI, UvA. ©Jos Jansen

Hierna komt het deel wat meer biologie-gericht is, met onderzoek naar plantengroei onder stress, kankerprogressie in muizen, DNA-editing met CRISPR/CAS, aquatisch microbiële ecologie, de studie van fundamentele ontwikkelingsbiologie met de simpele worm *C. Elegans*, en evolutionaire biologie met als modelorganisme de mot. Onderzoek waarin minder natuurkunde voorkomt, maar dat wel prachtige foto's oplevert, waarvan afbeelding 3 mijn favoriet is. Voor deze foto heeft Jansen hetzelfde flesje meerdere keren moeten fotograferen met iedere keer een andere scherpstelling, om die naderhand samen te voegen in één afbeelding waarin alles duidelijk te zien is. Dat is wel een kunst!



Afbeelding 3. Een monster van een muizenborstklier, gebruikt voor onderzoek naar de initiatie en progressie van kanker. ©Jos Jansen

Het vierde deel van het boek richt zich op het onderzoek waarin data en algoritmes een belangrijke rol spelen. Tegenwoordig komt dit natuurlijk steeds vaker voor, in alle soorten wetenschap. Als al het onderzoek in een computer gedaan wordt, is het natuurlijk moeilijk om te fotograferen. Jansen kreeg de kans om de Amsterdam Data Tower in het Science Park van binnen te zien: een 72 meter hoge toren met wel 5000 vierkante meter aan data-opslag. De steriele witte gangen die Jansen vastlegde lijken rechtstreeks uit een sciencefictionfilm te komen (afbeelding 4). Naast deze foto's is er een reeks afbeeldingen van wat verschillende lagen van een 'deep neural network' zien als ze een foto van een kat interpreteren. Hiermee hopen onderzoekers computers beter te maken in het herkennen van objecten in afbeeldingen. Het is wel jammer dat een van deze afbeeldingen zodanig is vergroot dat je individuele pixels kan zien. De Light Detection and Ranging-technologie (LiDAR) die steeds

vaker gebruikt wordt door ecologen, wordt ook getoond, evenals het gebruik van machine learning om 'space weather' zoals zonnevlammen te voorspellen.



Afbeelding 4. 'Cartesius,' de nationale Nederlandse supercomputer, die wordt gebruikt voor ingewikkelde berekeningen en het verwerken van grote datasets. ©Jos Jansen

Kunst vs. wetenschap

Zo wordt er dus een heel groot deel van de soorten fundamentele wetenschap en de vormen die die wetenschap kan aannemen in beeld gebracht. Natuurlijk brengt een dergelijke keuze ook nadelen met zich mee. De breedte betekent bijvoorbeeld dat er per onderwerp weinig gezegd of getoond kan worden. Ieder hoofdstuk begint met een lijst trefwoorden van wat erin voorkomt (afbeelding 5), en Jansen geeft wat meer context door bij sommige afbeeldingen een kort stukje tekst te schrijven met uitleg van de afbeelding zelf en/of een beknopte samenvatting van het soort onderzoek waar de foto mee te maken heeft. Sommige

afbeeldingen hebben natuurlijk maar weinig context nodig, zoals een reeks van drie bladzijdes van een labjournaal, maar er zitten (voor de natuurkundig geïnteresseerde: helaas) toch ook redelijk veel afbeeldingen in het boek waarbij het onduidelijk is wat er wordt getoond. Naar mijn mening zou iets meer uitleg van waar je naar kijkt deze afbeeldingen veel meer waarde geven. Er zijn ook enkele foto's waarbij toegevoegde visuele effecten (zoals het inverteren van kleuren) in mijn optiek wegneemt van wat er echt te zien is, en het net té abstract maakt. Hiernaast worden er van sommige dingen net te veel foto's getoond, en van andere misschien te weinig, waardoor het geheel een beetje uit balans voelt. Een voorbeeld hiervan is de FAMOS (FOM Amsterdam Momentum-resolved Optical Spectrometer), de eerdergenoemde meetopstelling waar ik zelf ook mee heb gewerkt in een lab van de UvA, waarvan maar liefst zeven foto's weergegeven worden (vanuit verschillende hoeken; meerdere afbeeldingen voornamelijk van de vele snoeren die ermee verbinden), terwijl afbeelding 2 bijvoorbeeld de enige foto is van astronomische meetopstellingen van de UvA.



Afbeelding 5. De inleiding van hoofdstuk twee, over materie. ©Jos Jansen

Maar oké, ik ben dan ook natuurkundige en geen kunstenaar. Jansen sluit het boek af met “I created a parallel universe. Not a scientific universe defined by formulas and models, but a personal and artistic universe consisting of images that associatively refer to the essence of the research process that I observed. Consequently, it will often evoke more questions than answers. As Einstein said, ‘The most beautiful thing we can experience is the mysterious. It is the source of all true art and science.’” Hieruit is het duidelijk dat de missende context wellicht expres was, en dus zitten mijn persoonlijke begrippen van de essentie van het onderzoeksproces misschien mijn waardering van dit artistieke universum wel in de weg. Al met al is het zeker boeiend om ons wereldje vanuit een ander perspectief te zien, en de magie, die ik wellicht al een tijdje ben vergeten te waarderen, weer eens tegen te komen.

The times...

Het boek toont meer dan alleen een persoonlijk universum, want het heeft ook het thema “facts in the post-truth era.” Deze “post-truth” refereert naar de opkomst van “alternative facts,” en het actief zaaien van wantrouwen in de wetenschap wanneer dat de agenda van bijvoorbeeld sommige politici goed uitkomt. Het lijkt steeds moeilijker om in de media feiten van opinie te onderscheiden, en misschien moeten wij als wetenschappers meer van ons laten horen. Jansen vraagt zich af of dit probleem niet ook mede veroorzaakt is door wetenschappers zelf, door te veel nadruk te leggen op snel “produceren” met soms toch de neiging tot overdrijving, en te weinig nadruk op het testen en reproduceren van andermans werk. In mijn ervaring verschilt de grootte van dit probleem per onderzoeksgebied, maar het komt zeker vaker voor dan zou moeten.

Robbert Dijkgraaf schrijft in zijn introductie voor dit boek: “It may be the best of times for science, but it is also the worst of times. [...] Driven by decreasing funding, against a background of economic uncertainty, global political turmoil, and ever-shortening time cycles, criteria are becoming dangerously skewed towards immediate impact.” Dijkgraaf en Jansen benadrukken allebei dat wetenschappers meer ruimte en tijd moeten krijgen om hun verbeelding de vrije loop te laten, en dat de beste resultaten vaak juist uit fundamenteel en “curiosity-driven” onderzoek komen. Voorbeelden hiervan zijn het world-wide web, wat oorspronkelijk ontwikkeld was door deeltjesfysici om makkelijker data uit te wisselen, en de

rol van relativiteitstheorie in GPS-trackers. Met deze opmerkingen ben ik het zeker eens; de focus op korte-termijnresultaten komt grotendeels van buitenaf door gelddruk, maar ook binnen de wetenschap zelf worden niet-mainstream-ideeën vaak onderdrukt uit angst voor het produceren van te weinig publicaties. Door meer creativiteit en originaliteit te steunen zouden wetenschappers niet alleen van hun stoffige imago af kunnen komen; ze zouden (weer) ware kunstenaars kunnen worden die de mysteries van ons universum blootstellen.

[*Universe / Facts in the post-truth era*](#), Jos Jansen, 160 pp., the Eriksay Connection, ISBN 978-94-92051-36-3.