

de
Huygens-Newton
paradox

de
Huygens-Newton
paradox

Bart van der Lugt

schrijver en coverontwerp: Bart van der Lugt

ISBN: 978-94-02182-41-5

© Bart van der Lugt

ter introductie

Ergens in 1988 kwam ik voor de allereerste keer in aanraking met het vakgebied (openbare) verlichting. Een bijzonder goede mentor stimuleerde me om verder te kijken dan lichtmasten en verlichtingsarmaturen en me te gaan verdiepen in de theoretische-, en later de wetenschappelijke achtergronden. Zo hoorde ik op een gegeven moment over de licht theorieën van Christiaan Huygens en sir Isaac Newton. Maar toen de globale inhoud van beide visies me een beetje duidelijk was geworden, begon één specifieke vraag door m'n hoofd te spelen. En die vraag bleef me daarna van tijd tot tijd, eerst met een zacht stemmetje maar later met een toenemende intensiteit, achtervolgen.

Hoe kan het dat, binnen het zelfde tijdsbestek, twee briljante en ervaren natuurkundigen ieder voor zich voor hetzelfde verschijnsel een theorie formuleren die ogenschijnlijk geheel met elkaar in tegenspraak lijken te zijn?

Op zich bleek dit helemaal niet zo'n vreemde vraag te zijn, want de vraag 'wat is licht' heeft de wetenschap al eeuwen en eeuwenlang bezig gehouden. Huygens publiceerde in 1690 zijn golftheorie, aangezien hij van mening was dat licht het karakter van een golf zou hebben. Ruim tien jaar later publiceerde Newton echter een theorie die gebaseerd was op de veronderstelling dat licht het beste gezien kon worden als een verzameling zeer kleine energiedeeltjes die zich met grote snelheid verplaatsen. In de jaren, en zelfs eeuwen daarna had dan de ene, en dan de andere theorie de voorkeur. Hoewel deze voorkeur deels was gebaseerd op de reputatie van beide heren, deed zich een vreemd fenomeen zich voor. Beide theorieën leken elkaar uit te sluiten, maar in

die opvolgende jaren bleek dat sommige lichtverschijnselen alleen konden worden beschreven met behulp van de golftheorie, terwijl andere verschijnselen juist weer konden worden verklaard met behulp van de deeltjestheorie. Dit boek begeleidt haar lezer op een reis door de geschiedenis waarbij al die momenten worden aangedaan waarop iemand meende het 'onomstotelijke en onweerlegbare' bewijs te hebben gevonden voor de geldigheid van één van beide theorieën. De reis vindt z'n voltooiing in het begin van de 20e eeuw wanneer duidelijk wordt hoe de schijnbaar volledig tegenstrijdige zienswijzen tóch hetzelfde verhaal blijken te vertellen. Het antwoord achter de vraag die mij zó lang heeft achtervolgd heb ik eveneens gezocht in het leven van de twee hoofdpersonen zelf. Al met al is het bedoeld voor diegenen die een interesse voor natuurkunde in z'n algemeenheid, en licht in het bijzonder, combineren met een interesse voor geschiedenis. Immers, dit is een geschiedkundig natuurkunde boek, of een natuurkundig geschiedenisboek; het is maar hoe u 't bekijkt.

Huygens en Newton introduceerden hun theorieën in hun boeken *Traité de la lumière* en *Opticks*. Maar hoewel dít boek vooral hun visie op de aard van het licht tot onderwerp heeft, bevatten hún boeken nog zoveel meer dan alleen dit. In de bijlagen passeren dan ook nog véél meer facetten van *Traité de la lumière* en *Opticks* de revue. Immers, het zou zonde zijn om deze onbehandeld te laten.

Dus, hoe het kan dat de licht theorieën van Huygens en Newton ogenschijnlijk geheel met elkaar in tegenspraak lijken te zijn? Om de Amerikaanse acteur Tom Hanks, in zijn rol van professor Robert Langdon in de 2006 film 'the DaVinci Code' losjes te citeren:

in the following pages this will be our quest.

inhoud

theorie versus theorie	9
het mysterie verdiept zich	19
het historisch perspectief	34
het mysterie ontvouwt zich	49
paradox opgelost?	63
Traité de la lumière	68
Opticks	92
literatuur overzicht	126

theorie versus theorie

Gezien tegen het licht van onze hedendaagse wetenschappelijke kennis, zou het op zich begrijpelijk zijn als de neiging bestaat om *Traité de la lumière* en *Opticks* af te doen als achterhaald of niet meer ter zake doende. Maar dit zou hen toch géén recht doen. Beide boeken zijn baanbrekend geweest; misschien niet overal wat hun exacte inhoud betreft, maar wel in de wijze waarop zij anderen op het spoor van nieuwe ontdekkingen hebben gezet. En dit is dan ook de wijze waarop beide boeken moeten worden gelezen en geïnterpreteerd; als een combinatie van een reflectie op hun feitelijke inhoud en van het houden van deze inhoud tegen de spiegel van de huidige tijd. In zijn voorwoord bij de 1979 uitgave van *Opticks* beschreef I. Bernard Cohen het, met Newton's ándere beroemde boek als voorbeeld, op een bijzonder illustratieve manier.

Since our reading in the past great works of science is conditioned by the science of our own time, our interpretations and evaluations are as different from those of the last century as our tastes in poetry and art. We esteem the Principia as much as the Victorians did, but we know its limitations and cannot help but read it in the light of the theory of relativity.

[Newton, 1979, blz. viii]

De boeken van Huygens en Newton moeten dus gelezen worden tegen de achtergrond van Bohrs atoommodel, Plancks quantum hypothese en Einsteins fotonen theorie. De beperkingen moeten in acht worden genomen, maar er moet ook niet worden vergeten dat het aan deze twee boeken te danken is dat er in de 18e, 19e en 20e eeuw een revolutie op gang is gekomen die ons nu in staat stelt om juist dát te doen.

Traité de la lumière: Er van uitgaande dat de vertaling van het oorspronkelijke Frans naar het hedendaagse Nederlands zijn stijl niet heeft aangetast, schrijft Huygens op een gemakkelijk begrijpbare, haast gemoedelijke manier. Het is alsof hij tegenover je zit en onder het genot van een glaasje gezellig wat keuvelt. Het is echter ook een bijzonder gevaarlijke stijl, want dankzij dat gemoedelijke heeft de lezer de neiging om haast onbewust in te stemmen met hetgeen Huygens naar voren brengt. Pas als de tekst nogmaals, en dan een stuk nauwkeuriger wordt gelezen blijkt dat het geschrevene helemaal niet zo eenvoudig en vanzelfsprekend is als het in eerste instantie lijkt.

Huygens' zelfverzekerdheid klinkt door in het door hem geschreven voorwoord. Het is duidelijk dat hij al een vastomlijnd idee heeft van het resultaat van zijn onderzoek, nog vóór dat hij dit heeft uitgevoerd. Ook uit hij een wens, waaraan uiteindelijk gevolg is gegeven op een manier die zelfs hij zich niet voor mogelijk gehouden zal kunnen hebben. Immers, hij kon toen nog niet vermoeden dat de licht theorieën van hem en zijn evenknie Newton de wetenschappelijke wereld nog zo'n tweehonderd jaar zouden bezighouden.

Ik hoop dat er onderzoekers zullen komen die, voortbouwend op dit begin, dieper in deze materie zullen doordringen dan ik heb kunnen doen.

[Huygens, 1990, blz. 13]

Huygens is ervan overtuigd dat licht zich voortplant in bolvormige golven. Hij noemt het bewust golven omdat hij hen vergelijkt met golven op een wateroppervlak. Het bewijs voor het golfkarakter is mede gebaseerd op de aanwezigheid van de ether; de mysterieuze materie waarvan men dacht dat deze ons omringde om het transport van licht mogelijk te maken. Uiteindelijk is echter gebleken dat deze ether nooit heeft bestaan. Bij een lichtgevend voorwerp ontstaat volgens

Huygens bolvormige lichtgolven bij ieder punt van het voorwerp. Een niet massief lichaam (zoals bijvoorbeeld een vlam) bestaat volgens Huygens uit 'in een nog veel fijnere substantie dobberende deeltjes'. Deze substantie drijft vervolgens deze deeltjes met grote snelheid voort en laat ze in aanraking komen met de nóg kleinere ether deeltjes erom heen. Echter, bij lichtgevende voorwerpen van een vaste stof (zoals brandende kolen) wordt diezelfde beweging volgens Huygens veroorzaakt door het hevig schudden van deze deeltjes, en het feit dat de buitenste deeltjes daardoor tegen ether deeltjes stoten. Het bolvormige golf (of verspreidings-) karakter van het licht wordt door Huygens verduidelijkt door ervan uit te gaan dat de ether deeltjes om ons heen willekeurig door elkaar bewegen. Hierdoor raakt één deeltje verschillende andere en geeft zo z'n energie in elke denkbare richting door.

Al lezende kán overigens de indruk ontstaan dat Huygens iemand is geweest die weliswaar veel heeft veronderstelt, maar hiervoor weinig concreet bewijs heeft aangedragen. Maar niets is minder waar. Hij en zijn tijdgenoten hebben op ontelbare gebieden baanbrekend werk verricht, en het is aan hun te danken dat ons hedendaagse wetenschappelijke niveau zo ver gevorderd is. Het uiterst nauwkeurige slingeruurwerk, zijn fabelachtige beheersing van de wiskunde en de ontdekking van de Jupitermaan Titan zijn slechts enkele voorbeelden van wat Huygens aan het wetenschappelijke spectrum heeft bijgedragen. Het zijn echter allemaal waarneembare, tastbare en met het blote oog aantoonbare zaken, en lichtdeeltjes waren gewoonweg té klein om in die tijd waargenomen te kunnen worden. Huygens kón dus niets anders dan het op basis van waarnemingen en logisch denken doen van veronderstellingen; hij was nu eenmaal 'slechts' een briljant geleerde en géén helderziende. Maar we kunnen het er over eens zijn dat hetgeen hij veronderstelde in een aantal

gevallen verbazingwekkend dicht bij de waarheid bleek te liggen zoals wij deze heden ten dage kennen. En daardoor is het des te meer indrukwekkend hoe hij, bewust of onbewust, hetgeen wij nu 'waarheid' of 'vanzelfsprekend' beschouwen met een grote nauwkeurigheid wist te benaderen.

Opticks: Het kwam al uit de biografieën naar voren, maar ook Newton zelf bevestigd in zijn voorwoord bij de 1704 uitgave dat hij allesbehalve te spreken was over de manier waarop zijn wetenschappelijke collega's met zijn werk omgingen. 't Is daarom maar goed dat zijn vrienden zo vasthoudend zijn geweest. Het verhaal gaat namelijk dat Newton, aan het einde van zijn leven, veel van zijn correspondentie en wellicht van zijn werk heeft verbrand. Waren deze vrienden dus niet zo vasthoudend geweest, en was Newton de publicatie van *Opticks* keer op keer blijven uitstellen, dan was wellicht de kans aanwezig geweest dat ook dit werk in de vlammen in zijn open haard verloren zou zijn gegaan.

To avoid being engaged in Disputes about these Matters, I have hitherto delayed the printing, and should still have delayed it, had not the Importunity of Friends prevailed upon me.

[Newton, 1979, blz. cxxi]

In zijn 'first book of opticks' beschrijft Newton een aantal experimenten, die hij heeft uitgevoerd om het bestaan van een aantal natuurkundige verschijnselen te bewijzen; verschijnselen die nu gemeengoed zijn. Hij beschrijft deze experimenten vanuit de eerste persoon enkelvoud, waardoor hij zijn lezer als het ware de mogelijkheid geeft over zijn schouder mee te kijken. En hoewel Newton behoorlijk breedspakig is wat betreft z'n uitleg, is het niet in alle gevallen even gemakkelijk om, enkel en alleen aan de hand

van zijn beschrijvingen en afbeeldingen, het experiment te visualiseren.

Newton begint voortvarend met het leggen van een fundament in de vorm van een aantal definities, en het is vanaf het begin af aan duidelijk dat kleur één van de hoofdonderwerpen van het boek is. Het is zelfs zo dat de lezer, pas als hij al een aardig eindje in het boek is doorgedrongen, zich gaat afvragen wáár nu eigenlijk dat bewijs te vinden is dat licht (volgens Newton, tenminste) een deeltjeskarakter heeft. Het vergt echter goed zoeken om, nota bene in de allereerste definitie, die gevraagde onderbouwing te vinden.

For it is manifest that Light consists of Parts, both Successive and Contemporary; because in the same place you may stop that which comes one moment, and let pass that which comes presently after; and in the same time you may stop it in any one place, and let it pass in any other. For that part of Light which is stopp'd cannot be the same with that which is let pass.

[Newton, 1979, blz. 1, 2]

Op zich is hier natuurlijk geen spéld tussen te krijgen. Immers, van een golf kunnen niet willekeurig stukjes worden tegenhouden of doorgelaten, en bij een aantal opeenvolgende deeltjes is wél mogelijk. Denk hierbij alleen maar aan een, het verkeer regelende politieagent die de ene auto wél, en de andere juist niet doorlaat. Gezien de wijze waarmee Opticks geschreven is, bestaat er geen énkele twijfel dat Newton dit gedrag door middel van experimenten 'first hand' heeft geobserveerd, maar zijn lezer kan toch een ietwat teleurgesteld gevoel niet onderdrukken. Het stáát er weliswaar kort en bondig, bijna terloops, maar de behoefte aan een meer inhoudelijke uitleg wordt er desondanks niet door weggenomen.

hypothesis explaining the properties of light: De, toch wel behoorlijke teleurstelling over de uiterst summiere wijze waarop, in *Opticks*, aandacht werd besteedt aan de aard van het licht ten met name aan de manier waarop Newton tot zijn deeltjes overtuiging was gekomen, deed me verder zoeken. Op een website van de Britse Oxford Universiteit (the Newton Project) trof ik een verzameling aan van de correspondentie van en met Newton, waaronder de uit 1675 stammende *Hypothesis explaining the properties of light*. Dit document besteedde uitgebreid aandacht aan een van Newton's favoriete onderwerpen, kleur, maar bevatte eveneens een beschrijving van de wijze waarop hij tot zijn overtuiging was gekomen dat licht bestaat uit deeltjes. En al direct in het begin van het document wordt eens te meer duidelijk dat Newton eigenlijk helemaal niets moest hebben van de discussies waarin hij dankzij zijn werk telkens weer in verzeild raakte.

Sir, I had formerly purposed never to write any hypothesis of light and colours, fearing it might be a means to engage me in vain disputes.

[Newton, 1675, second paragraph]

Allereerst geeft Newton aan blij verrast te zijn dat Robert Hooke klaarblijkelijk is afgestapt van zijn oorspronkelijke idee dat alle kleuren afkomstig zijn van een combinatie van slechts twee originele kleuren en dat hij toch neigt naar de door Newton voorgestelde theorie. Wellicht verkneukelt hij zich toch ook een beetje, want zijn mening over zijn eigen theorie wordt al snel duidelijk.

For this I take to be a more plausible hypothesis than any other described by former authors, because I see not how the colours of thin transparent plates or skins can be handsomely explained, without having recourse to ethereal pulses.

[Newton, 1675, third paragraph]