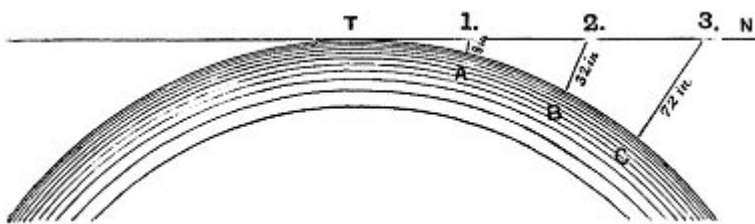


Waarom de aarde toch niet plat is

Over de hele wereld zijn er mensen die weigeren te geloven dat die wereld bolvormig is. Dat aanhangers van de Theorie van de Platte Aarde de meest basale kennis over onze planeet aan hun laars lappen, is al een tijdje geen nieuws meer. Wie zijn ze, wat drijft hen, hoe heeft Neil Armstrong zo lang zijn mond kunnen houden, en hoeveel CIA-agenten bewaken de ijsmuur van Antarctica - allemaal bijzonder interessante vragen, waar we vandaag helaas niet op ingaan. Wel richten we onze blik op een historisch proefje: een huis-tuin-en-keukenexperiment waarmee een bevlogen 19^e-eeuwse Engelsman dacht iets wat krom was, recht te praten.



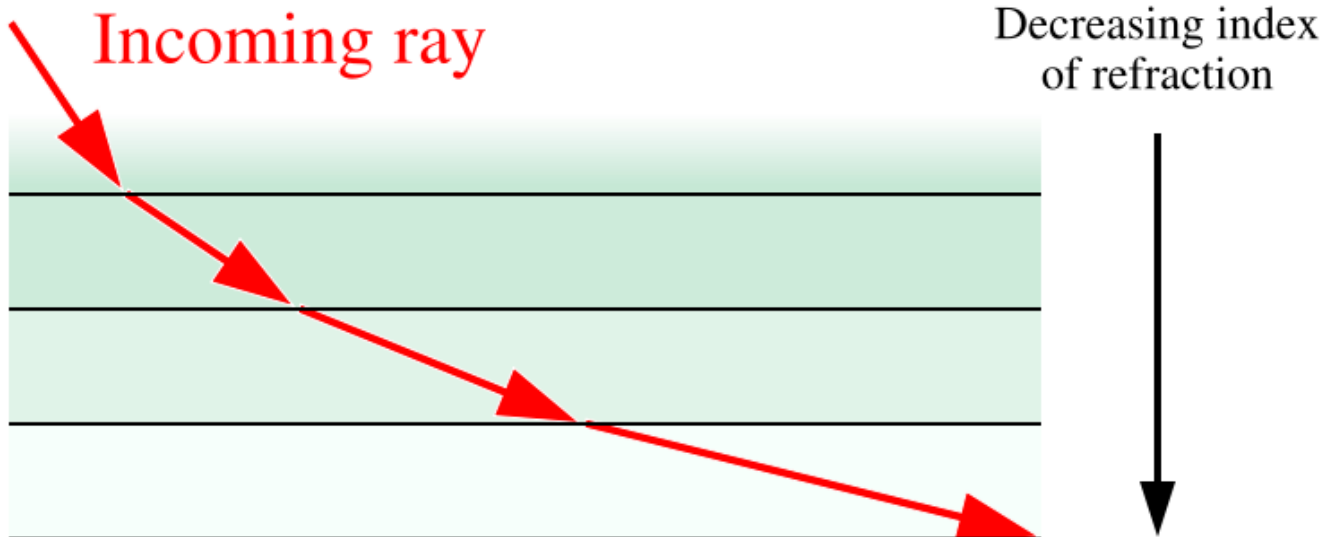
Afbeelding 1. Zichtbaar effect van de kromming van de aarde. Wie op het oppervlak van een bol recht voor zich uit kijkt, ziet de bodem achter de horizon verdwijnen. Over een afstand van tien kilometer is er al een "hoogteverschil" van bijna negen meter. Dit diagram is afkomstig uit het pamflet "Earth Not a Globe", dat Rowbotham schreef onder zijn pseudoniem Parallax. Afbeelding: [Zetetic Astronomy](#).

Bijna tien kilometer lang, kaarsrecht en rimpelloos. The Old Bedford, een onbeduidend afwateringskanaal in het Engelse Norfolk, had alles dat een jonge Samuel Rowbotham nodig had om zijn theorieën te testen. Wat geometrie was de pientere man niet vreemd, want hij wist dat als het wereldbeeld van Ptolemaeus, Columbus of Newton iets van waarheid bezat, een kromming van de aarde met een telescoop zichtbaar zou moeten zijn. Een paal loodrecht op het oppervlak van het kanaal, dat natuurlijk per definitie waterpas ligt, zou vanop een afstand van één mijl schijnbaar zo'n twintig centimeter moeten zinken. Na twee mijl is dat al

meer dan tachtig centimeter, en drie mijl richting de horizon bijna twee meter. (Zie afbeelding 1.) Tijdens de zomer van 1838 had Rowbotham het idee deze redenering in de praktijk te onderzoeken: zo'n twintig centimeter boven het water plaatste hij een telescoop, en hij liet een bootje, met een vlag op ongeveer een meter hoogte, van hem wegvaren, helemaal tot aan het eind van het rechte stuk water. De wetenschap eist dat theorieën getest worden; intuïtiever dan het bestuderen van de sterren en goedkoper dan de aarde rond te varen, is deze test voor de kromming van de aarde in ieder geval.

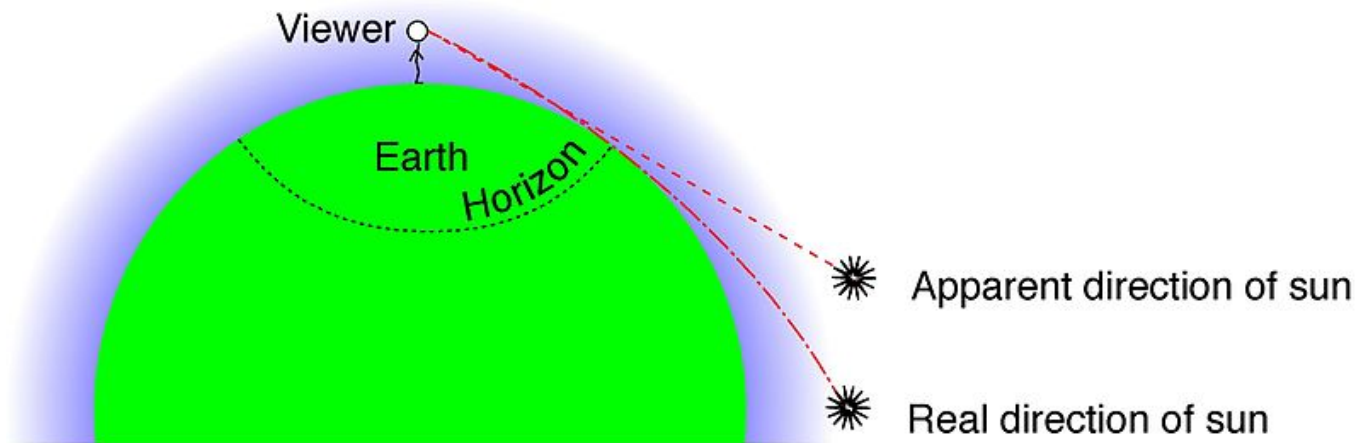
We weten dat de diameter van de aarde ruim 12 700 kilometer is, dus de liefhebber kan uitrekenen dat de top van de mast aan het eind van The Old Bedford meer dan vier meter onder de kijklijn ligt. Had Rowbotham inderdaad de vlag niet kunnen zien, dan was er nu misschien helemaal geen sprake geweest van de samenzweringstheorieën rond de buiging van onze bol. Maar die is er wel, want Rowbotham zag wél een vlag. Sterker nog: als we vandaag zijn experiment herhalen, zien wij wellicht ook een vlag. Wat is er hier aan de hand? Zullen we dan toch maar een aluminium hoedje gaan vouwen?

Net iets waarschijnlijker dan een wereldwijd complot is de mogelijkheid dat ons model te eenvoudig is. Een natuurlijke maar erg belangrijke aanname is immers dat onze kijklijn ook echt een rechte lijn is; dat het licht afkomstig van het andere eind van het kanaal een ongestoorde reis onderneemt van vlag tot oog. In een perfect vacuüm of een uniform medium is dat ook het geval. Echter, ook het Oost-Engelse platteland heeft een atmosfeer boven de velden hangen en de lucht die deze atmosfeer opmaakt, is niet perfect homogeen. We weten bijvoorbeeld dat de luchtdruk steeds lager moet worden naarmate je hoger gaat, dat de temperatuur wellicht anders is op verschillende verticale posities, en dat ook de luchtvochtigheid variabel kan zijn. 17^{de}-eeuwse bollebozen zoals Huygens en Newton demonstreerden al dat lichtstralen een andere richting kiezen als ze van medium veranderen. Dat is natuurlijk heel duidelijk als een lichtbundel een glazen prisma invalt, maar hetzelfde gebeurt op een veel subtielere manier als zo'n lichtbundel van koude naar net iets warmere lucht gaat.



Afbeelding 2. Straaltracering door een medium met continu veranderende brekingsindex. Wanneer een medium van eigenschappen verandert, zal de manier waarop golven door dit medium bewegen ook veranderen. Seismische golven worden bijvoorbeeld afgebogen door veranderende eigenschappen in de bodem. Belangrijker voor ons verhaal is dat de veranderende brekingsindex van lucht ervoor zorgt dat ook lichtstralen afgebogen kunnen worden. Afbeelding: [Wikimedia Commons](#).

Het codewoord hier is natuurlijk “[brekingsindex](#)”. Een lichtbundel die de overstap maakt van een omgeving met een hogere index, naar een medium met een lagere, zal een buiging maken. (Zie afbeelding 2.) De brekingsindex van gassen is afhankelijk van de dichtheid. Als we lucht als een [ideaal gas](#) beschouwen (een heel behoorlijke benadering), weten we dat de brekingsindex n evenredig moet zijn aan de druk P , en omgekeerd evenredig aan de (absolute) temperatuur T , ofwel $n \sim P / T$. De druk in de atmosfeer is het gevolg van het gewicht van alle lucht die erboven hangt, wat betekent dat de druk ruwweg [exponentieel daalt](#) met toenemende hoogte. Bij gelijke temperatuur wordt de brekingsindex dan steeds kleiner, wat lichtstralen inderdaad naar de aarde afbuigt. Het is een leuke oefening om uit te rekenen, zoals [hier](#) gebeurt, dat als daarbij ook nog eens een temperatuurstijging van ongeveer 0,1 graden Celsius per verticale meter komt, de resultante kromming nét de kromming van de aarde volgt. Dat op een zomerse dag een koele beek als The Old Bedford de temperatuur van de lucht aan het oppervlak een paar honderdsten graden kan verminderen, is niet geheel ondenkbaar. Bij deze omstandigheden lijkt het dus inderdaad exact alsof de aarde plat is – hoe kunnen we onze ogen nog vertrouwen als zelfs het licht zich in moeilijke bochten wrint?

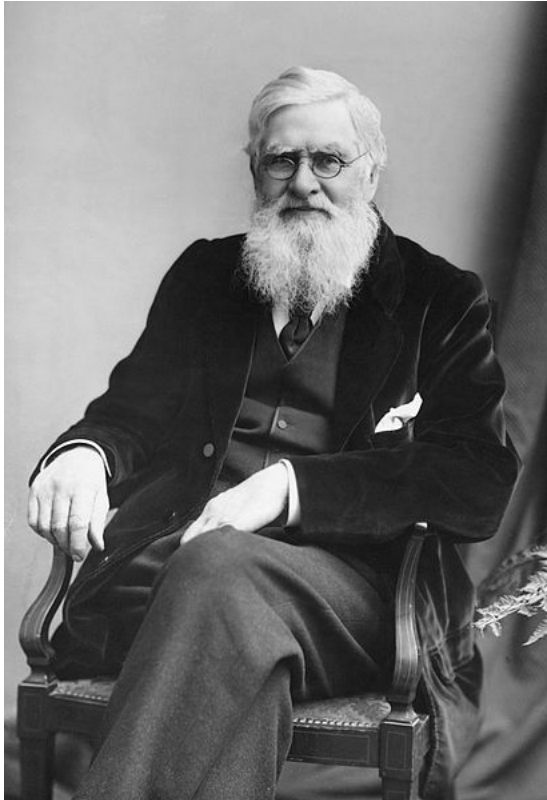


Afbeelding 3. Breking van licht “verlengt” de horizon.Als gevolg van de inhomogene samenstelling van de atmosfeer, kan licht op zo’n manier gebroken worden dat men verder kan kijken dan op het eerste gezicht denkbaar. Dit is de reden dat de zon soms gekke vormen aanneemt bij het raken van de horizon, of dat nomaden in de woestijn een oase kunnen zien die in werkelijkheid ver buiten bereik ligt. Afbeelding: [Robert P. O’Shea](#).

Voordat we hierop een antwoord geven, moet vermeld worden dat Rowbotham zich zeker bewust was van het fenomeen lichtbreking. Hij beweerde het verschijnsel mee in rekening gebracht te hebben, en beriep zich bovendien telkens op deze verklaring als antwoord op de vraag waarom schepen op de volgens hem rechte zee tóch achter de horizon leken te verzinken. Over het hoe en wat van breking in deze specifieke context valt veel te bekvechten, dus het is wellicht slimmer om te proberen het probleem in zijn geheel te omzeilen. Laat dat nu precies zijn wat Alfred Russell Wallace van plan was.

Wallace (afbeelding 4), een tijd- en landgenoot van Rowbotham, is een man wiens naam misschien een belletje doet rinkelen. Naast zijn werk als antropoloog, geograaf en ontdekkingsreiziger, is zijn onafhankelijke ontdekking van de theorie van evolutie en natuurlijke selectie een reden voor zijn onsterfelijkheid in de geschiedenisboeken. Daarbovenop leek Wallace ook eeuwenoude en gevestigde theorieën te willen verdedigen. In 1870 nam hij [een weddenschap](#) aan: hij zou het Bedford Level Experiment – zoals Rowbothams proef genoemd wordt – herhalen en de Platte Aarde voorgoed ontkrachten. De opzet moest dan wel iets anders zijn, om net de lastige effecten van lichtbreking te ontwijken. Ten eerste eiste hij dat de palen vier meter boven water stonden, om de verkoelend invloed van de beek uit te schakelen. Ook op die hoogte valt te verwachten dat er druk- en temperatuurverschillen zijn, maar over een lengte van tien kilometer zullen die nooit

zo consistent zijn als vlak boven het oppervlak van de beek. Ten tweede plaatste hij een even hoge paal in het midden. Door het vizier van zijn theodoliet zag Wallace netjes de middelste paal “boven de twee andere uit” steken, precies zoals je op een krom aardoppervlak zou verwachten, en de onafhankelijke scheidsrechter verklaarde hem de winnaar van de weddenschap.



Afbeelding 4. Alfred Russel Wallace. De tijdgenoot van Charles Darwin kwam eveneens met de theorie van natuurlijke selectie op de proppen. Minder bekend is dat hij ook een van de eerste “Flat Earth debunkers” was. Afbeelding: [Borderland Magazine](#).

Als wetenschappers kunnen we een kritische houding natuurlijk aanmoedigen: het klakkeloos overnemen van gevestigde kennis is inderdaad geen houding die onze ontwikkeling vooruithelpt. Een houding die daarentegen zéker niet helpt, is het categorisch blindstaren op “alternatieve feiten” die vanuit één heel specifiek standpunt op lijken te gaan. Het voordeel van de realiteit is dat die op verschillende manieren te achterhalen valt, en hoe meer manieren we te weten komen, hoe beter ons beeld van de realiteit wordt. Een van de manieren om de kromheid van de aarde te achterhalen is door astronaut te worden, maar het goed en herhaaldelijk uitvoeren van een level-experiment zoals dat op The Old Bedford kan gelukkig ook. Daar kwamen een aantal Flat Earthers in de vermakelijke documentaire

“[Behind the Curve](#)” onlangs trouwens zelf ook achter.