

Het artikel in deze tabel is van Prof. Roman U. Sexl, pagina 241 tot pagina 285

Professor Sexl gebruikte de holle-wereldtheorie als illustratief voorbeeld. In zijn onderwijs en in zijn colleges ging hij niet in op de rechte sectiestrooier als meetbewijs.

Prof. Roman U. Sexl gaf deze lezing ook op de algemene vergadering van de Duitse Vereniging voor de Bevordering van Wiskundig en Wetenschappelijk Onderwijs in 1983 in Tübingen

uittreksel uit

natuurkunde

Theorie Experiment Geschiedenis Didactiek

Festschrift voor Prof. Dr. fil. natuurlijk

Wilfried Kuhn

Directeur van het Instituut voor Didactiek van de Natuurkunde

Justus Liebig University Giessen op zijn 60ste verjaardag op 6 mei 1983

Bewerkt door *Arthur Scharmann en Herbert Schramm*

Aulis Verlag Deubner & Co KG Keulen

Roman U. Sexl DE THEORIE VAN HOLLYWOOD

De holle-wereldtheorie is een natuurkundige theorie die onder meer in de VS in de 19e eeuw en in Duitsland in de 20e eeuw werd bepleit. Volgens haar is de aarde een holle bol waarin we leven en waar ook de sterren, de zon en de maan staan. Op het eerste gezicht klinkt deze theorie volkomen onzinnig, en men gelooft dat men het kan weerleggen met een paar korte argumenten. Het wordt echter al snel duidelijk dat, hoe gedetailleerd de overwegingen ook zijn, er toch moeilijkheden optreden en dat een experimentele weerlegging van deze theorie in principe onmogelijk is als men uitgaat van geschikte basiswetten van de fysica. Dit opent interessante aspecten met betrekking tot de dwarsverbinding tussen natuurkunde en filosofie, de vraag naar de juistheid van het fysieke wereldbeeld en de bewijsbaarheid van theorieën door middel van experimenten.

1. De magie van de holle wereld.

Een van de mooiste drijfveren om met natuurkunde om te gaan ligt in de samensmelting van exacte wiskundige representatie met diepzinnige filosofische vragen, met vragen over het ontstaan, de geschiedenis, de vorm en het lot van het heelal. In de kosmologie is de scheiding tussen (1.) de "Twee Culturen" beschreven door CP Snow, of de "Twee Gemoedstoestanden" die

wanneer menselijke werken worden gewogen, met drie verhandelingen over mierenzuur, en als het er dertig waren?! Aan de andere kant, wat weet je over de Dag des Oordeels als je tegen die tijd niet eens weet wat er van mierenzuur kan worden?!"

De combinatie van exacte wiskundige en experimentele analyse met epistemologische, epistemologische, filosofische, historische, humoristische en essentiële overwegingen van deze wereld is nodig als de natuurkunde zich niet aan de leerling wil presenteren als een wetenschap waaruit "opmerkelijk niets voortkomt", zoals muziek dat doet noemt de eerste hoofdstukken van zijn boek. Hoe noodzakelijk de samensmelting van verschillende werelden is voor een werkelijk diepgaand begrip van de natuurkunde, wordt hier aangetoond met behulp van een van de meest merkwaardige en ook meest betoverende "alternatieve wereldbeelden", de holle-wereldtheorie (3.).

Een van de oorsprong ligt in het kleine Amerikaanse stadje Utica in de staat New York. Daar publiceerde de homeopaat Cyrus Reed Teed in 1870 een boekje met de titel "The Illumination of Koresh:

Marvelous Experience of the great Alchemist in Utica, New York". In een nachtelijk visioen onthulde een mooie vrouw hem een nieuw wereldbeeld: de theorie van de holle wereld werd geboren, volgens welke de aarde een holle bol is en wij leven (Fig. 1) In Binnenin de aarde worden ook de zon, maan, sterren, planeten en kometen gevonden en tonen zich in al hun pracht. De antipoden daarentegen blijven voor ons verborgen omdat de atmosfeer in de bol is te dicht. De zon zelf was, in de theorie van Teed, samengesteld uit twee halve bollen. Een lichtgevende, een donkere. Hun rotatie veroorzaakt dag en nacht. Het verschijnt echter niet rechtstreeks aan onze ogen, maar - net als de andere hemellichamen - alleen in reflecties op verschillende oppervlakken.

Teed werkte ook de fysica van de holle wereld tot in detail uit. In zijn boek "The Cellular Cosmogony" behandelt hij onder meer optische verschijnselen en laat hij zien dat de schijnbare bolvorm van de aarde een optische illusie is. Maar hij behandelt ook de slinger van Foucault, waarvan de beweging wordt toegeschreven aan de invloed van de zon. Net als 'Scientology' maakte Teed een religie van zijn wereldbeeld. Hij ging eerst prediken door Chicago, waar hij meer dan 4000 volgelingen vond. Later stichtte hij de stad Estero in Florida, waar slechts 200 van zijn volgelingen hem volgden en richtte zelfs zijn eigen tijdschrift "The Flaming Sword" op, dat tot 1949 werd gepubliceerd. Uiteindelijk werd in 1962 in Estero het "Hollow World National Park" gesticht, zoals het "Miami News" op 22 april kon melden.

Tijdens het Derde Rijk kreeg de theorie van de holle wereld ook voet aan de grond in Duitsland. In 1938 kon een van de belangrijkste vertegenwoordigers, Johannes Lang, zijn boek "Die Hohlwelttheorie" presenteren in de tweede, "aanzienlijk grotere en verbeterde editie" (4). De kop van het eerste hoofdstuk "Is het Copernicaanse systeem bewezen?" raakt meteen een centrale vraag die ook van eminent wetenschappelijk-theoretisch belang blijkt te zijn. Het antwoord dat Lang vindt is niet verrassend: "Het Copernicaanse wereldbeeld, dat tegenwoordig algemeen als bewezen wordt beschouwd, is in werkelijkheid in al zijn onderdelen volledig onbewezen" (5.).

Maar in die tijd verschilden de doctrines die in verschillende landen werden vertegenwoordigd, echter: "In de instellingen voor hoger onderwijs in Zwitserland wordt dan ook geleerd dat het Copernicaanse wereldbeeld onbewezen is, maar vereist geen bewijs omdat het het enige

wereldbeeld is dat beschrijft alle verschijnselen in het universum op een informele manier uniform kan verklaren.

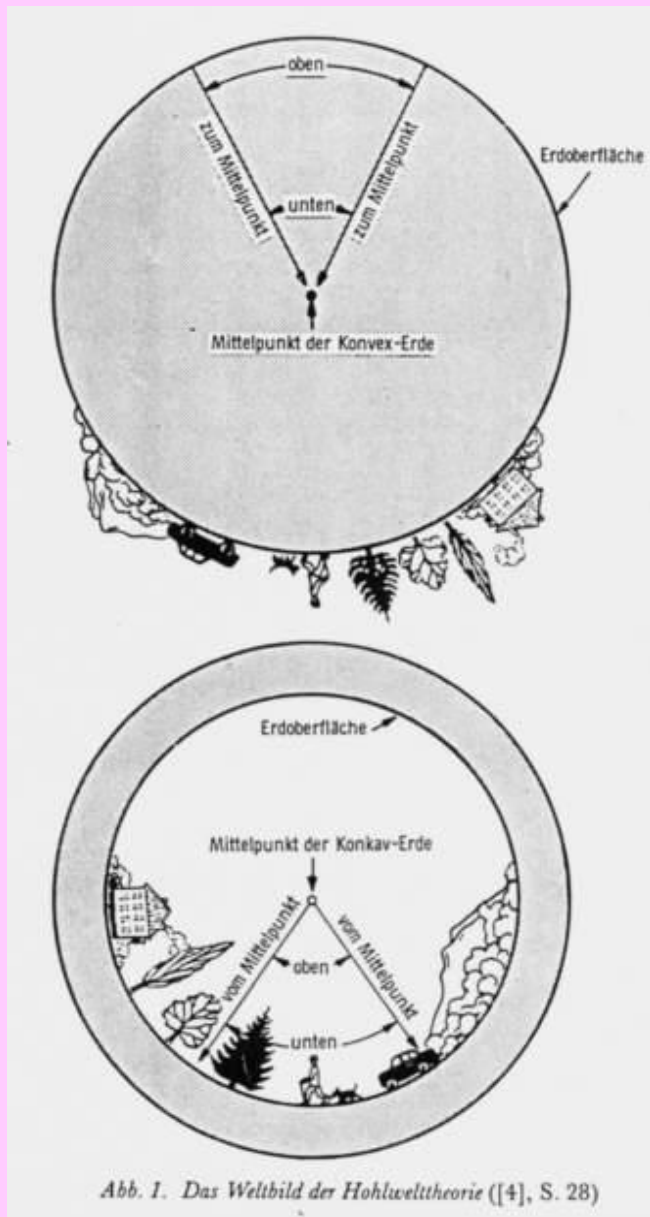
Dit standpunt kan ooit gerechtvaardigd zijn geweest. Nu is het onhoudbaar geworden, aangezien er een ander wereldbeeld is dat ook alle verschijnselen uniform en informeel verklaart" (6).

Dit wordt ook in detail uitgelegd in het volgende en verklaringen van zwaartekracht, middelpuntvliedende kracht, elektriciteit, de vorming van de horizon in de concave worden gevonden evenals opmerkingen over "holle wereldtheorie en religie". Lang lijkt zelfs een verenigde veldentheorie te hebben gevonden in het hoofdstuk "De verschillende krachten als manifestaties van de oerkracht". We zullen op enkele van zijn verklaringen moeten terugkomen.

Maar Lang biedt niet alleen fysiek 'bewijs' voor zijn kosmische alternatieve oplossing. Er worden ook filosofische argumenten naar voren gebracht:

"Is de theorie van de holle wereld van wonderbaarlijke eenheid niet? Van de allergrootste (kosmos) tot de allerkleinste (microscopisch kleine eicel) kenmerkt het dezelfde relaties. Als de moderne mens nog echt filosofisch zou kunnen denken, zou hij creëer de prachtige harmonie zoals de Ouden en eenheid in de hele schepping moet erkend zijn. De mens komt voort uit het ei, dit beeld van de kosmos. De cellen waaruit hij is samengesteld, zijn een beeld van de kosmos. Al het leven vindt zijn oorsprong in een holte bol" (7.).

Dus concludeert Lang: "Voor de filosofisch denkende persoon is de conclusie naar analogie een door



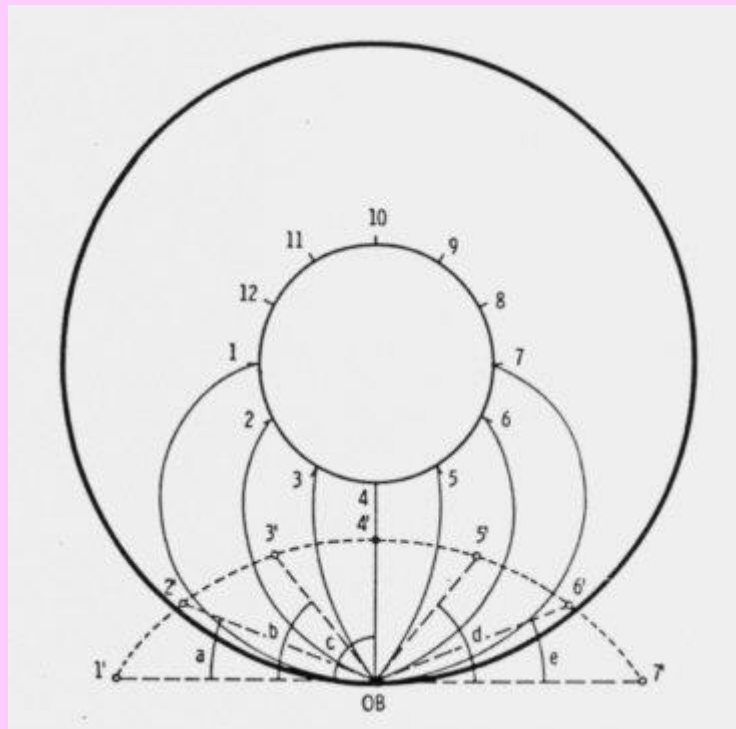
en door voldoende geloofwaardigheid van het nieuwe wereldbeeld van de aardse wereld" (8.).

2. Alternatieve wereldbeelden en wat eraan te doen.

Deze korte geschiedenis van de theorie van de holle wereld heeft mij jarenlang gediend als inleiding op een lezing over "Ruimte - Tijd - Materie". Daarin wordt de holle-wereldtheorie gepresenteerd en uitgelegd dat de aarde de zon, maan, planeten en sterren in haar binnenste zou moeten bevatten, zoals blijkt uit de geschriften van de grondleggers van de theorie. De studenten wordt nu gevraagd commentaar te geven op deze nieuwsgierigheid naar de alternatieve wereld op basis van hun kennis van de natuurkunde. De uniforme afwijzing wordt al snel gerechtvaardigd door een aantal terugkerende bezwaren. Meestal komen de volgende problemen naar voren:

- Hoe ontstaan dag en nacht?
- Hoe komt de horizon tot stand?
- Hoe wordt zwaartekracht verklaard?
- Hoe kan het kleine zonnetje de nodige energie produceren?
- Wat gebeurde er tijdens de maanvlucht?
- Laten de foto's van de aarde vanuit de ruimte niet duidelijk een vaste bol zien?
- Wat is er buiten de wereld?

Dit zijn de belangrijkste van de steeds terugkerende bezwaren die in de lezing worden behandeld en weerlegd aan de hand van een enigszins gewijzigde vorm van de holle-wereldtheorie (9.). Voor zover de bezwaren betrekking hebben op de voortplanting van licht en het ontstaan van dag en nacht, kunnen ze eenvoudig worden weerlegd door te verwijzen naar een illustratie uit het boek van Lang (afb. 2). Het laat zien dat lichtstralen zich voortplanten in cirkels die altijd door het middelpunt van de aarde gaan. De lichtsnelheid is niet constant, maar neemt kwadratisch af naar het middelpunt van de aarde toe, zodat dit punt in de wereld nooit door het licht wordt bereikt.



Figuur 2

Licht verspreidt zich in de holle wereld in cirkels door het middelpunt van de aarde ([4], pagina 148).

Buitenste cirkel:	aardoppervlak (evenaar)
Binnenste cirkel:	vaste ster bal
ALS:	locatie van de waarnemer
1 tot 12:	Ware plaatsen met vaste sterren
1' tot 7':	Schijnbare locaties van de vaste sterren 1 tot 7
Rechte lijn (1'to7' onderbroken) :	horizon
Halve cirkel lijn (gestippeld) :	firmament
een teen:	hoek

De wet van de voortplanting van licht verklaart ook hoe de horizon tot stand komt en laat zien waarom de aarde vanuit de ruimte als een vaste bol wordt gezien. Deze optische illusie is ook te wijten aan de wetten van de voortplanting van licht. ,

Alle vragen met betrekking tot de beweging van lichamen in de theorie van de holle wereld kunnen ook gemakkelijk worden geanalyseerd. De bewegingsvergelijkingen van Newton blijken niet helemaal correct te zijn. In plaats daarvan zouden deze vergelijkingen moeten lezen:

$$m \left(\ddot{x} - \frac{4\dot{r}\dot{x}}{r} - \frac{2\dot{r}\ddot{x}}{r} + \frac{6\dot{r}^2 x}{r^2} \right) = \frac{r^2}{R^2} F, \quad (1)$$

waarbij $r = |x|$ de afstand is van het waargenomen punt vanaf het middelpunt van de aarde en $R = 6370$ km de straal van de aarde aangeeft. In het geval van zwaartekracht is het bijbehorende krachtwoord voor het zwaartekrachtveld van de aarde, bijvoorbeeld (10.);

$$F = (mMG/R^2) \cdot r \quad (2)$$

Het is natuurlijk niet meteen duidelijk dat de nieuw opgestelde "Lang's bewegingsvergelijkingen" de banen van alle hemellichamen correct weergeven en ook de beweging van aardse objecten kunnen beschrijven. Meestal zijn studenten echter bereid te accepteren dat de berekening van de baanvormen, die eenvoudig met behulp van een computer kan worden uitgevoerd, wel degelijk leidt tot resultaten die overeenkomen met de waarnemingen.

Maar hoe zit het met maanraketten? Volgens de theorie van de holle wereld zou de maan slechts ongeveer 1 km groot moeten zijn en ongeveer 120 km verwijderd van het middelpunt van de aarde. Zou een maanraket hier niet te groot lijken, wat in tegenspraak is met de beelden die bekend zijn geworden van de maanlandingen? Hierbij moet er rekening mee worden gehouden dat in de theorie van de holle wereld alle objecten krimpen naarmate ze het middelpunt van de aarde naderen. Wiskundig wordt deze relatie uitgedrukt in de uitdrukking

$$L = L_0 (r^2/R^2) \quad (3)$$

samengevat, waarbij L de grootte van het object op het aardoppervlak betekent.

Deze wet is in eerste instantie verrassend, maar er zijn soortgelijke verschijnselen op andere gebieden van de natuurkunde. Zo kunnen objecten bijvoorbeeld ook uitzetten onder invloed van temperatuur of krimpen onder invloed van snelheid, zoals in de relativiteitstheorie

geeft les. In ieder geval kan de opmerkelijke formule (3) nu verklaren waarom mensen op de maan zo klein lijken. Haar lengte was ook slechts 3,4 cm. Gelukkig is (3) een omkeerbaar krimpproces en bij terugkeer naar de aarde waren de astronauten terug in hun gebruikelijke menselijke vorm. ik

Nu is ook de belangrijke energieproductie van de zon, die vanwege zijn kleine afstand tot het middelpunt van de aarde, ongeveer 270 m, slechts een diameter heeft van ongeveer 2,2 m, duidelijk. De atoomkernen, elektronen, lichtquanta in de zon zijn ook gekrompen tot kleine afmetingen vanwege (3).

De berekening laat zien dat de holle-wereldtheorie op hetzelfde aantal deeltjes in de zon komt als de gebruikelijke "verwarde schoolwijsheid".

Dit geeft antwoord op enkele typische en terugkerende vragen. We hebben echter een moeilijk probleem vermeden in onze overwegingen hierboven: wat gebeurt er als een aanhanger van de volledige-wereldtheorie een gat door de aarde probeert te boren en bij de antipoden belandt? Allereerst kan een fervent aanhanger van de holle-wereldtheorie hier antwoorden dat dit een metafysische vraag is zolang niemand het experiment heeft uitgevoerd.

Maar na enig nadenken kon hij ook een antwoord vinden binnen de holle-wereldtheorie: als het experiment de uitkomst heeft die zijn tegenstander verwacht, dan is ook dit gemakkelijk te verklaren. Omdat atomen - in de holle-wereldtheorie - krimpen naar het centrum van de aarde, zetten ze steeds meer uit als ze de aardenschil binnendringen. Hoe dieper je de aarde ingaat, hoe

groter de atomen die je daar aantreft. Dit is echter niet direct te bepalen, aangezien de boor waarmee men penetreert uit steeds grotere atomen bestaat. Volgens (3) is de toename in omvang zo sterk dat de boor binnenkort oneindig zal bereiken (11.). Maar dan moet de theorie van de holle wereld worden aangevuld met een opmerkelijke wet van symmetrie, die van kracht is voor alle golf functies van de kwantummechanica (als je die moderne taal wilt gebruiken). Het is van toepassing

$$\psi(x) = \psi(-x) \text{ für } |x| \rightarrow \infty. \quad (4)$$

De boor, die in de ene richting naar het oneindige voortschrijdt, keert daarom uit de tegenovergestelde richting terug en breekt bij de antipoden weer door het aardoppervlak. Dit - "metafysische" - feit vindt ook zijn overtuigende verklaring.

Deze dialoog duurt meestal ongeveer één tot twee uur, waarmee alle bezwaren van de studenten tegen het nieuwe wereldbeeld kunnen worden weerlegd. De stemming in de collegezaal schommelt tussen berusting en verontwaardiging. Jarenlange natuurkunde studeren maakt het om empirische redenen niet mogelijk om zo'n zinloze bewering als de holle-wereldtheorie in een paar minuten uit te sluiten. Alles wat voorheen als bewijs van de Copernicaanse theorie verscheen, wordt nu het bewijs van de holle-wereldtheorie. Als het klopt dat het gebruikelijke wereldbeeld van de natuurkunde experimenteel is bewezen, dan hebben diezelfde experimenten nu ook de holle-wereldtheorie bewezen. De empirische kijk op de wereld, die door zijn werk in de practica en laboratoria een tweede natuur is geworden voor de natuurkundestudent, begint te haperen.

3. Het drie verdiepingen tellende wereldtijdperk van de Bijbel.

Een paar jaar geleden verscheen in Rauschenberg in Midden-Franken een boek van Fritz Braun (12.) "Het drie verdiepingen tellende universum van de Bijbel". Het probeert aan te tonen dat alle tegenstellingen tussen een letterlijke interpretatie van de Bijbel en het wereldbeeld van de natuurwetenschappen kunnen worden geëlimineerd door de theorie van de holle wereld. De gekwalificeerde natuurkundige Fritz Braun onthult ook het mysterie van de holle wereld: "Als een flits van verlichting worden al deze vragen beantwoord en de tegenstellingen verdwijnen wanneer de zogenaamde 'transformatie van de wederzijdse stralen' wordt gebruikt.

Door deze operatie brengt een wiskundige de ruimte buiten een bol in verband met de ruimte binnen. Als men deze transformatie toepast op het Copernicaanse wereldbeeld, dan herkent men plotseling een wereld die tot in de kleinste details overeenkomt met het drie verdiepingen tellende universum van de Bijbel. De modelachtige wetten en relaties die Kepler en Newton hebben gevonden, blijven behouden. De verschrikkelijke afstanden van miljarden lichtjaren verdwijnen, evenals de oneindige leegte en zinloosheid. Men herkent de hemel als de troon van God in het centrum van het universum!

Door deze transformatie worden de rechte lichtstralen van het Copernicaanse wereldbeeld omgezet in gebogen stralen. Dit verklaart het feit dat de kleine vaste sterbol in het centrum van het heelal enorm vergroot lijkt, zodat hij zichtbaar wordt als de hemelbol. De lichtsnelheid, die volgens de Copernicaanse theorie in het hele heelal constant is, zal na de transformatie sterk dalen naar het centrum toe. Dit verklaart bijvoorbeeld waarom een lichtstraal van de zon naar het aardoppervlak ongeveer 8 minuten duurt, ook al is de afstand nu veel kleiner dan in de Copernicaanse theorie. ..."

Het boek van Braun laat dus de oplossing van het raadsel zien. Om tot de wetten (1,2,3) te komen, is het alleen nodig om de transformaties van de inverse stralen te gebruiken in alle bekende natuurwetten

$$r_H \cdot r_K = R^2 \quad (5)$$

uit te voeren, waarbij r en r_H , de afstanden van het middelpunt van de aarde in de holle wereld of in het Copernicaanse wereldbeeld betekenen. Op deze manier kan het ene wereldbeeld worden omgezet in het andere. Als het oude wereldbeeld experimenteel onweerlegbaar is, is het nieuwe dat ook. De door de transformatie (5) veroorzaakte verandering in topologie kan ook weer worden gecorrigeerd door de randvoorwaarde (4) die we hier voor golf functies hebben geformuleerd.

Het mysterie is opgelost en de holle wereld verschijnt nu alleen als een wiskundig equivalente vorm van het gebruikelijke wereldbeeld. Beide kunnen in elkaar worden omgezet. In de lezing leunt iedereen tevreden achterover in zijn stoel. Maar meteen rijst het volgende probleem: het gebruikelijke wereldbeeld van de natuurkunde is gebaseerd op experimenten. Dezelfde experimenten ondersteunen nu ook de theorie van de holle wereld. Geen enkele natuurkundige kan daarom de opvatting weerleggen dat de aarde hol is en dat wij van binnen leven. Bent u van plan deze visie in de toekomst als gelijke aan te leren of, zo niet, waarom niet? Moet de holle-wereldtheorie het nieuwe schoolmateriaal worden? Als alternatief wereldbeeld meer in lijn met de Bijbel, dan onze gebruikelijke lichamelijke opvoeding? Basisproblemen van de wetenschapsfilosofie worden actueel voor de natuurkundestudent. De luisteraars vatten de beroepsethiek aan en stellen een lijst op met argumenten tegen de Holle Wereld Theorie.

4. Het verkeerde wereldbeeld?

In 1962 publiceerde Joachim Herrmann een rapport getiteld "The False Well Image" met daarin "een kritische studie van astrologie, theorie van wereldijs, theorie van de holle wereld, bewoonbaarheid van de zon, vliegende schotels en andere astronomische ketterijen" (13).

Herrmann zegt:

"Natuurlijk zou ruimtereizen in de holle wereld ondenkbaar zijn. Op het moment dat de eerste raketten de aarde kunnen verlaten, niet alleen voor steekvluchten in de atmosfeer, maar voor honderdduizenden of miljoenen kilometers, de arbitrage over de holle-wereldtheorie zou meer definitief zijn, maar vooral voor degenen die helemaal geen astronomische kennis hebben. ... Miljoenen mensen hebben de kleine kunstmatige manen aan de hemel met hun eigen ogen gezien. De tijd van de holle-wereldtheorie is eindelijk voorbij". Helaas is het weerleggen van het alternatieve wereldbeeld niet zo eenvoudig.

Ja, zoals we hebben gezien, kan een weerlegging in de zin van een experimenteel bewijs van het tegendeel helemaal niet bestaan (of het zou ook het gebruikelijke wereldbeeld weerleggen). Dit probleem is ook belangrijk omdat het typerend is voor veel argumenten met de "alternatieve wereldbeelden" die vaak worden voorgesteld door "buitenstaanders van de wetenschap" (14.). Als inleidende opmerking moet allereerst worden opgemerkt dat de systematische wiskundige behandeling door de transformatie van de inverse stralen (5) niet typerend is voor het ontstaan van een dergelijk alternatief wereldbeeld.

Bij Johannes Lang is er bijvoorbeeld geen systematische weergave van de holle wereld. Een volgeling van de nieuwe doctrine zou dit gewoonlijk niet toejuichen, aangezien zijn wereldbeeld slechts een herformulering zou zijn van "verouderde schoolwijsheid". In plaats daarvan wordt gezocht naar experimenteel bewijs voor de nieuwe opvattingen. Binnen de hier gegeven "rationele reconstructie" van alternatieve wereldbeelden presenteert dit zich als een onvolledige transformatie van het standaard wereldbeeld. De transformatievergelijkingen (5) worden niet op alle verschijnselen toegepast, maar meestal wordt een deel van de oude fysica ongewijzigd overgenomen. Het 'zeilexperiment' van Lang is daar een voorbeeld van. Zoals de afbeelding laat zien:

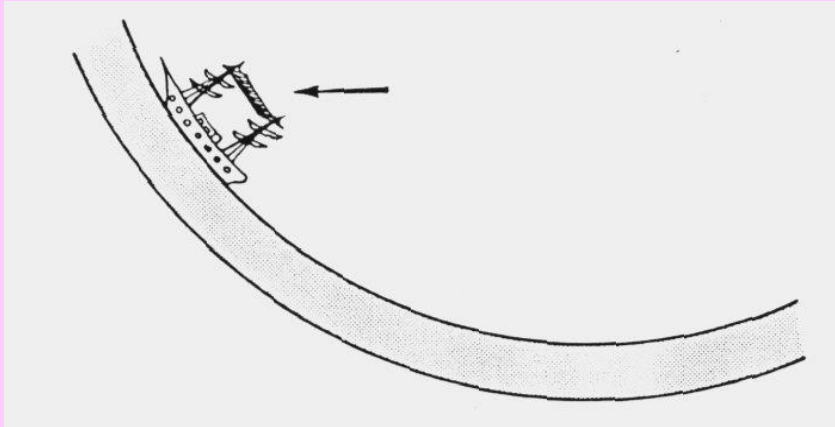


Fig. 3: Het zeilexperiment. Na 141, blz. 32.

Het schip ging de zee op en "het rode stuk canvas werd geleidelijk kleiner en kleiner en het oogverblindende wit van het bovenste canvasoppervlak verscheen plotseling en werd steeds duidelijker! De observerende" wetenschappers keken verbaasd ..." (15.) . Maar zelfs de theoretici van de holle wereld zouden verbaasd moeten kijken als het experiment echt zo uitpakte, want even later (fig. 4) staat er een tekening (16.) in het boek die de kromming van de lichtstralen laat zien, die moet worden gepostuleerd door de holle-wereldtheorie, maakt duidelijk. Terwijl in de eerste figuur de paden van de lichtstralen niet werden gedekt door de transformatie (5), zijn ze nu opgenomen in de tweede figuur.

Dit is typerend voor de situatie die men vaak tegenkomt. De transformatie naar het nieuwe wereldbeeld wordt onvolledig uitgevoerd en naar behoefte veranderd binnen de algemene theorie. Als er een "experimenteel bewijs" is ten nadele van de nieuwe theorie, kan de onvolledige transformatie op dit punt worden toegevoegd. Dit resulteert in een zeer flexibele aanpassing aan nieuwe empirische bevindingen en een poging om de aanhanger van de nieuwe theorie op basis van experimenten te weerleggen blijkt "transcendentiaal" te zijn - wat hier kan betekenen dat het verder gaat dan enig mogelijk menselijk geduld. Overigens volgen veel bezwaren tegen de relativiteitstheorie, en veel alternatieven op dit gebied, precies het schema dat hier wordt gegeven, met behulp van wiskundige transformaties die een gedeeltelijke terugkeer naar de theorie van de ether impliceren, zoals elders is aangegeven (16.).

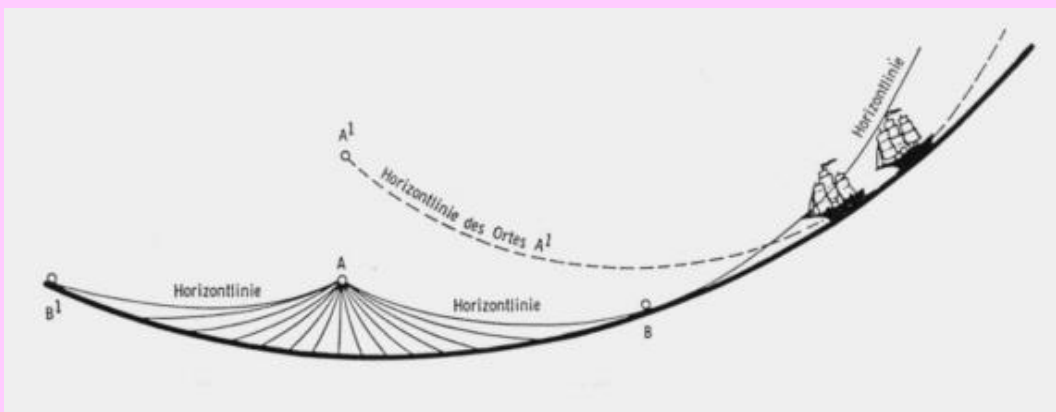


Fig. A: In de correct getransformeerde holle-ruimtetheorie zou de waarnemer de onderkant van het zeil precies zoals gewoonlijk moeten zien. Volgens (4.), blz. 172.

Maar nu terug naar de wetenschappelijk-theoretische bezwaren tegen de holle wereld. Welke bezwaren worden er in de lezing meestal gemaakt tegen het 'verkeerde wereldbeeld'? Nadat duidelijk is gemaakt dat er geen experimentele weerleggingen mogelijk zijn, zijn de redenen die worden aangevoerd voor de voorkeur voor het oude, Copernicaanse golfbeeld meestal:

a) Eenvoud

b) duidelijkheid

c) Keuzevrijheid

Om a) te rechtvaardigen, wordt gesteld dat de bewegingswetten (1.) in de theorie van de holle wereld veel gecompliceerder zijn dan de wetten van Newton. Van twee theorieën die dezelfde feiten verklaren, heeft de eenvoudigere echter de voorkeur. Er zit zeker een kern van waarheid in dit argument, maar het is ook problematisch.

Om bijvoorbeeld de afwijking van de baan van Mercurius van de ellips van Newton te verklaren, zou men net zo goed een eenvoudige wijziging van de $1/r^2$ -wet kunnen gebruiken door de exponent te veranderen in plaats van de gecompliceerde relativiteitstheorie. Zou dit argument dan niet ook de vervanging van de algemene relativiteitstheorie door .
ondersteunen? makkelijker begrijpelijke theorieën spreken? Duidelijkheid wordt nu naar voren gebracht als het belangrijkste argument voor de standaardtheorie. Daarin komen de theoretische verklaringen veel directer overeen met het uiterlijk dan in de holle-wereldtheorie het geval is. Maar is het echt zo duidelijk dat de zon een enorme gloeiende gasbal is?

Komt een 1 km brede maan niet veel beter overeen met de indruk van de sterrenhemel 's nachts? Met betrekking tot willekeurige vrijheid wordt betoogd dat men in plaats van transformatie (5) net zo goed vele andere transformaties zou kunnen gebruiken die alternatieven bieden voor ons standaard wereldbeeld. Je zou dus een theorie over een holle maan kunnen construeren, of zelfs een theorie over een platte aarde. Aan de andere kant, zou een vertegenwoordiger van de theorie van de holle wereld niet kunnen denken dat het Copernicaanse wereldbeeld slechts een van de vele willekeurige transformaties van de holle wereld is?

Deze argumenten en antwoorden laten al de onzekerheid zien die de natuurkundige overkomt die niet is opgeleid in de theorie van de wetenschap wanneer hij betrokken raakt bij vragen die betrekking hebben op de fundamenteën van zijn vakgebied, maar die niet eenvoudig experimenteel kunnen worden beslist. Het toont ook de noodzaak aan van een wetenschappelijk-theoretische en historische onderbouwing van het onderwerp, die Wilfried Kühn vaak benadrukt en die ook in zijn boeken tot uitdrukking komt.

Ten slotte moet worden geschetst hoe het probleem kan worden benaderd vanuit bijvoorbeeld Poppers wetenschapstheorie en hoe historisch interessante parallellen ontstaan met de controverse van de ethertheorie versus de relativiteitstheorie. Popper benadrukt falsifieerbaarheid als een "demarcatiecriterium" van wetenschappelijke theorieën (17.). Hoe verschillen de holle-wereldtheorie en de copernicaanse theorie in dit opzicht? Voor de theoreticus van de holle wereld vinden beslissende veranderingen plaats in een experiment wanneer het niet op het aardoppervlak wordt uitgevoerd, maar op enige hoogte in de ruimte. Wanneer de experimentele opstelling wordt opgeheven, verandert de grootte van alle atomen erin, verandert de snelheid van het licht, worden krachten gewijzigd en structuren gewijzigd.

Maar wonder boven wonder leveren alle experimenten ver van het aardoppervlak hetzelfde resultaat op als op het aardoppervlak zelf: de zwaartekrachtsconstante heeft dezelfde waarde, elementaire ladingen en massa's en de lichtsnelheid gemeten in "naïeve eenheden" blijft hetzelfde.

Het lijkt de theoreticus van de holle wereld niet verrassend, maar hij zou gemakkelijk een ander

resultaat kunnen verklaren. Als hij bijvoorbeeld op een bepaalde hoogte een waarde van de zwaartekrachtconstante vindt die afwijkt van die op het aardoppervlak, kan hij daar gemakkelijk rekening mee houden door zijn theorie aan te passen. Een dergelijke verandering lijkt hem niet verrassend, het is eerder verrassend voor hem dat de talrijke complexe effecten die het gevolg zijn van een hoogteverschuiving altijd opvallen in het resultaat van alle experimenten door een enorm toeval.

Voor de "Copernican" daarentegen is de overeenstemming van de op verschillende hoogten verkregen resultaten een vanzelfsprekendheid. De homogeniteit en isotropie van de ruimte, d.w.z. onveranderlijkheid tegen ruimtelijke verschuivingen en rotaties, zijn immers vanaf het begin ingebouwd in de basisstructuur van zijn wereldbeeld. Elke hoogteafhankelijkheid van de experimentele resultaten zou niet alleen een verrassend resultaat voor hem zijn, maar een resultaat dat de fundamentele van zijn theorie in twijfel trekt. Zijn theorie is daarom gemakkelijker te falsifiëren dan de holle-wereldtheorie, die geen homogeniteit van de ruimte kent en daarom elke mogelijke hoogte-afhankelijkheid van de experimentele resultaten kan accepteren.

Vanuit het gezichtspunt van de natuurkundige kunnen we het resultaat op een andere manier zien: de symmetriegroepen in elke theorie zijn fundamenteel. In feite maken deze symmetriegroepen het mogelijk om resultaten te combineren die zijn verkregen in verschillende systemen, door verschillende waarnemers of op verschillende tijdstippen. De talrijke verbanden die voortvloeien uit de groepsstructuur behoren tot de belangrijkste voorspellingen van de theorie. Vanwege hun striktheid zijn deze voorspellingen bijzonder gemakkelijk te vervalsen. Vanuit Poppers oogpunt zijn theorieën met invariantiegroepen daarom in wezen superieur aan andere theorieën vanwege hun falsifieerbaarheid.

De geschiedenis van de relativiteitstheorie biedt een leerzaam voorbeeld van deze overwegingen. In de ethertheorieën was er geen speciaal punt in de ruimte, maar een speciale snelheid, dus een speciaal referentiesysteem, namelijk die waarin de ether rust. In hoeverre de etherwind, die een beweging door de ether zou moeten veroorzaken, de testresultaten beïnvloedde, was een vraag die vooral experimenteel moest worden opgelost.

Daarom probeerden talloze experimenten op verschillende bases de beweging van de aarde door de ether te bepalen.

Het negatieve resultaat van al deze experimenten kon altijd zonder tegenspraak worden geïnterpreteerd in de ethertheorie door een geschikte wijziging van de basisvergelijkingen, zoals door de Lorentz-contractie op te nemen.

Maar elk positief resultaat van deze experimenten had een bevredigende verklaring kunnen vinden binnen de ethertheorie. Terwijl ethertheorieën daarom moeilijk te falsificeren zijn, is de situatie in de speciale relativiteitstheorie heel anders.

Hier wordt de ether geëlimineerd als een element van theorievorming en een veel grotere symmetriegroep, de Lorentzgroep, kenmerkt de structuur van de theorie. Nu volgt noodzakelijkerwijs dat een experiment de beweging van de aarde door de - niet-bestaande - ether kan bepalen en het volgt ook noodzakelijkerwijs dat het resultaat van elk experiment daarom onafhankelijk moet zijn van de snelheid waarmee het betreffende laboratorium zich beweegt. Hier vindt de negatieve uitkomst van alle experimenten die zich tot doel hebben gesteld de beweging van de aarde in de ether te bepalen' een overtuigende verklaring.

Maar een positieve uitkomst van de experimenten zou volledig onverenigbaar zijn met de theorie en zou een vervalsing van de fundamentele betekenen. Daarom is de relativiteitstheorie vanuit epistemologisch oogpunt superieur aan de ethertheorie. Dit is ten minste één mogelijk gezichtspunt dat in staat is om de "dynamiek van de theorie" te beschrijven, d.w.z. de historische vervanging van verschillende fysieke theorieën, in dit geval (18.).

De theorie van de holle wereld presenteert zich op een volledig analoge manier: er is een speciaal punt in de ruimte dat elke ruimtelijke symmetriegroep verhindert. Dat geldt overigens ook voor het Aristotelische wereldbeeld, waarin het middelpunt van de

aarde (weliswaar een volle aarde) werd onderscheiden. Met de 'Copernicaanse draai' duurt de overgang naar een theorie met een grotere symmetriegroep en daarmee verhoogde plaats.

We hebben deze historische en epistemologische overwegingen hier alleen gepresenteerd aan de hand van het voorbeeld van Poppers filosofie. Op een vergelijkbare manier kunnen de uitspraken en argumenten van andere wetenschapsfilosofen nu worden toegepast op de theorie van de holle wereld en soortgelijke gevallen en in praktijk worden gebracht. Het diepgaande emotionele resultaat dat de empirische onweerlegbaarheid van de holle-wereldtheorie veel natuurkundestudenten biedt, is altijd op de achtergrond de drijvende drijfveer voor verdere studies.

Dit toont eens te meer aan hoe een didactisch geschikt uitgangspunt een essentiële en bepalende drijfveer kan zijn om met nieuwe terreinen en onbekende argumenten om te gaan. Natuurkunde, didactiek, geschiedenis en wetenschapsfilosofie versmelten tot een eenheid die ook in de geschriften van Wilfried Kuhn tot uiting komt.

Opmerkingen

1. CP Sneeuw, De twee culturen. Stuttgart. 1967
2. Robert Musil, De man zonder eigenschappen. Reinbek bij Hamburg. 1960. blz. 248.
3. Ik volg hier de presentatie van M. Gardner, 'Fads and Fallacies' in the Name of Science, New York. 1952. blz. 16-27. Ik dank ook de heer Martin Gardner voor het verstrekken van belangrijk bronnenmateriaal over de theorie van de holle wereld.
4. Johannes Lang, De theorie van de holle wereld. Frankfurt. 1938
5. Zie 4, blz. 11
6. Referentie 4, blz. 14
7. Referentie 4, blz. 150
8. Referentie 4, blz. 20
9. De classificatie van deze afwijkingen wordt behandeld in hoofdstuk 3.
10. De vergelijkingen (1) en (2) zijn niet gevonden in Lang, maar zijn verkregen op basis van de transformatie (5), evenals de volgende informatie over de zon en de maan.
11. Dus de aarde strekt zich hier uit tot in het oneindige, terwijl er bij Lang wordt gezegd dat het slechts een bolvormige schil is met een dikte van 200 km.
12. Fritz Braun, Het drie verdiepingen tellende universum van de Bijbel. Rauschenberg OJ Ik had alleen toegang tot het boek in een Engelse vertaling. De citaten zijn daarom door mij weer in het Duits vertaald.
13. Joachim Herrmann, Het verkeerde wereldbeeld, Stuttgart. 1962, blz. 116. 1141 Roman U. Sexl, Physikalische Blatter, 30, 19 (1975). 115t ref.4, blz. 32 en blz. 172
14. Roman U. Sexl en Reza Mansouri, Algemene relativiteitstheorie en zwaartekracht 8, 497 (1977).
15. Karl Popper, De logica van onderzoek. Tübingen 1971
16. Zie bijvoorbeeld Elie Zahar, Waarom vervangen de programma's van Einstein die van Lorentz? British Journal Philosophy of Science 24, 95-123 en 223-262 (1973). Dit artikel is geschreven vanuit het oogpunt van Lakatos' wetenschapsfilosofie.