

Citation:

A. Pannekoek, Levensbericht A.S. Eddington, in:
Jaarboek, 1944-1945, Amsterdam, pp. 154-160

LEVENSBERICHT

VAN

ARTHUR STANLEY EDDINGTON

(28 December 1882—22 November 1944)

Met *Eddington's* dood op 22 Nov. 1944 heeft de Engelsche en de internationale wetenschap een van haar geniaalste, sympathiekste en meest markante beoefenaars verloren. Geboren op 28 Dec. 1882 te Kendal, waar zijn vader leider van een Quakerschool was, onderscheidde hij zich reeds in zijn eerste twintiger jaren te Cambridge door bijzondere wiskundige aanleg. Hoewel hij in zijn jeugd reeds met een klein kijkertje de hemel bestudeerd had, ging toch zijn neiging en voornemen in de richting van de natuurkunde en was het een zeker toeval (evenals bij *Kapteyn*), dat zijn sterrekundige loopbaan bepaalde. In 1906 kwam de plaats van eerste assistent aan de sterrewacht te Greenwich vrij; en het was reeds een vaste regel in Greenwich, dat daarvoor de beste theoretische kracht werd uitgezocht, die onder de jongeren te vinden was. Zoo werd hij praktisch astronoom. Als zoodanig heeft hij zich in de zeven jaren, die hij in Greenwich werkte, hoofdzakelijk bezig gehouden met de drijvende zenith-teleskoop, om waarnemingen met dit instrument vrij te maken van systematische fouten en ze tot een betrouwbare methode ter bepaling van poolshoogte-verandering en aberratiekonstante te maken.

Maar weldra werd hij hier naar een ander terrein getrokken. De nieuwe plaatsbepaling in Greenwich van alle circumpolairsterren, die een eeuw vroeger door *Groombridge* nauwkeurig waren waargenomen, leverde een groot aantal goede eigenbewegingen. *Eddington* besloot deze met het oog op de kort te voren door *Kapteyn* opgestelde theorie der twee sterstroomen te onderzoeken. Daartoe ontwikkelde hij een wiskundig mooie en scherpe methode van behandeling; en het succes met deze methode leidde hem er

toe om ze (1909) ook toe te passen op het groote, de geheele hemel omvattende materiaal van de catalogus van *Boss*. Voor elk van de 17 gebieden, waarin de hemel verdeeld werd, vormde hij een diagram van de talrijkheid der eigen-bewegingen als functie van de positiehoek. Deze diagrammen, in tal van boeken, en ook in zijn later „Stellar movements” gereproduceerd en naar hun typische vorm in de wandeling „Eddington's rabbits” genoemd, lieten dadelijk de richtingen naar de beide vertices onderkennen, en de vertices zelf als zwaartepunt van alle snijpunten vinden. Zijn behandelingsmethode werd door *Schwarzschild*, zijn evenknie in geniale beheersching en vernieuwing van de veelsoortigste sterrekundige problemen, verwijd tot een behandeling van een ellipsoïdale verdeling der stersnelheden. In aansluiting aan deze onderzoekingen kwamen tal van vraagstukken over sterbeweging en dynamica van sterstelsels, voor een deel samengevat in zijn in 1914 verschenen werk „Stellar movements and the structure of the Universe”, waarmee hij nieuwe wegen voor latere onderzoekers opende.

In 1913 ging hij als professor naar Cambridge, waar hij in 1914 tevens directeur van de sterrewacht werd. Het uitbreken van de wereldoorlog trof hem diep, daar zijn geheele denkwijze op onderlinge hulp en volkerenvrede gericht was; als „conscientious objector” bestreed hij met kracht de propaganda van volkenhaat. Na de oorlog was hij een der eersten uit zijn land, die trachtte de internationale banden weer aan te knopen, waartoe hij demonstratief aan de vergadering van de „Astronomische Gesellschaft” te Potsdam in 1921 deelnam.

In deze oorlogsjaren werd nu zijn aandacht gericht op twee geheel andere vraagstukken, die het werk van zijn verdere leven zouden beheerschen: de inwendige bouw van de sterren, en de relativiteitstheorie. In 1916 begonnen zijn onderzoekingen over de konstitutie van de sterren, die het uitgangspunt voor een nieuw gebied van wetenschap, de theoretische astrophysica, zijn geworden. Wat vroegere onderzoekers had tegengehouden, de onbekendheid met het mechanisme der energie-overbrenging, overwon

hij door de leer van het stralingsevenwicht, door *Schwarzschild* voor de zonsatmosfeer opgesteld, op het binnenste van de sterren toe te passen. Voor de onbekende factoren, die in de formules een rol spelen, de absorptie-coëfficiënt, het moleculairgewicht, moest hij eenvoudige onderstellingen maken; en daarin toonde zich wel het meest de scherpte van zijn fysieke intuïtie, die het wezenlijke van het onwezenlijke wist te scheiden en zoo een oplossing mogelijk maakte, die later de naam van standaardmodel kreeg en de werkelijke sterren in hooge mate benaderde. Vermeldenswaard is daarbij, als bewijs hoe ook bij de geniaalste denkers het inzicht stap voor stap komt, dat hij in zijn eerste berekening, die maar matig goed met de werkelijke sterren klopte, een hoog gemiddeld moleculair gewicht had aangenomen; en dat dadelijk na de voordracht in de RAS eenige kollega's hem er op wezen, dat bij die temperaturen van miljoenen graden de zware atomen zóó sterk geïoniseerd moesten zijn, dat de meeste electronen vrij rondvliegende deeltjes waren. Toen hij nu de berekening herhaalde met een laag gemiddeld moleculair gewicht van ongeveer 2 kwam er een veel betere overeenstemming.

Het eerste belangrijke resultaat van deze theorie was de beroemde massa-lichtkracht-wet, de formule volgens welke door de massa van een ster de lichtkracht zoo goed als geheel vastgelegd wordt. Dit werd afgeleid in de onderstelling, dat voor de ster-materie de eenvoudige gaswetten zouden gelden, dus voor de ijle reuzensterren. Toen hem echter in 1924 bij vergelijking met de waarnemingsgegevens bleek, dat ook de dwergsterren aan deze wet voldeden, sprong daaruit ineens als verklaring het inzicht op, dat de van hun electronenschillen beroofde steratomen een zoo klein volume overhouden, dat zij zich als een ijl gas gedragen. En *Eddington* wist dit inzicht dadelijk toe te passen op het raadsel der witte dwergen, waarvan de gevonden dichtheid van 60000 of daaromtrent in deze zelfde kleinheid van het atoomvolume nu een gereede oplossing vond. En nauwelijks minder belangrijk was, dat hij de volle aandacht richtte op de energieproductie in de sterren, als noodzakelijke term in zijn formules optredend, die voortaan in

het middelpunt van alle beschouwingen over sterrenbouw zou staan, het eerste opdoemen van de vraagstukken der atoomenergie, die sindsdien de physici in steeds sterker mate zouden bezig houden.

In 1926 verscheen „The Internal Constitution of the Stars”, waarin dit alles op meesterlijke wijze is samengesteld. Het meesterschap in opzet en uitvoering is daaraan af te meten, dat nu, twintig jaar later, in een zoo snel zich ontwikkelend gebied van kennis, dit boek van *Eddington* nog steeds het beste studiewerk is voor alle jongeren, nog niet op de achtergrond gedrongen door eenig moderner werk. Nog meer dan in het fundamenteele probleem van normale sterrenbouw ligt zijn stimulerende en meeslepende kracht in de vele andere problemen, die zich hieromheen groepeeren en eveneens reeds in vorige jaren door *Eddington* behandeld waren. Zoo de steratmosferen en de Fraunhoferlijnen, waarover *Milne* pionierswerk had verricht. Zoo de pulseerende sterren, de Cepheiden, waarvoor *Eddington* reeds in 1918—'19 een eerste theoretische behandeling had gegeven. Zoo de theorie van de interstellaire materie, die de hemelruimten vult. En zoo ging het voort in de volgende jaren. Toen in 1927 de oorsprong van de lijnen in het nevelvlekkenspectrum door *Bowen* ontdekt was in verboden overgangen, gaf *Eddington* het eerst een heldere en afdoende verklaring van het optreden van verboden lijnen. Toen hij zich overtuigd had door zijn studie van interne stroomingen in roteerende sterren, dat de samenstelling der atmosferen een beeld van de geheele samenstelling kon geven, leidde hij, tegelijk met *Bengt Strömberg*, in 1932 af, hoe het waterstofgehalte van een ster zijn lichtkracht bepaalt, en daarmee de variaties van de lichtkracht in de loop van de evolutie. Steeds stond hij mee vooraan onder hen, die nieuwe gebieden openden, en was hij het, die aan de duistere en verwarde problemen door zijn behandeling de doorzichtige klaarheid gaf, welke voor verdere werkers de weg effende.

Op de relativiteitstheorie werd hij opmerkzaam gemaakt door de artikelen in de *Monthly Notices*, waarmee *De Sitter* in 1917 deze theorie bij de Engelsche sterrekundigen inleidde. Onmiddellijk wees hij op het belang van een toetsing der theorie door bij totale zon-

eclipsen de buiging der lichtstralen langs de zonsrand te bepalen — wat reeds in Augustus 1914 door *Freundlich* op touw gezet was, maar mislukt, doordat zijn expeditie naar Zuid-Rusland door de Russen werd gevangen genomen. Nu bood de eklips van 29 Mei 1919 een gunstige gelegenheid voor expedities naar W.-Afrika en Brazilië; *Eddington* was zelf een der waarnemers op het eiland Principe, en de uitkomsten van deze expedities leverden inderdaad de eerste empirische bevestiging van de voorspelling der theorie. Hoe volkomen hij dadelijk dit nieuwe gebied beheerschte, blijkt uit de werken, waarin hij de theorie enerzijds half-populair, anderzijds streng mathematisch, voor het publiek van geleerden uiteenzette: „Space, Time and Gravitation” (1920), en „The Mathematical Theory of Relativity” (1923). Met *Einstein* en *De Sitter* stond hij vooraan in de ontwikkeling van de relativiteitstheorie tot een algemeene kosmologische wereldleer. Dit bracht hem steeds dieper in de theoretische physica, waar hij in de behandeling van de quantentheorie weldra eigen nieuwe wegen insloeg. Wiskundige moeilijkheden konden hem daarbij, daar hij ze als het ware spelenderwijs overwon, noch ophouden, noch op zijwegen dringen. Waar hij de kleinste partikeltjes in direkte betrekking tot het geheel van de wereld stelde, de kromtestraal van het heelal tot een uitdrukking maakte van het aantal deeltjes in het heelal, kwam hij in diepten van synthetisch-mathematische wereldkonstruktie, waar de mathematisch-physici veelal weigerden hem te volgen. Toch kon zijn opvatting, dat de zuiver numerieke relaties der natuurconstanten geheel en al wiskundig moesten kunnen worden afgeleid, zulke resultaten boeken als de vaststelling van de massa-verhouding van proton en electron op 1847,60, enkel uit apriorische wiskundige berekening zonder eenig empirisch gegeven te gebruiken. En van het aantal deeltjes in het heelal precies op $(136 + 1) \cdot 2^{256}$ (waarbij $256 = 4^4$), wat wel is waar zelfs niet in abstracto af te tellen zou zijn, wegens de ononderscheidbaarheid der deeltjes, maar dat toch in zijn theorie in meerdere door de empirie bevestigde relaties van fundamenteele natuurconstanten optreedt. „New Pathways in Science” kon hij terecht in 1935 deze studiën noemen, die door hun

gelijktijdig sterk spekulatief en stevig mathematisch-reëel karakter de meest uiteenlopende beoordeeling vonden.

Zoo kwam hij tegelijk steeds dieper in de filosofische grondslagen der natuurwetenschap — filosofie hier verstaan als eenheid van natuurkundig wereldbeeld met kennistheorie en algemeene levensvisie. Zijn belangrijkste werken op dit gebied vormen zijn Gifford-Lectures in Edinburg, in 1928, over „The Nature of the Physical World”, en zijn in 1939 verschenen, hier te lande nog weinig bekende „The Philosophy of Physical Science”. Daar ze voor een grooter publiek van niet-vakgenooten en van ontwikkelde leeken met wetenschappelijke belangstelling bestemd zijn, vertoont zich hier zijn gave van populariseeren, van doorzichtig-beeldende behandeling van de meest ingewikkelde en abstracte problemen in volle kracht. Dit diepe indringen, de rijkdom van denkbeelden, de vindingrijkheid in beelden en vergelijkingen, de fijne humor in gedachten en taal, maken de lezing van deze boeken, ook voor wie zijn opvattingen niet deelt, tot een literair-intellektueel genot. In het eerste wordt de revolutie in de grondslagen der physica, door relativiteitstheorie en quantentheorie, ontvouwd, en wordt de impasse, waarin het theoretisch denken door de optredende onoplosbare tegenstrijdigheden is geraakt, scherp belicht. In de tweede voordrachtenreeks geeft hij zijn oplossing, die in het vroegere werk al kort was aangeduid, nu in breede ontwikkeling en sterke overtuigingskracht, als een nieuwe basis van kennisleer.

Eddington was een diep godsdienstige natuur; en dit bepaalde de ondergrond ook van zijn wetenschappelijk filosofisch denken. Het in hem levende besef, dat het innerlijke wezen der wereld geest is, deed hem met groote scherpthe het formeele karakter van de begrippen der physische wetenschap doorzien, die in de gewone opvatting als de werkelijke wereld achter de verschijnselen worden aangenomen. Het is niet verwonderlijk, dat zijn denkbeelden daarover veelal scherpe afwijzing in de kringen der physische theoretici hebben gevonden. Hoe moeilijk het velen valt om, ingevlochten in de geldende opvattingen, tot de zin van zijn uiteenzettingen door te dringen, blijkt wel uit een uiting in een der nekrologieën: dat

zijn uitspraken als half-schertsende overdrijvingen zouden zijn bedoeld. Terwijl een natuurphilosoof en geleerde van naam (*Herbert Dingle*), in een kort na het verschijnen van zijn laatste werk geschreven, scherp-besliste afwijzende kritiek van de daarin vervatte denkbeelden, zich toch niet kon onthouden van de ontboezeming: "I believe... that they have a profound importance for physics, and this makes me regret all the more that the author has obscured them in such an entanglement of mixed metaphors. They may well prove to be the supreme achievement of his great career" (*The Observatory*, 63, p. 21, 1940).

In het dagelijksch leven teruggetrokken, maakte hij ook als men met hem sprak, een sterk introspektieve indruk, als iemand, die steeds naar binnen zag. Hij tuurde in diepten in het wezen der dingen, waar de meeste onderzoekers overheen zien. Zijn sterke menschenliefde, van huis uit, uit de kring der „Friends” meegebracht, maakte hem tot een vereerde persoonlijkheid voor de velen in alle landen, die hem om zijn doordringende wetenschappelijke genialiteit bewonderden. Hij behoort tot de weinigen, die de stempel van hun persoonlijkheid op de wetenschap van hun tijd hebben gedrukt.

ANT. PANNEKOEK.

