

geven? De meetkunde van Euclied is toch geen herschimschim, en wat we uit onze axiomata afleiden is toch waar? — De relativist houdt niet van intuïties in de physica, en is verder nog niet tot dien graad van abstractie gekomen: « We zullen zien, we zullen meten ».

Een reiziger (49) laat van uit het venster van zijn treinwagon een steen vallen. Veronderstellen we dat de beweging van den trein uniform is, en de luchtweerstand uitgeschakeld. De reiziger ziet den steen in een rechte lijn vallen. Voor den boer in het veld beschrijft dezelfde steen een parabool. Wie van de twee heeft gelijk? Wat doet de steen *werkelijk*? Voor den boer beschrijft hij *werkelijk* een kromming, voor den reiziger *werkelijk* een rechte lijn. En voor een steen die sneller valt vliegt hij *werkelijk* omhoog. Hoe is dit mogelijk? Dit is mogelijk omdat de steen op zichzelf *werkelijk* heelemaal niets doet!

Hier worden de mouwen opgestroopt. De steen valt en valt tevens niet en vliegt omhoog, de lijn is recht en tevens krom! En het beginsel van identiteit? En Euclied? En de objectiviteit onzer kennis? — De metaphysicus, de man van het absolute die den physicus eerst had bijgestaan, begint nu ook iets in zijn beenderen te voelen, en aarzelt. *Ettiam bonus Homeros aliquando dormitat.*

(Vervolgt.)

CHARLES DE KONINCK  
University of Detroit

(49) cf. Einstein, *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, § 3.

## Natuurwetenschappelijke Methodologie en Wijsbegeerte - IV

EINSTEIN'S voorbeeld van den trein en den vallenden steen heeft heel wat complexe problemen laten opduiken, en in het gebied der wijsbegeerte heel wat stof opgejaagd. Men heeft beweerd dat door de relativisten dergelijke voorbeelden worden aangehaald « pour épater le bourgeois ». Doch hiermee heeft het gezond verstand het probleem niet opgelost. Verlaten we voorloopig het standpunt van het gezond verstand om het probleem van naderbij te beschouwen (1).

Indien de reiziger in den trein een zeer modest man is zou hij kunnen toegeven dat de boer in het veld zich op een bevoorrecht standpunt bevindt — want de trein toch is het die beweegt —, en hij zal heel wat moeite doen om de contortie (van een parabool tot een rechte lijn) die hij van uit zijn standpunt constateert, van uit het standpunt van den boer te verklaren. Maar op een critisch gezinden reiziger die maar een flauwe achtting heeft voor moeder Aarde's astronomische positie zal de onbeweeglijkheid van den boer en zijn akker maar weinig indruk maken — hij zal niet zoo

(1) Herinneren we er nogmaals aan dat het hier niet gaat over de relativiteit als fysieke theorie die experimenteële bevestiging vergt. « Historiquement ces expériences (dont les résultats exigeaient un remaniement des idées fondamentales) sont importantes. Avant d'en arriver au changement radical, on a essayé le procédé des « coups de pouce ». La transformation de Lorentz, les énoncés successivement généralisés du principe de Relativité ont été les étapes par lesquelles, dans un esprit purement empirique, on a préparé une critique qui est maintenant indépendante de ces expériences puisqu'elle porte sur les mesures fondamentales et sur un critère d'objectivité des lois naturelles ». (Renouirte, *La critique einsteinienne*, blz. 13-14). — Met « het standpunt van het gezond verstand » bedoel ik bijv. dat door Bouasse ingenomen tegenover Einstein: « Ces prémisses sont contradictoires avec les données intuitives de notre cerveau, avec ce que Descartes appelle l'évidence, en ce que nous appellerons le sens commun. » (*La question préalable*, blz. 21).

gemakkelijk toegeven dat de rechte lijn die hij constateert een contortie is van de parabool van den boer. Zijn trein rijdt in de richting van de dalende zon, zoodanig dat hij erop bogen kan in zijn snelvarende trein onbeweeglijker te zijn dan al de boeren en al de akkers samen. Op den vallenden steen zit een vlieg die het prettig vindt dat de geheele aarde verplicht is haar tegemoet te komen en inderdaad inhaalt. Zij is evenzeer overtuigd van de onbeweeglijkheid van haar steen, als de boer van de onbeweeglijkheid van zijn akker, en met evenveel recht.

Allen kunnen zich met evenveel recht aan hun stelling vasthouden, aangezien de omstandigheden waarin zij meten niet dezelfde zijn. Wanneer de boer de lengte van zijn akker meet, dan meet hij de « eigen lengte » van dien akker, en de reiziger die evenzeer onbeweeglijk is ten opzichte van den trein, meet de « eigen lengte » van den trein. Doch wanneer de boer de lengte meet van den trein en de reiziger de lengte van den akker, dan komt een nieuw element in het spel. Om de lengte van den voorbijsnellenden trein te kennen moet de boer de afstand meten tusschen de twee punten van zijn akker die door de uiteinden van den trein terzelfder tijd doortrokken werden. Doch hierdoor leert hij enkel de afstand kennen tusschen die twee punten van zijn akker — zijn referentiestelsel —, hij heeft niet den trein zelf gemeten. Maar, zoudt ge zeggen, het komt toch op hetzelfde neer, aangezien de uiteinden van den trein *terzelfder tijd* bij deze twee punten waren.

Doch hier stelt Einstein zijn ontstimmend vraagje: wat is de gelijktijdigheid van twee verwijderde verschijnselen? De hoegrootheid van den tijd is iets dat we kennen door maat. « Deze stelling heeft voor den physicus geen zin tenzij hem de mogelijkheid wordt aangeboden practisch te bepalen of twee verschijnselen gelijktijdig zijn of niet. De definitie van gelijktijdigheid moet dus een middel geven om bijv. experimenteel te bepalen of de twee bliksemstralen (die op het spoor vielen) gelijktijdig waren of niet. Zoolang deze voorwaarde niet vervuld is vergist men zich als physicus (en ongetwijfeld ook als niet-physicus) wanneer men meent aan

de bevestiging van de gelijktijdigheid van twee verschijnselen een zin te kunnen geven » (2).

Wanneer we ons aan deze noodwendigheden onderwerpen (en we kunnen er niet buiten, want bij het meten ontstaat onze kennis van de hoegrootheid van den tijd, zoolang als die van alle andere hoegrootheden) constateeren we dat twee verschijnselen voor den eene gelijktijdig kunnen zijn en voor den andere niet, dat de lengte van den trein vanuit den trein gemeten niet dezelfde is als de lengte van den trein gemeten van uit den akker.

Doch wat is de werkelijke lengte van den trein? Wat bedoelt men met « werkelijke » lengte? Er zijn werkelijk verschillende referentiestelsels, en de lengte waarvan sprake, is de lengte van den trein genomen van uit het een of het ander referentiestelsel, en een andere kennen we niet. Die vraag komt dus hier op neer: Welke is de lengte van den trein buiten zijn lengte om? Het eenige antwoord dat we voorloopig geven kunnen is: De eenig werkelijke lengte van den trein is de verschillende werkelijke lengten naar gelang het referentiestelsel.

Nu eerst weigert de metaphysicus deze uitkomst van een strenge toepassing van de definitie die hij van de hoegrootheid gegeven had te aanvaarden. De grootheid die ons bij onmiddellijke waarneming gegeven wordt is toch absoluut: *dit* is buiten *dat*, en *dan* is buiten *nu*; deze *extraneïtas* is een eigenschap van de stoffelijke dingen. Bij het meten bepalen we de hoegrootheid van die grootheden: *absoluut* geldt dus voor beide gevallen (3). Buiten het meten om is de hoegrootheid niet gekend. Wanneer echter het meten tot contradictorische resultaten leidt is er zeker iets dat niet in den haak is. Daarom sluit hij zich aan bij den classieken physicus om de apriori noodzakelijkheid van de absolute

(2) Einstein, *op. cit.*, § 8. — « Que le logicien qui s'étonnera de voir « simultané » défini par « simultanéité », veuille bien remarquer qu'on définit ainsi la coïncidence temporelle de deux événements distants par la coïncidence spatiale temporelle de deux autres événements. » (Renoirte, *art. cit.*, blz. 26).

(3) Voor de betekenis van *absoluut*, zie onze vorige bijdrage, *Kultuurleven*, nr. 2, blz. 185-187.

heid der hoegrootheden te onderstellen: gelijktydigheid op afstand moet absoluut zijn, een van de bekomen lengten moet absoluut zijn: er moet een referentiestelsel zijn dat bevoorrecht is.

Het negatieve resultaat van het Michelson-Morley experiment heeft hen dan ook niet kunnen overtuigen. Een tijd lang hebben zij de nauwkeurigheid van dit experiment in twijfel getrokken. Doch vernieuwde experimenten hebben hen dit wapen ontnomen. Men had daarbij in de Fitzgeraldcontractie, waarbij lichamen zouden inkrimpen in de richting waarin zij bewegen, een toevlucht gezocht. Doch deze absolute contractie, die door compensatie het Michelson-Morley experiment verklaren moest, veronderstelt weer die absolute ruimte die nog steeds geen experimenteelen zin heeft. Liever dan dit laatste punt te laten varen, besluiten zij dat de natuur ons door het compenseerend effect van de contractie haar bevoorrechte referentiestelsel verbergt. Indien we dit standpunt innemen wordt physica een gewaagd stuk. De natuur schijnt onzen drang naar absoluten voor den gek te houden. Wij beklagen de hypothetische physici van een nevel varend met een snelheid van 1600 Km.-sec., waarbij de Fitzgeraldcontractie van beteekenis wordt. Immers, wanneer zij menen een vierkant te trekken, maken zij in werkelijkheid een raam. Hun maten moeten deerlijk verwrongen zijn, en hun physica absurd. Doch het geval wordt potsierlijk wanneer we beseffen dat de nevelphysici met evenveel medelijden, en evenveel recht op ons neerkijken om onze ongunstige situatie — deze nl. van in beweging te zijn met een snelheid van 1600 Km.-sec. (4).

Het geval is heelemaal niet potsierlijk, protesteert de metaphysicus. Ik geef toe dat men de absolute grootheden experimenteel niet ontdekken kan, doch er moeten absolute grootheden zijn omwille van het identiteitsbeginsel. Hieruit volgt dan noodzakelijk dat de natuur ons de reële hoegrootheden verbergt, zoodanig dat men in de physica nooit

(4) Zie Eddington's uiteenzetting van dit probleem in *The nature of the physical world*, chapt. I en II.

volle zekerheid hebben kan, doch in werkelijkheid vergist zich tenminste een van de twee physici. Een ding kan immers niet in hetzelfde opzicht zus en zoo zijn. Welnu, lengte bijvoorbeeld is toch wel één opzicht!

Een situatie wordt wijsgeerig bijzonder hachelijk wanneer zij het allerevidentste — het identiteitsbeginsel — in opspraak brengt. De metaphysicus die door dit beginsel verplicht wordt den relativist, of een losbollig wijsgeer te waarschuwen, verdedigt stellig een edele zaak. Doch er is gelukkig geen beginsel waarover men het in de toepassing minder eens is dan het allereerste en het allerevidentste. Het ontbreekt het algemeen beginsel zeker niet aan absolute grootheden zelfs wanneer de metaphysicus zegt dat er absolute grootheden zijn moeten, zal hij door alle relativisten worden toegejuicht: « Wij ook zoeken naar absoluten, maar gij zoekt die waar ze niet te vinden zijn, en daarom meent ge dat de natuur den physicus fopt ». Doch het precies verband van dit beginsel met een bepaald probleem dringt zich niet altijd met de gewenschte duidelijkheid op. Gansch de wijsbegeerte bestaat ten andere in het zoeken van die verbanden.

De overgang van het algemeen beginsel naar, en de onmiddellijke toepassing op de physieke hoegrootheden is eenigzins overhaast. Ook de metaphysicus moet toegeven dat een physieke hoegroothed bepaald wordt door de wijze waarop men haar meet. *Wijze* sluit in al de omstandigheden waarin men meet. Welnu, het referentiestelsel behoort toch wel bij de omstandigheden van het meten. Welnu, de referentiestelsels verschillen, en dan nog *werkelijk* en noodzakelijk. Een epistemologische interpretatie valt buiten kwestie. Hoe kan een gegeven voorwerp verschillende lengten hebben? is gelijk aan de vraag: Hoe kunnen er verschillende referentiestelsels zijn? En deze is weer gelijk aan de vraag: Hoe is de beweging mogelijk? Physici die ten opzichte van mekaar in beweging zijn kunnen verschillende lengten bekomen omdat zij niet hetzelfde meten: de referentiestelsels verschillen: dus ook de maat: dus ook de hoegroothed.

Besluit: het kan dus onmogelijk om het « hetzelfde »

gaan in metaphysischen zin. De metaphysicus postuleerde dus: a) dat men bij het meten onmiddellijk de gegeven *extraneïtas* bereikt; b) dat de bekomen maat onmiddellijk in verband staat met de grootheid 'accident van een stoffelijke substantie. Welnu, tusschen physisch gemeten grootheid, en grootheid 'accident van een stoffelijke substantie bestaat er geen onmiddellijk gegeven verband (5). Het metaphysisch substratum van den meter, het instrument waarmee ik meet, is mij een mysterie. Hij kan één substantie zijn, hij kan er evenwel een miljard milliard zijn. Physische maten deelen de wereld niet in substanties. De physicus meet gebeurtenissen, die het eenig onmiddellijk voorwerp zijn onzer zinnelijke kennis. Van de *extraneïtas* gaat men tot de substantie, niet van een bepaalde hoegrootheid. Een substantie physisch beschrijven heeft geen zin, en de pogingen door scholastici aangewend om tusschen physieke entiteiten, en metaphysische entiteiten een « in concreto » bepaalbaar verband te zoeken evenmin. De major van die in scholastische handboeken klassiek geworden argumenten geldt zoo goed voor een photon als voor een atoom of molecule. Tusschen het ensemble van ver uiteen gezaaide elektronen, en den substantieelen mensch ligt voor ons een onoverbrugbare kloof. De scholasticus die zich op de hoogte houdt van de moderne wetenschappen met het inzicht dien afgrond te overbruggen geeft zich een hoop verloren moeite. Een bepaalde physieke theorie zal hem toelaten een mooie synthese te maken. Wanneer hij dan van zijn speculaties terug tot de werkelijkheid komt constateert hij dat de physica een geheel nieuwe richting heeft ingegaan, die zijn synthese in den wind zaait. Er bestaan voorbeelden van scholastici

(5) « ...Mais, quand nous pouvons ainsi tout répéter, connaissons-nous les choses »? Non, l'élément de notre connaissance sensible n'est pas « une chose », mais un événement. Une chose est pour le physicien une série d'événements. Et en effet, le physicien est celui qui synthétise les rapports numériques unissant les mesures fournies par des instruments. L'instrument ne connaît pas la substance, il fournit un nombre à propos d'un événement. Muni de ses appareils, qui sont un peu lui-même, le physicien observe donc l'ensemble des événements. » (Revue, art. cit., blz. 31).

die niet aarzelden daarom de nieuwe theoriën te verwerpen (6).

De groote verwarring bestaat dus in de vereenzelviging van het formeel vertrekpunt van den metaphysicus met dat van den physicus. De eerste vertrekt van de niet-gemeten grootheid, de tweede van de gemeten grootheid. Eddington heeft wel gelijk wanneer hij het formeel voorwerp der physica bepaalt als « pointer readings ». De metaphysicus heeft ongelijk wanneer hij meent deze onmiddellijk te moeten vereenzelvigen met de tijdruimtelijke *extraneïtas* die hun gemeen materieel vertrekpunt is, en dat als dusdanig de grondslag is van de continuïteit dier wetenschappen.

Van dit onmiddellijk gegeven vertrekt de metaphysicus, gegeven dat hij eerst als *iets* verklaren wil. Het opzicht *dit-dat*, of *nu-dan*, zal hem toelaten dit *iets* nader te bepalen: het is beperkt. Twee stellingen zullen hem de mogelijkheid van een beperkt iets verklaren: die van de samenstelling van wat niet zijn is zonder meer uit daad en aanleg, en die van het bestaan van een transcendentiaal absolute. Het beperkte veronderstelt, evenals het transcendentiaal absolute, een « in-zichzelf-zijn ». Verder ontleedt hij het speciaal soort beperktheid waarvan hij vertrok: hij verklaart de *extraneïtas* als de eigenschap van een substantie: deze wordt als mogelijk verklaard door de wezenlijke samenstelling uit een beginsel van bepaaldheid (vorm) en een van onbepaaldheid (oerstof): deze verklaren een substantie die uitgestrektheid

(6) « Mag de uitgestraalde warmte dan toch maar zonder meer vereenzelvigd worden met de warmtebron? Of het uitgestraalde licht met de bron, de onmiddellijke oorzaak van dat licht? » (Th. De Valk, *Bij de hedendaagsche natuurwetenschappelijke synthese*, Thomistisch Tijdschrift, 1933, nr. 2, blz. 242). Ongetwijfeld gaat het hier om een andere warmte, licht, bron, dan die welke in de physica gekend zijn. Zonnlicht is stukken van de zon die op ons worden afgeschoten met massa net als kasseistenen, en die bij voldoende hoeveelheid ons zouden onverwerpen, net als het water uit een brandspuit. Wanneer ik een emmer water uitgiets, mag ik dan zeggen dat het water in den emmer de onmiddellijke oorzaak is van het uitgestorte water? Heeft dit wel zin? Indien nu licht en materie (in physichen zin) « euhetische physikalische Phänomene » zijn, daar kan de physicus toch ook niets aan doen. Wat bedoelt de schrijver eigenlijk met « uitstralen » en « bron »?

heeft en duurt (7). Ook de mathematicus kon van hieruit onmiddellijk vertrekken (8).

Het geval van den physicus is niet hetzelfde. Hij zoekt te weten hoe groot het gegeven is. Omdat dit niet onmiddellijk gegeven is moet hij meten: aan het meten zijn zekere voorwaarden verbonden: hij kan slechts het object bereiken in zoover hij aan die voorwaarden voldoet. Deze zijn bepaald, en bepalen zijn maat, en deze bepaalt de hoegrootheid. Hij meet dus niet onvoorwaardelijk die tijdruimtelijke extraneïtas. Welnu, de voorwaarden verschillen. Ook de bekomen grootheden moeten dus noodzakelijk verschillen.

Het kan dus onmogelijk over « hetzelfde voorwerp » gaan in metaphysischen zin, dat ten andere geen physische beteekenis krijgen kan. Het is dus wel de metaphysicus die de verwarring sticht wanneer hij meent te weten wat hij bedoelt met « verschillende lengten van hetzelfde voorwerp », door nl. op een physisch terrein een metaphysische draagwijdte te geven aan de uitdrukking « hetzelfde voor-

(7) Het classieke voorbeeld van den overgang van een steenblok naar een beeld in verband met het hylemorfisme wordt gewoonlijk zeer onbehendig aangebracht. Het is natuurlijk onverschillig of de steenblok en het beeld substanties zijn of niet: een of millioenen. Het is voldoende dat we inzien dat die tijdruimtelijke extraneïtas een substantie onderstelt, die verder moet samengesteld zijn uit oerstof en vorm. We zijn onszelven als een substantie bewust: m. a. w. in ons bewustzijn herkennen we de eigenschappen van de metaphysische beschrijving van een substantie. In onze medemenschen herkennen we dezelfde teekenen. Doch gansch hun beteekenis voor ons is afhankelijk van wat wij van onszelven min of meer direct kennen. Aldus transposeren we deze notie verder tot dieren en planten. Doch voor de physische wereld is het een ander geval. « Découpage » is hier onmogelijk, hoewel we voor de algemeene stelling van het hylemorfisme evengoed van een huis kunnen vertrekken als van een vlieg.

(8) Omnis nostra speculatio dependet ab inductione sicut dependet a sensu et experientia: unde si propositiones universales alicujus scientiae non sunt ita abstractae et communes quod ex quocumque individuo manifestari possit ipsarum veritas, sed ex plurium numeratione et experientia pendeat, sicut scientiae naturales, non sunt ita certae sicut aliae scientiae abstractiores et communiores, ut metaphysica et mathematicae, quorum principia in uno individuo habent totam certitudinem ut: quodlibet est vel non est. J. a S. Thoma, op. cit., loc. cit. — « On doit dire à ce point de vue que le fait qu'il existe quelque chose, le fait qu'il existe une multiplicité, qu'il existe du changement et du devenir, qu'il existe de la connaissance et de la pensée, qu'il existe du désir, sont proprement des Faits Philosophiques. » (Maritain, Degrés du Savoir, blz. 114).

werp ». De physicus bepaalt zijn voorwerp bij het meten, en maat bepaalt niet het metaphysisch substratum.

Bestaan er dan absolute grootheden? De metaphysicus is er zeker van. De quantiteit is een determinatie van een stoffelijke substantie, zij kan dus niet in hetzelfde opzicht zus en zoo zijn. Daarom bestaan er in de natuur absolute verhoudingen. Hier is ieder substantie beginsel van haar eigen quantiteit. Doch waar liggen die absolute grootheden, hoe zijn zij, welke is hun experimenteele beteekenis? Deze is een andere vraag.

Omdat de physicus een mensch is, is hij tevens onverbiddelijk metaphysicus. Ook hij weet dat er in de natuur absolute grootheden bestaan. De absolute grootheden die hij zoekt zullen echter een experimenteele beteekenis moeten hebben. Niemand kan hem beloven dat hij die vinden zal. Hij begint met de relativiteit der verschillende referentiestelsels: een experimenteel feit. Het Michelson-Morley experiment, van uit dit standpunt gezien, openbaart hem een tweede experimenteel feit: een grootheid die dezelfde blijft voor gelijk welk referentiestelsel: de constante snelheid van het licht. Nu moet hij deze twee feiten verzoenen. Einstein heeft deze taak vervuld, samen met Minkowski, door tijd en ruimte ineen te werken tot een vierdimensioneel continuum: drie van ruimte en een van tijd. Bij deze logische verzoening krijgen absolute grootheden en verhoudingen een physischen zin. Doch het gaat hier om een physische theorie. De waarde van een physische theorie zullen we eerst later bespreken.

Kan er echter een gesloten continuïteit getrokken worden tusschen absolute grootheden in physischen zin, en de absolute grootheden waarvan de metaphysicus gewaagde? We weten dat die continuïteit bestaat, zooals we weten dat er continuïteit bestaat tusschen « mensch » en « electronen », doch we kunnen haar onmogelijk expliciteeren, omdat we ons noodzakelijk op het eene of het ander standpunt moeten plaatsen, die ieder hun eigen formeel object bepalen: objecten die niet expliciet kunnen geïdentificeerd worden. Het

eene kan uit het andere niet afgeleid. Van een deductieve continuïteit kan dus geen spraak zijn.

De metaphysicus kan spreken van grootheid als *extraneitas*, van hoegrootheden kan hij niet spreken zonder physicus te worden. Hetzelfde zal gelden voor de wetten. Hij kan wel verzekeren dat er in de natuur orde bestaat, doch juist hoe en waar die orde verwezenlijkt is kan hij onmogelijk zeggen. Worden de fysieke elementen beheerscht door primaire, of door probabiliteitswetten? Heerscht in de natuur physisch determinisme, of indeterminisme? Die vragen kan hij onmogelijk apriori beantwoorden. Zoolang aan die termen geen metaphysische draagwijdte gegeven wordt is het hem totaal onverschillig.

\*  
\*

De stelling die wij in deze eerste reeks bijdragen verdedigd hebben wordt door de scholastici over het algemeen niet aangenomen. In 1924 werd zij voor het eerst duidelijk geformuleerd en vooruitgezet door Fernand Renoirte in zijn artikel *La critique einsteinienne des mesures d'espace et de temps*, waarvan hij in 1923 de premissen gegeven had in *La théorie physique* (9).

In 1924 schreef hij:

Y a-t-il dans les choses un absolu correspondant à la « longueur »?... le dénombrement qui nous fait atteindre un nombre pur est une opération absolue. La « longueur » n'est pas un nombre pur, elle est une grandeur physique. Sa définition réside dans la description de son procédé de mesure laquelle comporte un instrument qu'on ne peut que montrer.

Puisqu'une affirmation de physique signifie que tel procédé appliqué à tel objet a fourni telle mesure, peut-on supposer à juste titre que cette affirmation nous donne sur l'objet étudié un renseignement indépendant du procédé de mesure? Peut-on dire que la « longueur » tout court est un absolu?

...Mettant en coïncidence un mètre et un objet d'expérience nous dirons que nous mesurons la « longueur propre » d'un objet, mais nous dépasserions nos droits en affirmant que avoir telle « longueur » est en soi une propriété du corps.

(9) Het spreekt van zelf dat we de schrijver niet verantwoordelijk stellen voor de wijze waarop wij zijn stelling interpreteren.

In 1925 meende Roland Dalbiez, Prof. Renoirte te moeten waarschuwen voor een metaphysisch relativisme, en corrigeerde:

« Y a-t-il dans les choses un absolu correspondant à la longueur? » A cette question un philosophe professant un réalisme franc aurait répondu: toute grandeur existante doit être déterminée, c'est le principe d'identité lui-même qui l'exige. « Orme ens est aliquid » mais il faut distinguer avec soin l'affirmation de l'existence d'une grandeur absolue et la possibilité pour nous de préciser « in concreto » laquelle est cette grandeur absolue, d'affirmer par exemple que tel objet matériel conserve la même grandeur absolue (10). La réponse à la première question est un « oui » très ferme, la réponse à la seconde est un éternel « ignorabimus » (11).

Gaat het bij deze schrijvers wel over hetzelfde? Abstraheert Dalbiez niet van de fysieke hoegroothed zooals we die bepalen? Kan en mag men wel abstractie maken van het object zooals het gegeven wordt in de maat en anders heelmaal niet gekend is? Kan een niet gemeten lengte wel zin hebben? Mag de metaphysicus zijn transposities maken alsof die hoegrootheden direct bereikt werden, alsof wij hen zoo kenden dat we een onmiddellijke en nauwomschreven overgang kunnen maken naar hun metaphysisch substratum?

We zijn zeker dat er in de dingen (in metaphysischen zin) een absolute is dat aan de lengte beantwoordt. De fysieke lengte hangt zeker niet in de lucht. Er moet een reël absolute reden zijn waarom eenzelfde voorwerp (in fysischen zin) reël verschillende lengten heeft naar gelang het referentiestelsel. Maar hoe juist zullen we dat absolute substratum bepalen? Bemerkt goed, het gaat hier om de absolute grootheid door den metaphysicus ondersteld, en niet over de absolute fysieke grootheid der relativiteitstheorie die de eerste niet kan vervangen.

Om deze *in specie* te kunnen bepalen zou een fysieke maat ons moeten de ontologische structuur geven van de

(10) Wat de schrijver met dit « conserveren » bedoelt kunnen we onmogelijk uitsmaken. Gaat het hier om de absolute grootheid die zou kunnen veranderen naar gelang het referentiestelsel?

(11) *Dimensions absolues et mesures absolues*, Revue Thomiste, 1925, blz. 153-154.

stoffelijke dingen. Hoe kunnen we dat absolute substratum anders bepalen dan als de ontologische voorwaarde van wat men bij het meten bereikt? Kan men lengte metafysisch bepalen? Kan men van een fysieke eigenschap spreken buiten alle maatprocedé om? Ook de absolute grootheden der physica bepaalt men door hun gelijkheid voor gelijk welk referentiestelsel (12). Om van het formeel aspect der fysieke hoegrootheden iets te vernemen moet men zich tot den physicus wenden.

Wat Dalbiez zelf met absolute grootheid bedoelt is daarbij niet duidelijk. Uit de absoluteheid van het getal leidt hij de absoluteheid van het continuüm af (13). De absolute continue grootheden zijn onkenbaar, of liever, kunnen in concreto niet bepaald worden: ze zullen ons eeuwig verborgen blijven. Een experimenteële kennis van hun metafysisch substratum heeft inderdaad geen zin. Een dimensie zou echter physisch absoluut zijn indien zij dezelfde was voor

(12) Men kan er dus niet aan denken dan eerst de relativiteitstheorie te aanvaarden wanneer zij een slaagt absolute grootheden te ontdekken, aangezien de waarde van deze theorie afhankelijk is van een premisse die men contradictorisch heeft. De isotropie van het licht heeft wel een rol die een zekere analogie biedt met de eerste sfeer der oude physica, die de absolute maatstaf was voor tijd en beweging. Aldus spraken de scholastici van absolute tijd en beweging. (Zie A. Mansion, *Le temps chez les péripatéticiens médiévaux*, Rev. Néo-scol., 1934, blz. 274). Deze absolute kunnen teruggevonden, doch niet zonder de premissen die eraan verbonden zijn te aanvaarden.

(13) Dalbiez schrijft: « Ainsi par exemple n'avant pas vérifié le contenu de mon porte-monnaie j'ignore si le nombre des pièces de monnaie qu'il contient est pair ou impair, je puis néanmoins affirmer a priori que ces deux hypothèses sont les seules réalisables et que l'une d'elles est réalisée déterminément, bien que je sois incapable de préciser cette détermination. Il en va de même pour les notions de figure absolue, dimensions absolues, simultanéité absolue, durée absolue » (blz. 157). In het artikel van Renouirte dat door Dalbiez geciteerd wordt leest men: « Considérons un panier d'œufs. La question: combien y a-t-il d'œufs dans ce panier? n'est en aucune façon ambiguë; personne ne doute que ce nombre soit parfaitement déterminé. Le nombre d'objets déterminés d'un ensemble déterminé est absolu... le dénombrement qui nous fait atteindre un nombre pur est une opération absolue. La « longueur » n'est pas un nombre pur, elle est une grandeur physique... La proposition: la longueur de ce pont est 50 mètres implique bien autre chose que la proposition: ce pont a sept arches... » (blz. 16-17). Heeft Dalbiez met dit onderscheid rekening gehouden? (Vergl. nota 34 van onze vorige bijdrage, *Kultuurleven*, nr 2, blz. 181). Zijn « il en va de même » is een postulaat dat hij niet gerechtsvaardigd heeft.

gelijk welk referentiestelsel. Wil hij tevens de kenbaarheid van deze uitsluiten? Hij moet wel. Zijn standpunt verplicht hem daartoe: hij kan onmogelijk de relativiteitstheorie aanvaarden (14). Dit kan hij ten andere niet zolang hij de eenig mogelijke definitie van een fysieke grootheid niet aanvaardt, zolang hij van « bepaalde hoegrootheden » spreekt buiten alle maatprocedé om.

Maritain's meening omtrent deze zaken is zeer ingewikkeld. Ook in zijn laatste boek onderschrijft hij de leer van Dalbiez (15). Het is hem nochtans mogelijk de relativiteitstheorie te aanvaarden als fysieke theorie. Dit omdat mathematische physica slechts « obliquement » werkelijkheidswaarde heeft. Wij zouden zeggen dat een fysieke theorie werkelijkheid benaderende waarde heeft, en dan nog rechtstreks. Het hangt er nu natuurlijk van af wat men met werkelijkheid zool bedoelen kan.

Hij spreekt van « la découverte de la possibilité d'une science universelle de la nature sensible informée non par la philosophie, mais par les mathématiques; disons d'une science *physico-mathématique* » (16). Wij meenen integendeel dat er nooit een physica bestaan heeft tenzij in zoover zij mathematisch was.

Hoe juist is de physica mathematisch?

...cette réalité ontologique, ces causes physiques, elle les envisage exclusivement sous l'angle mathématique, elle ne les considère que suivant certaines traductions analytiques, suivant certaines coupes mathématiquement effectuées... c'est dans le mesurable qu'elle résout tous ses concepts, le mesurable seul a un sens pour elle. Et une fois en possession de ses mesures, elle vise essentiellement à tisser entre elles un réseau de relations mathématiques à forme déductive qui constituent son objet formel et qui, sans doute, devront se compléter par une

(14) « De sorte que quand M. Einstein énoncera « qu'entre deux événements il n'existe point une relation absolue temporelle, mais une relation absolue spatiale » le métaphysicien l'avertira que le problème passe sa compétence. Une pareille proposition est transcendante à la physique. » (art. cit., blz. 156-7). Dalbiez meent natuurlijk dat in de relativiteitstheorie tijd en ruimte zoodanig gefusioneerd worden dat zij niet langer van elkander onderscheiden zijn, en absoluut. (Zie Eddington, op. cit., chap. III).

(15) Zie *Les degrés du savoir*, blz. 276, 309, 339, waar Dalbiez ruim geciteerd wordt.

(16) op. cit., blz. 83.

certaine reconstruction hypothétique du réel physique, mais auxquelles il est seulement demandé que leurs ultimes résultats numériques coïncident avec les mesures effectuées sur les choses par nos instruments (17).

Nergens maakt hij het ons duidelijk wat juist een fysieke maat is en welke haar werkelijkheidswaarde is. Daar hangt natuurlijk alles van af. De maatgetallen van den physicus zijn geen abstracte getallen. Ongetwijfeld is de grootteheid waarvan de physicus formeel vertrekt een gemeten reële grootteheid: een werkelijk gedetermineerde hoegrootteheid. Zijn getal is de maat van een onmiddellijk als werkelijk gegeven of uit onmiddellijke gegevens afgeleid voorwerp, zonder dat dit getal het voorwerp metaphysisch specificceert. Werkelijkheid is hier niet dubbelzinnig. Het getal wordt hem gegeven als een reële grootteheid: als de werkelijke benadering van een reële grootteheid. Ook als physicus weet hij dat zijn maten die grootteheid slechts benaderen. In opzicht van werkelijkheid is zijn vertrekpunt niet minder werkelijk dan dat van den metaphysicus. Doch de metaphysicus beschouwt de werkelijkheid als zoodanig, terwijl de physicus de hoegrootteheid zoekt van een werkelijk gegeven: een abstracte hoegrootteheid heeft voor hem geen physischen zin. De werkelijkheid blijft voor hem normatief, hoe wel hij zich niet bekommert om te weten hoe een reële grootteheid als zoodanig mogelijk is.

In de physica gaat het evenmin om mathematische verhoudingen zonder meer. Haar verhoudingen zijn verhoudingen van concrete maatgetallen, die een werkelijke verhouding beoogen, al kunnen zij nooit meer dan de werkelijkheid benaderen.

Wordt ook niet te veel nadruk gelegd op de wetten der physica als haar formeel object? Maritain stapt al te vlug

(17) op. cit., blz. 121-2. — Maritain citeert Eddington in verband met deze stelling. Mag hij wel abstractie maken van Eddington's beschouwingen over Reality in Hoofdstuk XIII van *The nature of the physical world*. De stelling hier is dat de maten ons geen kennis geven van den ontologischen ondergrond der fysieke entiteiten, doch de maatgetallen zijn niet minder werkelijk dan die ondergrond zelf. De noodzakelijkheid van dien ondergrond vatten wij met dezelfde evidentie als de werkelijkheid van de fysieke grootheden

over den inhoud en de waarde van het vertrekpunt. « Du réel, elle ne retient que son comportement mesurable, les mesures prises sur lui par nos instruments, — et ces mesures, c'est bien quelque chose de réel, c'est grâce à elles que les entités et les symboles de la physico-mathématique sont fondés dans la réalité. Mais (voegt hij er onmiddellijk bij) c'est dans le mesurable qu'elle résout tous ses concepts, le mesurable seul a un sens pour elle. Et une fois en possession... » Waarin bestaat die overgang van « mesures... quelque chose de réel » naar « mesurable »? Is het niet in de reële maten « qu'elle résout tous ses concepts »? De maatgetallen zijn toch niet zoo van de werkelijkheid onttrokken dat zij slechts zijdelings die werkelijkheid voorstellen? Moeten we niet zeggen dat een fysieke maat slechts betekenissen heeft in zoover zij een concrete werkelijkheid insluit? Is het niet van hieruit dat men aantoonen moet waarom de physica mathematisch is, doch steeds physica?

Wordt dan, volgens Maritain, in de maten de werkelijkheid niet bereikt? Absoluut. Maritain verwijt Eddington de uitdrukking: « de buitenwereld der physica is een wereld van schaduwen ». « M. Eddington paraît oublier ici que non seulement les mesures recueillies par nos appareils nous livrent quelque chose de réel (qui peut sembler une « ombre » au regard de notre univers familier, le philosophe cependant sait que ce sont autant de points d'émergence par où un aspect des choses existant en soi nous apparaît)... » (blz. 314). Dit verwijt gaat niet op. Eddington beweert immers niet dat die schaduwen irreëel zijn. De reële fysieke maten zijn slechts schaduwen van een reël substratum dat in de maten zelf niet ge-expliciteerd wordt. « Schaduw » is tenslotte een zeer gelukkige term. Maritain's verwarring is hier duidelijk genoeg. Hij isoleert een fysieke grootteheid, hij vereenzelvigt de gemeten grootteheid met de *extraneïtas*. Zijn vertrekpunt is niet alleen uitgestrektheid, doch een bepaalde hoegrootteheid. Die *points d'émergence* bepalen dan een hoegrootteheid, een bepaalde reële hoegrootteheid, die door den wijsgeer behandeld wordt. Hij abstraheert ten onrechte van de notie van maat zelf, hij

verwaarloost een puntje waarop Renoirte niet ten onrechte tot vervelens toe insisteert. Wanneer men van reële hoogthoeft spreken mag men de voorwaarden niet uit het oog verliezen. In feite is Maritain eerst physicus, en filosofeerde dan met fysieke gegevens, een terrein waarin hij als wijsgeer onvermijdelijk verloren loopt. Hier wordt dan zijn stelling duidelijk: « Du réel, (la physico-mathématique) ne retient que son comportement mesurable... » De extraneïtas is een door zichzelf onmiddellijk bepaalde hoogthoeft. De physicus beschouwt haar niet als een reële hoogthoeft, doch slechts als meetbaar. Dit meetbare wordt zoodanig geïsoleerd, dat men het alleen uit een mathematisch oogpunt beschouwt. Het wordt een « coupure mathématique » effectuee. En dan volgt: « La physico-mathématique n'est pas une science formellement physique... » (blz. 120). Vergaat hij niet dat het formeel voorwerp der physica drie onafscheidbare elementen bevat: *concreet, maat, en getal*? En is tenslotte geheel zijn theorie niet gesteund op de veronderstelling dat het materieel voorwerp waarvan de physicus vertrekt op de een of andere mysterieuze wijze reeds gemeten is?

Omdat Maritain dit puntje voorbij ziet kan hij zeggen: « Une telle science... apparaît de prime abord comme une mathématisation du sensible... » (18). Nous voyons la nouvelle physique tendre expressément à une complète géométrisation... (19). Disons que les nouvelles conceptions scientifiques

(18) op. cit., blz. 269-270.

(19) op. cit., blz. 306. — Einstein heeft inderdaad gezegd: « It is my conviction that pure mathematical construction enables us to discover the concepts and the laws connecting them which give us the key to the understanding of the phenomena of Nature. Experience can of course guide us in our choice of serviceable mathematical concepts; it cannot possibly be the source from which they are derived; experience of course remains the sole criterion of the serviceability of mathematical construction for physics, but the truly creative principle resides in mathematics. » In a certain sense, therefore, I hold it to be true that pure thought is competent to comprehend the real, as the ancients dreamed. Maar men mag niet de context vergeten: « Pure logical thinking can give us no knowledge whatsoever of the world of experience; all knowledge about reality begins with experience and terminates in it. Conclusions obtained by purely rational processes are, so far as Reality is concerned, entirely empty. » (On the method of theoretical physics, Herbert Spencer Lecture, Oxford 1933, blz. 7 & 12).

tifiques ne font que manifester plus hardiment le dessein de transmuter la physique en une mathématique universalisée » (20).

Dit brengt ons inderdaad zeer ver van de fysieke maten als getallen van reële entiteiten. Maritain zegt het zelf uitdrukkelijk: de getallen van den physicus zijn niet dezelfde als de getallen van de *mensura extrinseca* van den wijsgeer (21). Waar de wijsgeer die intermediaire grootheden gevonden heeft wordt ons niet gezegd.

Het ware naïf, meent hij, aan de ruimte van de relativiteitstheorie werkelijkheidswaarde (22) te geven, in den zin dat zij de reële ruimte zijn zou (23).

Fysieke maten — hoewel onvermijdelijk approximatief — hebben werkelijkheidswaarde. In de wetten beoogt men verhoudingen van reële grootheden: reële verhoudingen. Door een theorie tracht men die reële verhoudingen te verklaren. Fysieke maten, wetten, en theoriën, zijn waar in zoover zij de werkelijkheid benaderen. Buiten deze referentie om hebben zij geen zin. Deze waarheid mag toch niet verward met de logische waarheid van een theorie. Zonder dit zou de physica ons niets kunnen leeren omtrent de reële structuur van het heelal. Men stelt een theorie omdat men meent daarin de werkelijkheid te benaderen. Volgens Maritain zou dus een fysieke theorie van de ruimtelijke structuur onmogelijk een benadering kunnen zijn van de reële ruimte in wijsgeerigen zin. We kunnen niets inbrengen tegen deze onderscheiding, maar we kunnen zeker niet instemmen met Maritain's opvatting van den inhoud van het wijsgeerig begrip van ruimte. Tenzij we een intuïtie hebben van de bepaalde ruimtelijke structuur, kunnen we onmogelijk onvoorwaardelijk die structuur bepalen. Een

(20) op. cit., blz. 365.

(21) op. cit., blz. 276-278, n. — Vergl. hiermee II Sent., dist. II, q. 1, a. 2, ad 1.

(22) Maritain onderscheidt tusschen werkelijkheid in wijsgeerigen zin, en werkelijkheid in fysischen zin. Is echter de werkelijkheid waarvan de physicus vertrekt niet zoo werkelijk als die waarvan de metaphysicus vertrekt? Is tenslotte de oerstof meer werkelijk dan een electron? Ontbreekt het zijn voorwerp aan werkelijkheid omdat hij het niet exclusief onder opzicht van werkelijkheid beschouwt?

(23) op. cit., blz. 324, sq.

dergelijke intuïtie zou ons, m. i., tegelijkertijd onmiddellijk de ruimte geven en in wijsgeerigen en in fysici'schen zin. We hebben een intuïtie, meent Maritain, waarin het ons duidelijk is dat de reële ruimte, in wijsgeerigen zin driedimensioneel euclidiaansch is zonder meer: « ...l'espace tridimensionnel euclidien seul est directement constructible dans l'intuition. Les autres ne satisfaisant que par l'intermédiaire de cet espace à la condition posée » (24). « Constructibilité directe dans l'intuition imaginative » is het eenige criterium voor een reële ruimte in wijsgeerigen zin. Louter wiskundige intelligentie volstaat niet. Deze concessie is zeer belangrijk. Een zuivere analysis van de *extraneïtas* die onmiddellijk gegeven is, zegt ons niets omtrent de bepaalde noodzakelijke structuur der ruimte, hoewel die *extraneïtas* als absoluut reël gegeven is. Wat men van grootheden niet onmiddellijk kent, wordt slechts voorwaardelijk gekend. Deze voorwaarde is voor ons de maat. Maritain doet echter beroep op « l'intuition imaginative ». Ik ben niet zeker dat ik begrip wat hij daarmee bedoelt. Moet deze vereenzelvigd met de onmiddellijkheid der *extraneïtas*? Wanneer men het accent legt op *intuition* zou men kunnen zeggen dat een bewijsovervoering onnoodig is. De zaak komt echter in een geheel ander licht voor wanneer men het accent legt op *imaginative*, wat dan ook de betekenis en draagwijdte van die intuïtie beperkt. Ze is niet zuiver rationeel. Er is dus een zekere voorwaardelijkheid. Moet ons voorstellingsvermogen arbitrair zijn? Zou die voorwaarde niet een voortzetting zijn van de bepaalde voorwaarden waarin we de hoegrootheid vatten? Is de bevestiging dat de ruimte universeel driedimensioneel euclidiaansch is soms niet een voorbarige veralgemeening zooals het bij het stellen van wetten vaak het geval is?

Maritain zou ongetwijfeld ook een onderscheid maken tusschen de natuurlijke geometrie, en de reële ruimtelijke structuur. De eerste geeft ons de « réel physique », de laatste de « réel ontologique ». Wanneer dan de fysicus experimenteel ontdekken zou dat de fysische ruimte wel degelijk een niet-euclidiaansche structuur heeft, dan zou er

(24) Op. cit., blz. 331.

absoluut geen tegenspraak zijn in de bevestiging: de reële ruimte is niet-euclidiaansch. Men kan dus niet zeggen dat men in de fysica de reële ruimte benadert, en dit ware ook niet noodig. Doch in dit geval blijft de fysica dan ook helemaal in de lucht hangen.

In 1929 schreef Prof. G. Lemaître:

*Possibilité de démonstration expérimentale du caractère elliptique de l'espace réel.* Si l'espace est elliptique, pourrions-nous jamais le savoir?

Nous devons rencontrer ici une objection à laquelle les écrits de Poincaré ont assuré une large diffusion. On pourrait tenter une démonstration en essayant de prouver que la somme des angles de quelque triangle aux dimensions astronomiques est quelque peu plus grande que deux angles droits. Une telle démonstration serait sans espoir, car nous n'aurions aucun moyen de nous assurer que les côtés de ce triangle sont réellement des lignes droites. Ceci limite singulièrement les possibilités de démonstration. Nous ne pouvons nous baser que sur des propriétés géométriques qui subsistent même si on déforme les figures en ne conservant que les rapports de position. Ces propriétés forment ce qu'on appelle l'*analysis situs*.

Y a-t-il des propriétés d'*analysis situs* qui permettent de distinguer entre l'espace euclidien et l'espace elliptique? Si oui, il y a quelque espoir que l'expérience puisse trancher la question.

Dans l'espace euclidien, toute ligne fermée divise le plan en deux régions, l'intérieur et l'extérieur, telles qu'il est impossible de passer d'une façon continue de l'une dans l'autre sans couper cette ligne. C'est là une propriété d'*analysis situs* qui n'est pas vraie dans l'espace elliptique. En effet, dans l'espace elliptique, la droite est une ligne fermée, deux droites ne se coupent qu'en un seul point; en faisant le tour d'une des droites, il est donc possible de passer d'un côté à l'autre de la première sans la rencontrer. La droite est donc une ligne fermée qui n'effectue pas une coupure du plan. De même le plan est une surface fermée qui ne divise pas l'espace en deux régions.

Une démonstration expérimentale est donc possible...

Les hommes ont été sûrs que la terre est ronde avant d'en avoir fait le tour; notre regard fera-t-il jamais le tour de l'espace, c'est peu probable, ne peut-on pourtant espérer que des indices plus indirects et dont il est difficile de préciser dès à présent la nature n'emporteront un jour notre conviction? » (25).

Deze opvatting van de ruimte heeft daarbij nog het voordeel ons te verklaren hoe een noodzakelijk eindige ruimte mogelijk is. Men zegt dat de oneindige ruimte verbeeldingsruimte is. Inderdaad, maar hoe is de ruimte wanneer men alle verbeelding opzij gezet heeft? Zou dit niet het antwoord zijn? Doch al deze beschouwingen kunnen Maritain niet raken zoolang hij een pre-experimenteële kennis heeft van de reële structuur der ruimte.

(25) *La grandeur de l'espace*, Rev. des Questions Scientifiques, mars 1929, blz. 208-209.

Het « venenum » ligt dus wel in zijn vertrekpunt dat hij niet bepaald heeft. De getallen van den physicus mogen niet de getallen zijn van werkelijke grootheden. Maar waarom niet? Omdat zij tot contradicties leiden? Inderdaad, indien we de maten van uit een bepaald referentiestelsel beschouwen als directe maten van de *extraneitas* die onmiddellijk als absoluut gegeven is, indien die maten zelf reeds hun metaphysisch substratum bepalen, indien men bij de fysieke grootheden abstraheert van de wijze waarop we hen bepalen: dan zou er inderdaad tegenspraak zijn.

Omdat Maritain zelf eerst werkelijkheidswaarde toe- kende aan de relativiteitstheorie was hij overtuigd in haar experimenteele premissen een technische fout te kunnen ontdekken. Deze poging is echter mislukt (26). In zijn laatste werk is daar geen spraak meer van. Om zich met die theorie te verzoenen heeft hij zijn filosofie der wetenschappen een gansche nieuwe wending gegeven. Ongelukkig blijft er van de physica als natuurwetenschap niet veel over. Gezien zijn standpunt kan het ook niet anders.

En vlucht hij tenslotte niet voor een schim?

\* \* \*

We hopen, vooral in deze laatste bijdrage van *Met en niets dan meten*, te hebben aangetoond hoe de natuurwetenschap den wijsgeer helpen kan om zijn begrippen uit te zuiveren van onvermijdelijke vooroordeelen. De wijsgeer, zoowel als de physicus, heeft Einstein veel te danken. En wat heeft hij tenslotte meer gedaan dan de klassieke bepaling van de hoegroothed streng toegepast?

Nu kunnen we overgaan tot een nieuwe reeks beschouwingen over de *Verhoudingen van maten*. Deze zullen kort zijn.

CHARLES DE KONINCK  
University of Detroit.

(26) Zie Maritain's bijdragen in de Revue Universelle : *La métaphysique des physiciens*, 15 août 1922; *Nouveaux débats einsteiniens*, 1 avril 1924. — Zie André Metz' weerlegging in *La relativité*, Paris, z. d.

## Het Probleem der Fysische Wetten

DE wetten der physica worden over drie categoriën ingedeeld: a) de identiteitswetten, die door de relativiteitstheorie verhandeld worden; deze zijn geen verhoudingen van maten, en kunnen derhalve slechts reductief wetten genoemd worden; b) de statistische wetten, die fysieke wetten zijn in eigenlijken zin; en ten slotte c) de transcendentale wetten, ook nog atomicitetswetten genoemd (1). In deze korte beschouwingen zullen we ons bij de tweede categorie beperken.

Ook in het gebied der fysieke wetten is een nieuwe stelling vooropgezet, niet minder revolutionnair dan die der relativiteit. Het meest actueel betwiste vraagstuk van de filosofie der natuurwetenschappen is wel dat betreffende de diepere betekenis der statisticeit. Vooral het beginsel van onbepaaldheid der quantumphysica heeft hiertoe aanleiding gegeven (2).

Dat al de eigenlijke wetten der hedendaagsche physica statistisch zijn is een feit, terwijl geen enkele deterministische wet gekend is. Deze laatste, ook nog primaire wet genoemd, was het ideaal der klassieke physica. Zij wordt gewoonlijk bepaald als « de wet der natuur zelf ». Men stelt dus voorop

(1) Over de algemeene notie van een fysieke wet, zie F. Renouit, *La théorie physique*, Rev. Neo-Scholastique, 1923, blz. 349-375. De hierboven aangegeven indeeling is van Eddington. Cf. *Space, time, and gravitation*, blz. 198-200; *The mathematical theory of relativity*, 222 sq.; *The nature of the physical world*, 244 sq.

(2) Dit beginsel wordt als volgt bepaald: indien  $q$  een coördinaat is, en  $p$  het overeenstemmend momentum, dan is de noodzakelijke onzekerheid van  $p$  van de orde van grootte van de constante van Planck  $h$ . In menschenlijke taal omgezet beteekent dit dat een partikel plaats hebben kan of snelheid, doch in Heisenberg, *Fysische Principien der Quantentheorie*, Leipzig 1930; en de niet-technische uiteenzettingen bij Jeans, *The new background of science*. (Hier van verscheen een Nederlandsche vertaling, door Dr. S. L. Van Oss: *Het nieuwe natuurbeeld*, Leopold's, Den Haag, 1933.