

WEZEN EN RECHTSGEBIED

VAN DE WETENSCHAPPELIJKE VERKLARING

DOOR

Dr. J. E. ENKLAAR.

(Vervolg van bladz. 335.)

Wil men weten wat verklaren in de wetenschap beteekent, wat wetenschappelijke methoden van onderzoek zijn, dan moet men ter schole gaan bij de physica in den ruimsten zin van 't woord, een der oudste en meest ontwikkelde van de zusters.

»Aufgabe der Mechanik ist es, die in der Natur vor sich gehende Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben." Deze woorden van KIRCHHOFF drukten voor het eerst duidelijk en ondubbelzinnig den aard uit van den inhoud der natuurwetenschap. Het is *eene beschrijving* van verschijnselen als verschillende vormen van beweging met de begrippen *weg*, *tijd*, *massa*, *snelheid*, *versnelling*, *kracht* en *arbeidsvermogen*. Die begrippen hebben betrekking op metingen en wegingen. Men bepaalt door meten de lengte van een *weg* in centimeters, door wegen de massa van een lichaam in grammen, *den tijd* door het meten van een schijnbaren weg van een vaste ster aan den hemel. De tijd, die verloopt, terwijl zulk een ster $\frac{1}{36400}$ gedeelte van haar dagelijksche loopbaan om de aarde aflegt, is de eenheid, *de seconde*. Uit die hoeveelheden worden door rekenkundige bewerkingen andere afgeleid. Het quotient van een weg en den tijd, aan het doorloopen er van besteed, is een *snelheid*. De aangroeiing van de snelheid per seconde is de *versnelling*. Het product van massa

en versnelling is *kracht*. Men kan ook zeggen snelheid in de doorloopen weg beschouwd in verband met den tijd; kracht is de versnelling beschouwd in verband met de massa van het lichaam, dat ze verkreeg. Prof. v. d. WIJK heeft gelijk: »aan de wereld der phænomena ontleent zij de beginselen, waarmede zij haar verklaart.”

Nemen wij nu een concreet voorbeeld, het vrij vallen van een lichaam in het luchtledige. Men bepaalt de valhoogten in centimeters en de tijden in seconden van het beginpunt der beweging af. De metingen geven zoo twee reeksen van getallen, voorstellende de bij elkander behoorende tijden en doorloopen wegen. Het blijkt nu, dat deze getallen in een bepaalde betrekking van afhankelijkheid tot elkander staan. De getallen van de wegen verhouden zich tot elkander als de vierkanten van de getallen van de tijden. Zulk een betrekking van afhankelijkheid tusschen veranderlijke grootheden heet een *natuurwet*.

Wij hebben dus alleen te doen met getallen, de uitkomsten van meting en weging en hiermede is men aangeland op het gebied der wiskunde, de wetenschap der hoeveelheden. Van daar de toepassing van de laatste in de physica, die alleen werkt met grootheden en slechts oog heeft voor quantiteit. De uitkomsten der metingen kunnen nu kort en bondig uitgedrukt worden in een wiskundige formule, die den vorm der afhankelijkheid aangeeft. De formule is de korte uitdrukking der natuurwet.

De mogelijkheid van voorspellen — de toetssteen en de glorie der moderne natuurwetenschap — valt nu in het oog. Zijn een bepaald aantal grootheden, die bij een verschijnsel behooren, gemeten en is de wet der afhankelijkheid bekend, dan kunnen de andere door berekening gevonden worden. Men kan dus vooraf zeggen wat de uitkomst zal zijn van een meting die nog niet verricht is. Laat een vrij vallend lichaam in het luchtledige los en bepaal den valtijd, de formule zal u door berekening den weg leeren kennen, die de maatlat als doorloopen zal aangeven.

Zijn de zoogenaamde zes elementen van de loopbaan eener planeet bekend, dan kan men voor elk willekeurig tijdstip bepalen de plaats van de planeet aan den hemel, de richting en grootte van haar snelheid. Zulk een beschrijving voldoet aan het verstand en tevens aan de zinnelijkheid. Wij zien het lichaam met het oog des geestes achtereenvolgens de verschillende punten van zijn baan innemen.

De wiskunde heeft bij dit alles nog een andere beteekenis dan

dat zij de vormen levert voor het uitdrukken der gevonden betrekkingen. Zij vervangt de logica der scholastieken. Het algebraïsch werken met notaties is feitelijk het aaneenschakelen van lange rede-neeringen, die zonder zulke teekens onmogelijk zulk een omvang en diepte zouden kunnen verkrijgen.

Elke onderstelling, elke opvatting van een mogelijke betrekking moet den stempel der waarheid van de proef ontvangen. Dikwijls echter is zij geheel ongeschikt voor een proefondervindelijke verificatie. Dan komt de wiskundige analyse aan het woord, waarin onze v. n. WAALS zulk een meester is.

De algemeene wiskundige betrekking wordt op allerlei wijzen ver-vornd en de bijzonderheden opgespoord, die er in opgesloten liggen. Een van de laatsten is dan veelal voor onderzoek door de proef ge-schikt. De emissie-theorie van NEWTON en de undulatie-leer van HUYGENS leidden beiden tot een wiskundige verklaring van het verschijnsel van de breking van het licht. De eerste moest daarbij aannemen, dat het licht in een optisch dichtere middenstof zich sneller voort-plantte dan in een ijle, terwijl de laatste juist het omgekeerde nodig had. Dit nu kan uitgemaakt worden en het geschiedde door een be-paling van de snelheid van het licht door FRESNEL. HUYGENS' onder-stelling bleek de juiste te zijn. De wiskundige berekening had het experimentum crucis voorbereid en mogelijk gemaakt.

Na het gezegde is het niet moeilijk in te zien wat men in de moderne physica onder verklaren verstaat. Een aantal eenvoudige toestanden van beweging — vrije val, slinger-, planetenbeweging enz. — worden op de genoemde wijze beschreven en wiskundig geformuleerd. Bekend is het verhaal van den appel, dien NEWTON van een boom zag vallen en die hem de wet van de algemeene aantrekking der stof suggereerde. NEWTON zag in, dat de vrije val der lichamen en de be-weging der planeten om de zon bewegingstoestanden waren van de-zelfde soort, die met dezelfde formules beschreven konden worden, die thuis behoorden in hetzelfde hoofdstuk der natuurkunde, dat met het opschrift »wet der algemeene zwaartekracht.»

Een lichaam A, dat zich vrij bewegen kan, verkrijgt van een lichaam B een versnelling volgens de lijn, welke hun zwaartepunten verbindt, die rechtstreeks evenredig is met de massa van B en omge-keerd evenredig met de tweede macht hunner afstanden. Dit is NEWTON's groote wet. Volgens haar bewegen zich, zooals NEWTON wiskundig bewees, de planeten en de steen die op de aarde valt.

NEWTON leidde door wiskundige berekening uit de wetten van KEPLER af, dat de versnelling der planeten naar de zon gericht is en dat haar bedrag bepaald wordt door genoemde wet van de algemeene aantrekking der stof. Wiskundige analyse leert, dat een hemellichaam op een bepaalden afstand van de zon met een beginsnelheid, waarvan de richting een hoek maakt met de verbindingslijn van lichaam en zon, ten gevolge van NEWTON'S wet om de laatste een kromlijnige baan moet beschrijven, die — naar het bedrag en de richting der genoemde grootheden — een cirkel, ellips, parabool of hyperbool moet zijn; hetgeen overeenkomt met de waargenomen loopbanen van de planeten en kometen van ons zonnestelsel. NEWTON ging verder. Hij leidde langs wiskundigen weg uit de beweging van de maan om de aarde, en den bekenden afstand van de eerste tot de laatste met behulp van zijn wet, het bedrag der versnelling af van vrij vallende lichamen op de oppervlakte van onze planeet, en deze uitkomst strookte met die van de direkte waarneming. Hiermede is bewezen, dat de bewegingen van de hemellichamen om elkander en die van de vallende lichamen op de aarde aan een en dezelfde wet gehoorzamen, die van de algemeene aantrekking der stof. *Hiermede zijn al deze verschijnselen verklaard. Aantoonen, dat een verschijnsel ressorteert onder een algemeene wet, is het verklaren er van.*

Een ruime blik, groote wiskundige kennis en dat bij intuïtie begrijpen, hetwelk groote geesten kenmerkt, worden voor zulke verklaringen van beteekenis vereischt. De verschijnselen, door dezelfde wet beheerscht, vertoonen nog zulke groote verschillen, dat zij voor den gewonen beschouwer niet het minste verband schijnen te bezitten. Met de wet is niet alles gegeven. Onder ongelijke omstandigheden — een andere verdeeling der stof in de ruimte, een ander bedrag en richting der beginsnelheden — is de uitkomst geheel verschillend. Alleen met een zon als de onze op den bepaalden afstand en de aarde met een beginsnelheid van een gegeven richting en waarde, doet de wet van NEWTON de aarde rondwentelen in de ellips, die wij waarnemen, in een van wier brandpunten de zon staat.

Het was de groote fout van DESCARTES, dat hij meende uit een willekeurigen begintoestand met zijn wetten den bestaanden kosmos te kunnen voortbrengen. Onjuist was zijn bewering »qu'en vertu des lois naturelles seules, le chaos devoit nécessairement l'enfanter, telle qu'elle est avec ses mers, ses fleuves etc.» De bestrijders der teleologie vergaten te dikwijls, dat volgens de mechanische leer wel alle ver-

schijnselen met noodwendigheid uit elkander voortvloeien, dat echter met een andere dislocatie der stof in den beginne en met andere beginsnelheden met dezelfde wetten een geheel ander geheel van kosmische processen zich ontwikkeld zou hebben. Met die dislocatie en die beginsnelheden zou een schepper bij gegeven wetten eens voor altijd het verloop der wereldgebeurtenissen bepaald en vastgesteld hebben.

De mannen die zulke algemeene gezichtspunten aangaven, waardoor bijzondere verschijnsels zich vertoonden als leden van een en de zelfde groep, dat waren de groote voorgangers in de wetenschap. Zij openden verrassende vergezichten in het onbekende land.

De wet van het behoud van arbeidsvermogen van MAYER en HELMHOLTZ staat op een lijn met die der algemeene gravitatie van NEWTON. Een gespannen veer, een vallende steen, warmte, licht, electriciteit — toestanden van de stof zoo ongelijksoortig, als men ze maar bedenken kan — zijn allen vormen van arbeidsvermogen, kunnen allen met dezelfde maat gemeten en als grootheden van dezelfde soort wiskundig behandeld worden. Welk een eenheid geeft zulk een wet te midden van de verbijsterende veelheid en verscheidenheid der verschijnselen. De verklaring der laatste is hiermede echter niet afgelopen. De kennis van het mechanisme der beweging, waardoor de ééne vorm overgaat in de andere, in zijn verschillende tijdperken ontbreekt nog nagenoeg geheel.

CHRISTIAAN HUYGENS was ook zulk een leidsman, die ons op een bergtop voerde en van daar uit een geheel landschap liet overzien. Hij was de ontwerper van de beroemde undulatie-leer van het licht. Het laatste bestond in trillingen, die zich voortplanten in een veerkrachtige alles doordringende middenstof, de zoogenaamde ether. Die ethertrillingen kwamen in karakter geheel overeen met de bewegingen van den slinger en van geluidgevende voorwerpen. Voor allen gold dezelfde wet en dezelfde wiskundige formule. Allen kwamen onder het algemeene gezichtspunt van een kleine stofmassa, heen en weer gaand om een toestand van evenwicht onder de werking van een kracht evenredig met den afstand van die massa tot aan de plaats van rust.

MAXWELL, een evenknie van HUYGENS, gaf een nieuwe opvatting van den aard van electriciteit en magnetisme, die wellicht bestemd is een verklaring te worden van de laatste en tevens van het licht als verschijnsel van dezelfde orde.

Hier mag men vooral onze VAN 'T HOFF niet vergeten. Zijn geniale

blik ontdekte eenheid en verband tusschen verdunde oplossingen en gassen, die niet het minst met elkander gemeen schenen te hebben. Zijn conceptie van den *osmotischen druk* bij een oplossing als overeenkomstig met de drukking van een gas, maakte de gaswetten op oplossingen toepasselijk en bracht groote groepen van heterogene verschijnselen onder hetzelfde licht.

En hoe vruchtbaar was de conceptie van »*dissociatie*» van ST. CLAIR DEVILLE. Door ARRHENIUS uitgebreid tot de ionen, omvat zij de scheikundige werkingen en de belangrijke verschijnselen van electrolyse en geleiding van den electrischen stroom.

Niet minder omvattend zal worden de leer van het chemisch en physisch evenwicht, van de phasen, waarvan aan GIBBS en VAN 'T HOFF het vaderschap toekomt.

Is de algemeene wet van een groep verschijnselen bekend, dan kan uit een gegeven begintoestand *deductief* afgeleid worden wat er achter-eenvolgens zal plaats vinden. Dit vooruitloopen op de toekomst is de hoogste triomf der wetenschap en de toetssteen op haar volkomenheid.

Aan zulke zoeklichten, waardoor een donkere streek plotseling met zijn lijnen en vormen te voorschijn springt, heeft de wetenschap behoefte. Zij zetten tal van onderzoekers aan den arbeid, die onder het nieuwe schijnsel lijnen en verbindingen ontwaren, vroeger voor hen onzichtbaar.

Op het gebied der levenlooze natuur heeft men het dus reeds ver gebracht met het beschrijven van ongelijksoortige verschijnselen als eenvoudige bewegingsvormen en verbindingen er van. De verschijnselen van het levend organisme spotten echter nog in hoofdzaak met een mechanische verklaring. De aplasmatische, die niet onmiddellijk afhangen van het levend protoplasma, zijn voor een goed deel tot physische en chemische processen herleid, waarvan men vele ook buiten het levend lichaam kan doen geschieden. De proefondervindelijke physiologie deed veel op dit gebied. Het proces van de ademhaling is in hoofdzaak physisch en chemisch begrepen. De omzetting van eiwit en zetmeel in het darmkanaal in peptonen en suiker, kan met behulp der fermenten uit het lichaam in een reageerbuis plaats vinden. De tijd, waarin de meening gold, dat in het levend lichaam onder de werking der geheimzinnige levenskracht verbindingen tot stand kwamen, in het laboratorium niet te bereiden, ligt bijna een halve eeuw achter ons. De organische scheikunde heeft na de synthese van ureum tal van eigenaardige stoffen, die het leven voortbrengt, langs zuiver

chemischen weg verkregen. Zelfs de eigenschappen van eigenaardige stoffen in verband met het gepolariseerde licht, waarin men zoo lang de stempel van het leven meende te herkennen, hebben na den arbeid van v. 'T HOFF over 't asymmetrische koolstofatoom die beteekenis geheel verloren. Als men aanneemt, dat alle chemische en physische processen na verloop van tijd hunne mechanische verklaring als eenvoudige bewegingsvormen zullen vinden, dan zal dit ook met de aplasmatische levensverschijnsels het geval zijn.

Een ander gedeelte der levensverschijnselen — de zoogenaamde plasmatische — die met het protoplasma in onafscheidelijk verband staan — zijn thans nog even onbegrijpelijk als voorheen. Het blijft de vraag of zij ooit als een samenstel van physische en chemische werkingen opgevat zullen kunnen worden; of de mechanische verklaring — ofschoon in beginsel niet onmogelijk — hier niet voor goed uitgesloten zal blijven. En in deze processen is juist het meest intieme en kenmerkende van het leven gelegen. Wellicht zal men zich moeten bepalen tot de mechanische verklaring van de ontwikkeling der hoogere levensvormen uit een nieuwe substantie, een onverklaarbare rest, het protoplasma met de eenvoudigste eigenschappen van het leven, de gevoeligheid voor prikkels, met stofwisseling en voortplanting. In die richting hebben DARWIN, WEISMANN en DE VRIES den arbeid reeds krachtig aangevangen.¹

Het leven is voor een belangrijk gedeelte psychisch. Hier houdt de mechanische verklaring op, niet omdat voor het oogenblik de mijlpalen van ons weten niet verder reiken, maar omdat er een grens is, die niet overschreden zal kunnen worden. Men heeft DUBOIS-REYMOND met zijn »ignorabimus” van aanmatiging beschuldigd. Hier was misverstand, dat verdwijnen moest, waar de vraag juist en zuiver gesteld werd. 't Geldt hier niet de quaestie, of de psychische processen al of niet vatbaar zijn voor een wetenschappelijke verklaring, maar of zij, van dezelfde orde als de physische en er een geheel mede uitmakend, in één en hetzelfde causaal verband er mede te vatten zijn en boven alles of onze mechanische verklaringswijze met bewegingsvormen als aanschouwingsbeelden er op toegepast kan worden. Het laatste ontkende DUBOIS-REYMOND beslist, en hierop heeft voornamelijk zijn »ignorabimus” betrekking. De juistheid van dit standpunt valt in het oog.

¹ Prof. HUGO DE VRIES. *Intracellulaire Pangenesis*. — AUGUST WEISMANN. *Die Germinalselection*.

Zoolang een prikkel zich voortplant langs de zenuwbanen en in de hersens aankomt, gebeurt er iets, dat fysisch-chemisch — d. i. als beweging — opgevat en beschreven zou kunnen worden.

Zoodra de drempel van het bewustzijn overschreden en een gewaarwording ontstaan is, zijn wij in een andere wereld aangeland. Gewaarwordingen en de meer samengestelde psychische werkingen, *die niet in de ruimte plaats vinden*, zijn uit den aard niet te beschrijven als verplaatsingen in de ruimte. Met een monistische formule te spreken van twee verschillende zijden — de fysische en de psychische — van een en hetzelfde verschijnsel, brengt ons voorloopig niet veel verder, hoewel het de eenige wetenschappelijke opvatting is. Het psychische leven zal altijd geheel buiten den kring van onze mechanische verklaring der fysische processen gesloten blijven; beide zijn geheel ongelijksoortig. Dit is de hoofdgedachte van de beroemde redevoering van DUBOIS-REYMOND. »Es wäre grenzenlos interessant, wenn wir so mit geistigem Auge in uns hineinblickend die zu einem Rechenexempel gehörige Hirnmechanik sich abspielen sähen wie die Mechanik einer Rechenmaschine; oder wenn wir auch nur wüssten, welcher Tanz von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor und andere Atomen der Seligkeit musikalischen Empfindens... entspricht. Was aber die geistige Vorgänge selber betrifft, so zeigt sich, dass sie bei astronomischer Kenntniss des Seelenorganes uns ganz ebenso unbegreiflich wären, wie jetzt... Die astronomische Kenntniss des Gehirnes, die höchste, die wir davon erlangen können, enthüllt uns darin nichts als bewegte Materie... Bewegung kann nur Bewegung erzeugen, oder in potentielle Energie zurück sich verwandeln.»¹ Bij een mechanische verklaring van de stoffelijke wereld met behulp van zich bewegende atomen bemerkt men de psychische verschijnselen als zoodanig niet; alles sluit. Op dat standpunt schijnen de laatsten een voldoende grond te missen, of wel eenvoudig niet te bestaan.

Wetenschappelijke beschrijving op dezelfde wijze met dezelfde teekens, en symbolen van fysische en psychische verschijnselen beide zal dus wel altijd tot de vrome wenschen blijven behooren. De scholastiek meende met haar psychische beginselen van verklaring stof en geest

¹ Ueber die Grenzen des Naturerkennens. Ein Vortrag in der zweiten öffentl. Sitzung der 45ten Versammlung Deutscher Naturforscher und Aertze zu Leipzig am 14 Aug. 1872 gehalten von EMIL DU BOIS-REYMOND. S. 27 en 28.

te omvatten en deed het werkelijk geen van beiden. De mechanische wetenschap weet dat dit voor haar niet gaat; zij kent de grenzen van haar gebied en eerbiedigt ze. Een eenheid als de genoemde komt wellicht binnen haar bereik, als de onverklaarbare rest op nieuw vergroot wordt; als zij uitgaat van een substantie, die behalve de eenvoudigste eigenschappen van het leven ook die bezit van het bewustzijn, b. v. met gewaarwording en een aandrif of instinkt, dat op onveranderlijke wijze op de prikkels met beweging antwoordt. Het wordt dan weder herleiden der samengestelde verschijnsels tot een »Urphaenomeen», dat echter in steeds mindere mate den naam van eenvoudig verdient te dragen. In dien geest werkte SPENCER in zijn beroemde psychologie. Voorloopig zullen echter zulke syntheses meer tot het gebied der wijsbegeerte dan tot dat der exacte wetenschap behooren.

Het feit, dat onze natuurkundige wetten en beginsels geen verklaring geven van het psychische leven, sluit niet uit, dat ook het laatste aan wetten is gebonden. Langen tijd gold het voor het gebied, waarop willekeur en vrijheid onbeperkt den scepter voerden en waarop dus geen wetenschap mogelijk was. In de vorige eeuw hebben GUERRY, QUETELET en BUCKLE¹ op natuurwetenschappelijke wijze aangetoond, dat ook de samenhang en het verloop der psychische gebeurtenissen gedetermineerd is. De ouderen onder ons herinneren zich nog den opgang, die vooral »*the History of Civilisation*» van BUCKLE maakte.

De opzienbarende statistieken betreffende zedelijke feiten, die QUETELET in 1848 publiceerde, leerden o. a. dat de frequentie van den zelfmoord bepaald wordt door den algemeenen toestand der maatschappij; dat b. v. te Londen jaarlijks ongeveer 240 zelfmoorden plaats vinden; een getal, dat met de sociale toestanden regelmatig schommelt tusschen 213 en 266. De statistieken van QUETELET openbaarden dezelfde regemaat wat betref het voorkomen van misdaden. »L'expérience», zegt de schrijver met het oog daarop »démontre. . . que c'est la société,

¹ GUERRY heeft de verschillende misdaden gerangschikt en de frequentie er van in cijfers uitgedrukt. Hij bracht ze ook in kaart. Zijn atlas bestaat uit 14 kaarten, waarop verschillende kleuren de soorten van misdaden uitdrukken, en de donkerheid van den tint den graad van misdadigheid doet kennen. Ook graphische voorstellingen betreffende het toenemen van de misdaad met den leeftijd vindt men in dien atlas, door de Fransche Academie van wetenschappen bekroond.

Van QUETELET is merkwaardig de „Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme.”

qui prépare le crime et que le coupable n'est que l'instrument, qui l'exécute".¹ BUCKLE liet met de cijfers zien, dat in Engeland het aantal huwelijken, dat jaarlijks gesloten wordt, in vast verband staat met den prijs van het koren; ja zelfs, dat het aantal personen, die te Londen en te Parijs vergeten de brieven van een adres te voorzien, standvastig en wel per jaar 42 is. En hoeveel vaster werd niet door latere statistieken de overtuiging, dat ook hier orde en wet heerschen.²

Is dan daarmede natuurwetenschappelijk de onvrijheid van den wil bewezen en het oude vraagstuk opgelost, dat zooveel eeuwen niet alleen het verstand, maar ook de gemoederen in beweging bracht? Geenszins. Vooreerst kunnen de statistieken nooit de volkomen bepaaldheid van den wil bewijzen, zij laten de mogelijkheid van 't bestaan van vrijheid in beperkte mate open; een geheel vrij element in den wil, dat zich nu in dezen zin bepaalde dan in genen, zou zelfs in de statistische cijfers niet voorkomen, als de uitingen in de tegengestelde richtingen ongeveer even frequent waren. Een Kantiaan zou opmerken, dat op phoenaenaal gebied de opeenvolging der gebeurtenissen zeker niet willekeurig is, dat 't echter juist de vraag geldt, of de wil al of niet geheel tot de fenomenale wereld behoort, en het onderzoek van verschijnselen dus geen afdoend antwoord op de vraag der wilsvrijheid geven kan.

Wat de bedoelde statistieken evenwel waarschijnlijk maken is, dat het verloop der psychische verschijnselen gedetermineerd en aan wetten gebonden is.³

Ons zieleleven staat echter ook in nauw verband met gebeurtenissen in de stof. Men moet hier niet denken aan het verband van oorzaak en gevolg tusschen zulke ongelijksoortige dingen, maar aan een standvastig evenwijdig loopen van twee verschillende reeksen van verschijn-

¹ QUETELET, *Sur l'homme*, t. II, pag. 325.

² BUCKLE, *Histoire de la Civilisation en Angleterre*. Tome premier p. 37. (Schrijver dezes beschikt slechts over de Fransche vertaling).

³ BUCKLE zelf laat zich over het vraagstuk van den vrijen wil aldus uit: Na de opmerking, dat zij, die gelooven in de mogelijkheid van een historische wetenschap de leer van de praedestinatie of van den gedetermineerden wil niet behoeven aan te nemen, zegt hij „les seules concessions que, dans l'état actuel de notre enquête, je leur demanderai, sont celles-ci: que lorsque nous accomplissons une action, nous l'accomplissons en conséquence de certains motifs; que ces motifs sont les résultats d'antécédents, et que par conséquent si nous connaissons tous les antécédents et toutes les lois de leur mouvement, nous pourrions prédire avec une certitude infaillible tous leurs résultats immédiats.” T. a. p. p. 25.

selen; een evenwijdigheid, die zelve onverklaard moet blijven; tenzij men aanneme, dat beide reeksen in den grond één en dezelfde zijn. Elk stoffelijk verschijnsel in de grauwe hersenschors gaat gepaard met een geestelijk, een gewaarwording, dat de eerste term wordt van een reeks volgens eigen wetten zich ontwikkelende psychische verschijnsels. Wellicht heeft elke geestelijke uiting zoo haar stoffelijke keerzijde en omgekeerd elke stoffelijke haar geestelijke. Wellicht zijn de wetten der stoffelijke en der psychische verschijnselen in de hersenen zelfs identiek.

Een secte van onze dagen — de hylozoïsten — neemt deze stelling zelfs in zulk een omvang aan, dat elk stoffelijk proces ook buiten het zenuwstelsel en het levend lichaam, vergezeld gaat van een psychisch. Alles leeft dus voor hen en heeft gewaarwording, zij 't ook een doffe onbepaalde, met uitsluiting van zelfbewustheid. Met zulk een opvatting van de stelling hebben wij echter het gebied der ervaring, d. i. dat der wetenschap verlaten. Op monistisch standpunt is deze opvatting evenwel wetenschappelijk te formuleeren.

De uitwendige gebeurtenissen en de prikkels, die zij aan ons zenuwstelsel geven, maken dus als het ware de gewaarwordingen los — de Duitschers spreken hier van *auslösen* — bepalen en beheerschen zoo voor een gedeelte den inhoud van ons bewustzijn en ons zieleleven. Zoo verkrijgt het verband tusschen de uitwendige gebeurtenissen en die van ons zieleleven, dat uit de statistieken spreekt, de juiste beteekenis.¹

Afgescheiden van de volstreckte vrijheid van onzen wil, zijn wij psychologisch vrij, als het wilsbesluit bepaald is door het geheel der samenhangende psychische verschijnselen van ons bewustzijn, wat wij onze persoonlijkheid noemen. Als één voorstelling, één gewaarwording of begeerte zoo op den voorgrond treedt, dat zij het geheele zieleleven beheerscht en zich met alles associëert en den wil bijna alleen bepaalt, dan hebben wij het gevoel van onder dwang te handelen.

¹ Ons zenuwstelsel speelt met het oog op de prikkels de rol van de vonk, die het buskruit doet ontploffen. Langs de zenuwbanen wordt geen energie van beteekenis vervoerd; een voldoende hoeveelheid evenwel, om in de hersenen, in een spier of anderszins een physisch of chemisch proces aan den gang te brengen; hetwelk, eenmaal begonnen, *van zelf verloopt*. Slechts zulke processen staan onder den invloed van het zenuwstelsel, niet die, welke tot een vast evenwicht leiden.

Men kan een omtrekzenuw ook vergelijken met een lont verbonden met een slaghoedje. Het proces, dat zich in de lont voortplant, brengt het knalkwik tot ontploffing.

Daar ligt ook in de praktijk van het strafrecht de trouwens niet scherp te trekken grenslijn tusschen het aannemen of verwerpen van zedelijke verantwoordelijkheid. Wij bewegen ons hier uitsluitend op het gebied der inwendige psychische causaliteit.

Een jonge wetenschap — de physiologische psychologie of psychophysiologie — houdt zich voornamelijk bezig met het onderzoek van het grensgebied tusschen physische en psychische verschijnselen; zij vormt als het ware den band tusschen physiologie en psychologie. WEBER en FECHNER waren haar grondleggers; WUNDT is haar beste vertegenwoordiger in onze dagen. Metend volgt zij de verschijnselen van het bewustzijn in verband met de prikkels, die ze opwekken.

Het groote laboratorium van WUNDT te Leipzig, voor zulke metingen ingericht, geeft geheel den indruk van een physische werkplaats. Ook elders in Duitschland verzezen zulke laboratoria. Een eigen tijdschrift bleef natuurlijk niet uit. Het vak trekt jonge beoefenaars der wetenschap aan. Geen wonder. Ons geestelijk leven met physische werktuigen langs proefondervindelijken weg benaderen, dat is nieuw en piquant.¹

De psycho-physiologie gaf reeds menig belangwekkend kijkje in ons zieleleven. Zij leerde ons den tijd kennen, die er verloopt tusschen het oogenblik, waarop een prikkel een zintuig treft en dat, waarop wij door samentrekking van een spier antwoorden: den zoogenaamden reactie-tijd, die zoo verschillend is voor verschillende personen. Merkwaardig is de uitkomst, dat deze tijd voor een antwoord met bewustheid door den wil gegeven — een volledige reactie — ongeveer 0,1 seconde langer is dan voor een zoogenaamde reflex-beweging — een verkorte reactie — die buiten het bewustzijn omgaat. Die 0,1 seconde is

¹ Onze groote landgenoot DONDERS heeft evenwel reeds metingen van psychische verschijnsels verricht, voordat er eigenlijk nog van een psycho-physiologie als afzonderlijke wetenschap sprake was. Van hem is ook de kennis van het belangwekkende feit afkomstig, dat een prikkel zich langs de banen onzer zenuwen met een snelheid van niet meer dan omstreeks 30 M. voortplant.

Aanvankelijk meende men hierin het bewijs verkregen te hebben, dat bij deze voortgeleiding niet aan electriciteit gedacht kan worden, voor welks snelheid van voortplanting omstreeks 300 miljoen meters gevonden was. BRILLOUIN is er echter onlangs in geslaagd door verandering van den potentiaal langs een met olie gedrenkten draad de voortplantingsnelheid van een electrischen stroom zoozeer te verminderen, dat zij met die van de geleiding van prikkels in de zenuwen van dezelfde orde wordt. WEISS reduceerde de snelheid van het geluid, in caoutchouc tot 30 M. De genoemde gevolgtrekking vervalt dus.

DONDERS bepaalde ook reeds den reactie-tijd voor licht-geluid en huidprikkels.

omstreeks de duur van een verschijnsel van het bewustzijn, het opmerken van een gewaarwording en een wilsuïting.¹

Belangwekkend is het in de cijfers te lezen hoezeer ons geestelijk leven den invloed ondervindt van uitwendige omstandigheden. Gedruisch verlengt den volledige reactie-tijd voor een bepaalden toon. Het geestelijk proces wordt aanmerkelijk verkort, als de indruk verwacht wordt, waarop een antwoord gevraagd wordt. Schrik, indrukken en stemmingen, die de aandacht afeiden, verlengen het. Is hier niet veel, dat de aandacht verdient van ouders en onderwijzers, die de geestelijke werkzaamheid van kinderen hebben te leiden? Is het niet reeds uitermate merkwaardig, proefondervindelijk aangetoond te zien, dat onze geestelijke werkzaamheden tijd kost en dus verschijnselen zijn in den waren zin van het woord? KANT wilde hier van determinisme niets weten. Hij meende, dat een wiskundige behandeling in allen gevalle uitgesloten was, omdat de tijd de eenige dimensie was der psychische verschijnselen en een wiskundige betrekking minstens twee veranderlijke groottheden vereischt. Hij vergiste zich.

Onze gewaarwordingen, wilsuïtingen, begeerten hebben ook intensiteit, die gemeten en door getallen uitgedrukt kan worden. HERBART gaf dan ook een proeve van een wiskundige behandeling van psychische verschijnsels. En WEBER vond de belangrijke wet van de betrekking, die er bestaat tusschen de verandering in intensiteit van de prikkels en die van de er aan beantwoordende gewaarwordingen.

Op dezen weg gaat men steeds voort. Men heeft den tijd bepaald noodig voor het aaneenschakelen van voorstellingen en voor het vormen van een eenvoudig logisch oordeel. De proef leerde, dat naarmate een geestelijk proces in samengesteldheid toenam, de tijd er voor noodig aangroeide.

Het van elkander onderscheiden van de twee kleuren wit en zwart kost gemiddeld van 50 tot 79 duizendste deelen van seconden. Hetzelfde proces, als het de onderscheiding van vier onregelmatig afwisselende kleuren (zwart, wit, rood en groen) betreft, vereischt 73 tot 157 van die tijdseenheden. Voor het als zoodanig herkennen van licht, van licht van een bepaalde kleur onder velen, van een beeld, van een letter, van een kort woord werd resp. 50, 100, 100, 120 en 130 duizendste seconden gevonden.

¹ De duur van het physiologische proces is bij de volledige reactie grooter dan bij de verkorte, daarom geeft het verschil in de reactie-tijden alleen de maximaal-waarde aan der genoemde psychische processen. Vergelijk WUNDT, *Phys. Psych.*, Dl. II S. 270.

Voor den tijd noodig voor het vormen van veel voorkomende associaties van voorstellingen vond KRAEPELIN 570 van die tijdseenheden, terwijl het eenvoudigste logische oordeel er gemiddeld 874 in beslag nam.¹

BUCKLE heeft niet gewacht op de uitspraken van een psycho-physiologie. De statistieken, zedelijke feiten betreffend, hadden hem de overtuiging gegeven, dat de geschiedenis der menschheid geen geheel was van toevallige gebeurtenissen, maar feiten in aard en opeenvolging door wetten bepaald. Hij zou geschiedenis schrijven zooals men in de wetenschap verklaart en demonstreert. En hij gaf in zijn *History of Civilisation* een belangrijke proeve van zulk een geschiedschrijving. Wie herinnert zich niet de treffende schildering van de Grieksche en de Oostersche beschaving in verband met den aanleg en de natuurlijke omgeving van beide volken.²

De tijd is echter nog verre, zoo hij ooit zal komen, waarop de geschiedenis der volken met de menschelijke wilsbepaling als voornaamste factor een verklarende natuurwetenschap zijn zal. Voorloopig zal zij wel blijven artistiek werk met weinig speelruimte voor de verbeelding tusschen de wetenschappelijk onderzochte feiten, waarbij de visie nog een groote rol heeft te vervullen. Toch is BUCKLE's arbeid een belofte voor de toekomst, een lentebloesem, die een herfst met vruchten voorspelt.

»De natuurwetenschappelijke levensbeschouwing, toegepast op het geestelijk leven van den mensch, leidde tot het determinisme, tot de leer, dat iedere daad, iedere geestelijke manifestatie een adaequate oorzaak heeft.» Aldus dr. ALETRINO in zijn openingsrede. Zulk een opvatting zullen de meeste beoefenaars der crimineele anthropologie wel onderschrijven. LOMBROSO, haar grondvester, bracht haar met zijn

¹ Het cijfer 874 is het gemiddelde van de uitkomsten van meerdere waarnemers. Merkwaardigerwijze verschilt de duur van het vormen van een eenvoudig oordeel, naarmate het op concrete voorwerpen, op toestands- of op abstracte begrippen betrekking heeft. TRAUTSCHOLDT vond in deze gevallen resp. 683, 788 en 1046 duizendste seconde.

CATTEL vond, dat men 250 tot 400 duizendste seconde noodig heeft, om een woord te vertalen in een andere taal, die men niet dagelijksch spreekt. Voor eenvoudige rekenkundige bewerkingen, die men kent, werden vereischt: voor optellen 220 tot 320, voor vermenigvuldigen 350 tot 450 duizendste seconden.

Vergelijk *Physiol. Psychol.* van WUNDT, Bd. II S. 306, 307, 317 en 319 duizendste seconden.

² BUCKLE, *Histoire de la Civilisation en Angleterre*. T. I., p. 150 etc.

hypothese van den geboren misdadiger in het nauwste verband met de leer van DARWIN. Thans noemt zij zich liever crimineele aetiologie, richt zij op aansporen van LASCASSAGNE het oog voornamelijk op de sociale omgeving der misdadigers en wil zij den invloed leeren kennen, die klimaat, ras, geslacht, erfelijkheid, staatkundige toestanden en zooveel meer op den aard en de frequentie van de misdaad uitoefenen. Met dit programma wil zij op het voetspoor van QUETELET en BUCKLE feiten uit de uitwendige ervaring in verband brengen met de verschijnselen van het bewustzijn. Zij heeft dus te doen met uit- en inwendige causaliteit en met den overgang van physische verschijnselen in toestanden van het bewustzijn. Of het haar gelukken zal dit alles in één wetenschappelijk verband te vatten en meer te zijn dan een statistiek met belangwekkende generalisaties zal de toekomst moeten leeren! MODDERMAN, een volbloed determinist, meende die toekomst reeds te zien aanbreken.¹ Men bedenke echter, dat hier niet een enkele doorlopende reeks van causaalbetrekkingen bestaat, maar een reeks in hun verloop gedetermineerde physische verschijnselen en een andere er aan beantwoordende van psychische, waarschijnlijk ook bepaald, maar door andere wetten.

Tusschen beiden ligt de overgang van het ééne gebied naar het andere, waarbij zooveel eigenaardigs plaats vindt. De meest verschillende uitwendige prikkels, op hetzelfde zintuig werkend, geven dezelfde gewaarwording. Dit leert de wet van de specifieke energie der zintuigen. Een aandoening van de gezichts-zenuw door een stoot, een ethertrilling, bloedsaandrang, het een zoowel als het andere wordt gevolgd door de gewaarwording van licht. Zoo is het ook met het gehoor. Elke prikkel, van welken aard ook, die de gehoorzenuw treft, doet geluid gewaarworden.

Anderszijds wordt dezelfde prikkel door verschillende zintuigen elk

¹ „Maar wel leiden en de bedoelde regelmatigheid en de afwijkingen, die zich vertoonen, wanneer in den algemeenen toestand plotseling merkbare verandering plaats vinden, en, in verband met een en ander, de studie van de levensgeschiedenis van misdadigers, tot een andere gevolgtrekking: deze, dat de honderden, ja duizenden, meer of min, verwijderde oorzaken der misdrijven samenhangen met *alles* wat in de maatschappij leeft en werkt; en dat *alle* kwalen, alle onvolkomenheden, die in de maatschappij gevonden worden, hetzij van zedelijken, hetzij van stoffelijken, hetzij van intellectueelen aard, dat die *alle*, zonder eenige uitzondering, een plaats bekleeden onder de oorzaken der misdrijven.” „De eenheid der wetenschap en het recht van het ideaal”. Feestrede, uitgesproken door mr. A. E. J. MODDERMAN, 8 Febr. 1879.

met zijn eigen gewaarwording beantwoord. Een elektrische stroom is licht voor het oog, geluid voor het oor, een smaak gewaarwording voor de tong.

Een onbeduidend verschil in grootheid tusschen uitwendige gebeurtenissen wordt een groot verschil in hoedanigheid tusschen de corresponderende gebeurtenissen in het bewustzijn. Een ethertrilling, waarvoor het oog ongevoelig is, neemt de huid als warmte waar. Het tempo der trilling wordt iets sneller en zij wordt licht voor het oog. De gewaarwording is geen afbeelding van het ding buiten het bewustzijn, dat ze opriep; zij is slechts een teeken, dat de ervaring in haar waarde moet leeren kennen. Dit is de grondgedachte van HELMHOLTZ' beroemde leer der zintuigelijke gewaarwording. Het grensgebied van de stoffelijke en geestelijke wereld is vol raadselen; het is reeds een studie op zich zelf. Er is correspondentie, doch geen eenvoudig verband. Het eenige, wat wij inderdaad direkt leeren kennen is de verandering van den toestand van ons bewustzijn. Al de rest is er door redeneeren uit afgeleid.

Al verkrijgen de geestelijke wetenschappen ook nooit den rang van haar exacte zusters, met krachtigen tred volgen zij het spoor er van. Gelijk de natuurwetenschap de substanties en entiteiten uitwierp, en slechts op verschijnselen lette, zoo deden ook zij. En hierop komt het aan. Niet de ziekte — de entiteit — werd het voorwerp der wetenschap maar de zieke mensch — het verschijnsel. Zoo was 't den criminalist niet langer om een studie van de misdaad maar van den misdadiger te doen. Zoo werd de godgeleerdheid van weleer de godsdienstwetenschap van heden; niet meer de metaphysische behandeling van het bovenzinnelijk voorwerp van den godsdienst, maar de studie van den godsdienstigen mensch, van het geheel der verschijningsvormen van den godsdienst van den eenvoudigsten tot den meest ingewikkelden.

Ook hier is de methode het zoeken naar een grondverschijnsel, waaruit, wellicht door evolutie, het samengestelde ontstond, beurtelings analyse en synthese. De studie van verschijnselen was ook op het gebied des geestes de geboorte van moderne wetenschap.

Nu wij het karakter en het rechtsgebied der wetenschappelijke verklaring hebben nagegaan, zal het gemakkelijk zijn onredelijke eischen en onjuiste beschouwingen af te wijzen. BRUNETIÈRE liet zich, niet lang geleden, niet malsch over de wetenschap uit. »La science est incapable de nous fournir une explication ou une interprétation

acceptable de l'univers. Elle est incapable de fonder une morale. Et elle est incapable enfin de se substituer à la religion dans l'évolution sociale de l'humanité." ¹ Een verklaring van de wereld geeft de wetenschap, doch op hare wijze. Zij kan 't niet helpen, dat BRUNETIÈRE niet begrijpt hoe dit behoort te geschieden. En het andere zal zij zich evenmin aantrekken, als een paard zich bekommert om zijn onvermogen om te vliegen.

»Ma science n'empêche point mon ignorance de la réalité d'être absolue. . . . Langage symbolique, admirable système de signes, plus la science progresse, plus elle s'éloigne de la réalité pour s'enfoncer dans l'abstraction". ² Deze woorden van PAYOT, volkomen juist als la réalité beteekent de onafhankelijke dingen, kenschetsen volgens BRUNETIÈRE de geestelijke armoede der wetenschap en haar onvermogen, om een antwoord te geven op de groote vragen van onzen tijd. De wetenschap streeft slechts naar gelijkheid tusschen de betrekkingen der kosmische processen ter eene en haar teekens en symbolen ter andere zijde, niet naar overeenkomst tusschen de laatste en de gebeurtenissen. Slechts in dien zin streeft zij naar werkelijkheid. Het wereldbeeld der natuurwetenschap — de materie met haar veelzijdige bewegingsvormen — is zelfs geheel verschillend van de wereld der zintuigelijke aanschouwing met haar kleuren, geuren en klanken. Op de betrekkingen van afhankelijkheid komt het der wetenschap slechts aan; zij kunnen blijven, terwijl de beelden en symbolen wisselen. Het licht was voor NEWTON als kleine kogels, voortsnelende stoffes, voor HUYGENS trillende ethermassa's, voor MAXWELL elektrische wisselstroomen, voor LORENTZ is het sterk electrisch geladen, heen en weer gaande ionen. Zoo veranderen de beelden, maar de betrekkingen tusschen de op dezelfde wijze gemeten grootheden veranderen niet.

Ook VOGT, MOLESCHOTT, en BÜCHNER, de verkondigers van het grove materialisme in het midden der 19^{de} eeuw, miskenden het wezen van de wetenschappelijke verklaring. Zij vervielen met hun naef realisme in de fout der middeleeuwse scholastieken. De wetenschap is een kunstwerk van begrippen, bestemd om het verloop en den gang der kosmische processen naar de hoedanigheid en de hoeveelheid terug te geven, doch niet het wezen dier processen zelve.

¹ *Rev. d. d. Mondes*, T. 137, p. 881.

² JULES PAYOT, *de la Croyance*: Paris 1896.

De materie, voor de genoemde richting de eenige en hoogste realiteit, is inderdaad slechts een substantie-begrip, dat in de natuurwetenschap nog niet gemist kan worden, al wilde OSWALD het reeds vervangen door dat van arbeidsvermogen.¹

Tegenover MOLESCHOTT en de zijnen met hun opvatting van de beteekenis van de natuurwetenschap voor de kennis van het bestaande, moet er met klem op gewezen worden, dat de inhoud der wetenschap niets bevat, dat aanspraak kan maken op volstrektheid. Reeds het feit, dat alleen verschijnselen haar voorwerp kunnen zijn, bewijst de betrekkelijkheid van haar inhoud. Zij kan hoogstens de wereld geven, zooals zij verschijnt aan een wezen als de mensch. Zij is echter in hoogerem graad betrekkelijk.

De bewering, dat een lichaam A zich beweegt, heeft geen zin, voordat men er bijvoegt, dat er een ander lichaam B is ten opzichte waarvan A in richting of afstand verandering ondergaat. Nu kan B zich weder bewegen ten opzichte van een derde lichaam C en zoo voort. De baan van A is geheel verschillend, naarmate de beweging op B of op C betrokken wordt. Van volstreekte rust kan men evenmin spreken als van een volstreekte baan. Wie, in een trein gezeten, waarnaast een andere staat, bij het vertrek van een van beiden een oogenblik in het onzekere was, welke trein eigenlijk vertrok; wie uit den trein boomen en huizen langs den spoorweg zag voortsnelen, die heeft een indruk ontvangen van de betrekkelijkheid der beweging.

De aarde draait om de zon en niet de zon om de aarde. Wie twijfelt nog aan zulk een waarheid? En toch speelt hier de gewone opvatting van de volstrektheid van de uitspraken der wetenschap ons parten. Men kan ook niet zonder recht beweren, dat de zon om de aarde draait. Let men alleen op zon en aarde, dan is de ééne beweging zelfs even goed als de andere. Beide voorstellingen geven in gelijke mate rekenschap van de verschijnselen. Inderdaad worden dan ook in elk kosmographisch handboek de verschijnselen, die afhangen van den onderlingen stand van zon en aarde zoowel uit de zoogenaamd schijnbare beweging der zon als uit de werkelijke beweging der aarde verklaard. Er komt verschil tusschen beide voorstellingen, als men ook de planeten in het oog vat. De banen der laatsten schijnen, van de

¹ Zie »Die Ueberwindung des wissenschaftliche Materialismus'' d. W. OSWALD. Rede gehalten am 20 Sept. 1895 in der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aertze zu Lubeck.

aarde uit gezien, grillig en onregelmatig. PTOLEMEÛS beschreef ze echter vrij nauwkeurig met behulp van de onderstelling, dat de planeten zich bewegen over den omtrek van cirkels (epicikels), waarvan de middelpunten voortgingen in tegengestelde richting over den omtrek van groote cirkels, in welker middelpunt zich de rustende aarde bevond. En op soortgelijke wijze gaf hij zich rekenschap van de ongelijke snelheid der zon op haar baan. COPERNICUS en KEPLER brachten het vaste punt over naar de zon, die de laatste plaatste in een der brandpunten van de ellips, waarover zich de aarde bewoog. Ook aan de planeten wees hij zulke banen om de zon aan.

Tot in het midden der 18^{de} eeuw was het verschil in waarde tusschen beide voorstellingen niet zoo groot, al won KEPLER het met zijn wetten uit het oogpunt van nauwkeurigheid in de quantitatieve beschrijving. In 1725 ontdekte BRADLEY, dat de sterren kringetjes schenen te beschrijven, in het algemeen ellipsen, om haar eigenlijke standplaatsen. Dit verschijnsel noemde men de sterrekundige afdwaling van het licht. Haar bedrag was hoogstens omstreeks 21 seconden. Het bleek op het standpunt van een om de zon draaiende aarde goed verklaarbaar te zijn. Hetzelfde was het geval met een verschijnsel, waarvan de verbeterde sterrekundige instrumenten de waarneming mogelijk maakten. Het betrof hier het zoogenoemde jaarlijksche verschilzigt. De groote $a\epsilon$ van de ellipsen, die men hier de sterren zag beschrijven bedroeg niet meer dan één seconde. Reeds lang had men de voorstelling van KEPLER algemeen aangenomen; omdat zij eenvoudiger was, niet omdat men de onjuistheid van haar oudere zuster kon aantoonen. De schijnbaar onbeduidende verschijnselen van de aberratie en het verschilzigt gaven den doorslag. Wellicht waren zij nog te verklaren door het aannemen van nieuwe epicikels; ingewikkeld werd deze verklaring echter zeker. En waarom zou men het doen? De nieuwe waarnemingen lieten zich ongedwongen in overeenstemming brengen met KEPLER's aarde, die in één jaar om de zon draait. Men spreekt van de aberratie en het verschilzigt als van de eigenlijke bewijzen voor het draaien der aarde om de zon. Wat zij in het licht stellen is de eenvoud van de voorstelling der om de zon draaiende aarde tegenover die der om de aarde draaiende zon; niet, dat de eerste de eenig mogelijke opvatting is.

Is het karakter van betrekkelijkheid van elke bewegingsbeschrijving erkend, dan is het reeds daarom dat van den geheelen inhoud der natuurwetenschap, waarin alles tot beweging herleid wordt.

Maar de wiskundige formuleering van de betrekkingen, die wij natuurwetten noemen, is toch volstrekt en onveranderlijk; een gegeven betrekking kan toch zoo en niet anders uitgedrukt worden, dan het door de natuurkundigen geschiedt? Zoo algemeen gesteld, moet het antwoord ontkennend luiden. Bevestigend kan het slechts zijn onder de voorwaarde, dat de grootheden, die er bij betrokken zijn, steeds op dezelfde wijze gemeten worden. Wij gebruiken de beweging der aarde om haar as als maat voor den tijd. Namen wij daarvoor een ander verschijnsel, b.v. den vrijen val der lichamen — stelden wij bij definitie vast, dat gelijke wegen bij het vrij vallen doorlopend gelijke tijdsverloopen aanduiden — dan was KEPLER's wet van de perken niet meer waar, dan bestond er geen evenredigheid meer tusschen den inhoud dier perken en de tijden, waarin zij doorloopen worden; dan zou de beweging der aarde om haar as geen eenparige zijn. Er bleven wel betrekkingen bestaan, doch zij verkregen een geheel andere wiskundige uitdrukking. Het gebruiken van de dagelijksche beweging der aarde om haar as als tijdmaat was een gelukkige greep. Het maakte de beschrijving van de verschijnselen, waarbij de tijd een der veranderlijke grootheden is, zeer eenvoudig. Tot zekere hoogte blijkt zulk een tijdmaat echter willekeurig. Onze wiskundig geformuleerde natuurwetten zijn slechts op bepaalde voorwaarden waar.

Alles is ook in dit opzicht betrekkelijk. Zoo is ook de inhoud van een driehoek slechts dan gelijk aan het halve product van basis en hoogte, als een vierkant met de eenheid van lengte als zijde als inhoudsmaat gebruikt wordt.

Natuurkundige theorieën als die van NEWTON, HUYGENS en MAXWELL zijn beschrijvingen van groepen van verschijnsels in verschillende talen. De ééne taal is rijker dan de andere aan woorden, geschikt voor een zoo juist mogelijke uitdrukking der feiten; alle woorden zijn echter conventioneel. In elke taal is de beschrijving slechts benaderend.

KIRCHHOFF noemde het doel der natuurwetenschap de eenvoudigst mogelijke volledige beschrijving der verschijnselen. De logische eenvoud gaat echter verloren, waar men dieper doordringt. De kosmos, zoo heet het, moet op rede aangelegd zijn, omdat zij vatbaar is voor reproductie door het menschelijk verstand. Als het geoorloofd is uit den inhoud der natuurwetenschap zulke besluiten te trekken, een geheel andere orde van beschouwingen betreffend, dan zouden zij niet in dien geest zijn. Een natuurwet is aanvankelijk gewoonlijk de

uitdrukking van een eenvoudig logisch verband. De hulpmiddelen voor het onderzoek verbeteren, de uitkomsten der metingen worden nauwkeuriger, de verschijnselen worden nagegaan over een grooter gebied. Het gevolg er van is, dat de wet niet meer voldoet, zij moet, veelal door het aanbrengen van zoogenaamde constanten, verbeterd en geamendeerd worden, om een verklaring te blijven van de verschijnsels, waarvoor zij gegeven was. 't Is of men met korte eenvoudige logica bij de natuur niet terecht kan.

De wet BOYLE-GAY-LUSSAC luidde aanvankelijk $P \times V = R \times T$ waarvan P . en V resp. de drukking en het volume en T de absolute temperatuur van het gas uitdrukken, terwijl R een constante is. Men begon bij eenige honderden atmosferen met een groot aantal gassen te experimenteren. De afwijkingen van de wet vielen in het oog. Onze v. D. WAALS corrigeerde de wet, hij gaf haar den vorm $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = R \times T$, waarin a de attractie — constante, verschillend voor elk gas, en b een voor elk gas verschillende constante is, het volume der moleculen, waarmede het gasvolume verminderd moet worden.

VAN DER WAALS breidde het gebied van die toestandvergelijking steeds uit. Hij verklaarde er de zoogenaamde kritische verschijnselen mede, en ten slotte ook den toestand van vloeistoffen in haar afhankelijkheid van drukking en temperatuur. Dit vereischte echter nieuwe constanten.

Eindelijk paste v. D. WAALS de vergelijking ook toe op de verschijnselen, die zich bij het mengen van vloeistoffen vertoonen. Al weder nieuwe constanten. De wiskundige uitdrukking van de wet BOYLE-GAY-LUSSAC-V. D. WAALS is nu een ingewikkelde algebraïsche vorm geworden en alle logische eenvoud is verloren. En uit het debat tusschen v. D. WAALS en BOLZMANN is gebleken, dat de wet nog niet voldoet. En nu hebben de constanten, die v. D. WAALS invoert, meestal een physische beteekenis en zijn ontstaan uit theoretische wiskundige beschouwingen. Geheel anders is het nog met de zoogenaamde empirische formules, die zoo veelvuldig gebruikt worden, met meer of minder constanten door de proef te bepalen. Hier is eenvoudig in het geheel geen natuurwet.

En de geschiedenis van de wet BOYLE-GAY-LUSSAC-V. D. WAALS zal waarschijnlijk die van elke natuurwet worden, zoodra de metingen een voldoende graad van nauwkeurigheid en het onderzochte gebied een voldoende uitgestrektheid verkregen zullen hebben.

Nu wij den aard der verklarende wetenschap, haar kracht en haar

zwakheid hebben leeren kennen, behoeft de gewone meening, dat wetenschap en kunst als objectiviteit en subjectiviteit scherp tegenover elkander staan, nauwelijks meer weerlegging. Beiden zijn concepties van den menschelijken geest, beiden zijn artistiek werk. Er is hier een onafgebroken doorlopende reeks. Aan het ééne uiteinde staat de lyriek, uitsluitend de vertolking van de aandoeningen en stemmingen van den eenling; aan het andere het onpersoonlijke begrippengebouw der wetenschap, dat den stempel draagt van de algemeen menschelijke rede, waar het aandeel der werkelijkheid aan de conceptie het maximum bereikt. Daartusschen liggen het drama en de geschiedenis. Als MOLESCHOTT en de zijnen in de boeken der wetenschap volstreekte uitspraken willen lezen over het onafhankelijk bestaande, als BRUNETIÈRE van haar zedelijke grondbeginsels eischt, dan wijzen wij dit beslist af met een beroep op het karakter en de beteekenis der wetenschappelijke verklaring. In de beperking ligt haar kracht. Verschijnselen zijn haar domein; wat daarbuiten ligt is uit den boeze.

De moderne tucht is streng.
