

vinden wetten, maken hypothesen en theorieën. Laat ons dus, zij het ook zeer kort en oppervlakkig, ons rekenschap geven van wat deze woorden en begrippen eigenlijk beteekenen.

Wat is waarnemen en waarneming? De waarneming is een functie van het bewustzijn, waardoor het ik, als subject, zich stelt tegenover gewaarwordingen, als object. Hij die waarnemt, richt zijne aandacht op gewaarwordingen, 't zij deze reeds aanwezig zijn, 't zij de waarnemer de gewaarwordingen eerst te voorschijn roept. Bij de waarneming is het subject dus meer actief dan bij de gewaarwording, maar beide zijn toch de resultante van een werking van het object en van een werking van het subject. Dit laatste is niet zuiver receptief. Vandaar, dat bij de waarneming tal van fouten mogelijk zijn.

In de eerste plaats kunnen fouten ontstaan door individuele afwijkingen in de organen, waarmede waargenomen wordt. De normale zintuigen kunnen den waarnemer, zooals bekend is, misleiden; vooral optische waarnemingen komen dikwijls niet met de werkelijkheid overeen; voor deze afwijkingen heeft men echter voldoende fysiologisch-psychologische verklaringen gevonden. Hoe individuele eigenaardigheden juiste waarnemingen kunnen belemmeren moge blijken uit een enkel voorbeeld. Ik zou daarvoor kunnen nemen de waarnemingen van de planeet Mars of Venus, zooals die door verscheidene astronomen beschreven zijn, maar ik neem liever een voorbeeld uit het gebied der physica.

Tot 1837 meende men, dat de eerste kleur, die men waarnam, wanneer ijzer gloeiend gemaakt werd, donker-rood was; in dat jaar constateerde Prof. Weber in Zürich, dat het gloeien van het ijzer begon met een donker nevelachtig grijs (dösternebelgrau). Daarop zijn er nieuwe zeer nauwkeurige proeven gedaan. Zes personen namen in een donkere kamer een stuk ijzer waar, dat langzaam gloeiend gemaakt werd; ieder van hen schreef zijne waarnemingen geheel onafhankelijk op; de proef werd zesmaal herhaald met een staaf gepolijst ijzer en daarna zesmaal met een stuk ijzer, dat met een dikke laag roest bedekt was. Alle zes waarnemers waren het daarover eens, dat de verschijnselen voor het gladden en het roestige ijzer gelijk waren. Maar overigens nam men waar:

A eerst grijs-wit, dan bleek-rose, eindelijk oranje;
B eerst grijs-wit, dan geel, dan oranje;
C eerst wit, dan geel, eindelijk oranje;
D in 't begin grijs-wit, dat langzamerhand eenen warmeren toon aannam tot oranje toe;
E eerst wit, als phosphor in het duister, langzamerhand overgaande in rose, en eindigende in roodachtig oranje.

F eerst wit met donkere schaduw, dan geel, dan oranje. 7)
Men zou zoo zeggen: zes personen, die twaalfmaal een zeldzame verschijnsel nauwkeurig waarnamen, zullen wel een niet-twijfelachtig resultaat leveren; toch blijkt, dat het niet zoo is. En nu erken ik wel, dat dit een zeer bijzonder geval is, maar meen toch ook te moeten opmerken dat bij wetenschappelijke waarnemingen allerlei soorten van moeilijkheden zich herhaaldelijk voordoen.

Het resultaat was dus niet afdoende en twee Amerikaanse geleerden namen opnieuw proeven. Zij constateerden, na de nauwkeurigste waarnemingen evenals vóór 1837, als eerste kleur donker-rood. Daarop werden nieuwe proeven genomen door P. L. Gray, waarbij vooral acht gegeven werd op de gevoeligheid der oogen, of zij lang in het donker waren geweest of niet, en op andere bijkomende omstandigheden, in 't bijzonder de temperatuur. Daarbij bleek, dat de oogen van verschillende personen onder gelijke omstandigheden slechts weinig verschillen ten opzichte van de laagste temperatuur, waarop het gloeiende metaal zichtbaar wordt. Bij de laagste temperatuur had het licht geen kleur en de meeste waarnemers beweerden, dat zij geen spoor van rood waarnamen; het licht, dat van het metaal uitstraalde, geleek het meest op witten damp; bij hoogere temperaturen kreeg het een roodachtige kleur. 8)

Gebruikt de waarnemer instrumenten, dan moet natuurlijk ook in 't oog gehouden worden, welken invloed het instrument op de waarneming kan uitoefenen. De nieuwere wetenschap tracht zoveel mogelijk al deze factoren, die op de waarneming invloed kunnen oefenen, te leeren kennen en in rekening te brengen. Daarbij gebruikt zij de meest gevoelige en de fijnste instrumenten en de listigste methoden om indirect te verkrijgen, wat zij direct niet bereiken kan. Zij meet afstanden van miljoenste deelen van een millimeter; door den bolometer neemt zij temperatuursveranderingen van één honderdste deels van één graad Celsius waar; door mikrofonographen kunnen de zwakste geluiden nog verneembaar worden gemaakt; de chemie is in staat zelfs het minste deel goud, dat in zeewater gevonden wordt, te bepalen. Daarenboven tracht de wetenschap door zelfregistreerende werktuigen het subjectieve in de waarneming tot de kleinste proportiën te herleiden.

Met dat al echter zijn fouten in de waarneming nooit uingesloten, zelfs niet bij de meest gevoelige waarnemers. Daarenboven zijn wij genoodzaakt te constateren, dat er nog een geheele wereld van krachten en werkingen overblijft, die voor directe of indirecte waarnemingen wel altijd gesloten zal blijven.

Er is echter een tweede factor bij de waarneming, waarop wij moeten wijzen, omdat hij van grooten invloed is op onze wetenschap.

Het is ons bewustzijn, dat de verschijnselen waarneemt: de voorstellingen echter, die wij door de waarneming verkrijgen, trachten zich krachtens een wet van dat bewustzijn te verbinden met voorstellingen, die reeds in de ziel aanwezig zijn. Door deze natuurlijke verbinding der voorstellingen of apperceptie ontstaat er wel is waar eenheid in onze kennis, maar zij kan ook de oorzaak worden van fouten. De nieuwe gewaarwording kan zich verbinden met reeds verkregen voorstellingen krachtens een toevallige, niet wezenlijke overeenstemming, waardoor wezenlijk ongelijksoortige voorstellingen in ons bewustzijn verbonden blijven en werken. De namen, die wij aan de waargenomen verschijnselen geven, tonen op welke wijze, in welke richting, de apperceptie gewerkt heeft. Uit het dagelijksche leven hebben wij de voorstellingen van breken, druk-

ken, spannen, ageeren, aantrekken, verbinden, leiden, van verwantschap of affiniteit, massa, stroom, golf, enz., en aan deze voorstellingen hebben zich, wegens één of meer punten van overeenkomst, aangesloten voorstellingen van verschijnselen, die wij in de levenloze dingen hebben waargenomen, zoodat deze aan gene kunnen naam hebben ontleend. Wij spreken van breking van het licht, spanning van gassen, geleiding van warmte, affiniteit van atomen, een stroom van electriciteit, en dergelijke meer. Door al deze namen is een subjectief element in onze waarnemingen vertegenwoordigd, dat men vruchteloos tracht geheel te elimineren. 't Is waar, men denkt bij het gebruik dezer termen gewoonlijk niet aan hunne eigenlijke beteekenis, men definieert ze zoo nauwkeurig mogelijk; maar de beeldd spraak blijft bestaan. Men kan ze niet door eenvoudige teekens vervangen, zooals in de algebra de grootte, omdat ze daarvoor te samengesteld zijn en nog iets anders dan grootte, waarop men de bewerkingen van optellen, aftrekken, enz. kan toepassen. Met de maat van drukking, spanning, breking, enz. is het eigenaardige en onderscheidende van deze verschijnselen nog niet uitgedrukt, ook wanneer we afzien van het min of meer willekeurige en subjectieve, dat er in deze maatsbepalingen is.

Krachtens den aard van het menschelek bewustzijn wordt dus door de apperceptie noodzakelijk aan de waargenomen verschijnselen een verklaring of uitlegging gegeven door het subject.

Dat daarin een bron van dwalingen kan zijn, ligt voor de hand. De voorstelling van goud is bij den mensch in het algemeen en bij de kinderen in het bijzonder een krachtige voorstelling; de warme, schitterende glans van het goud en de waardeering, waarmede over goud gesproken wordt, maken die voorstelling zeer intensief. Nu is het bekend hoe deze voorstelling maakt, dat kinderen blinkend koper voor goud aanzien; het verschil tusschen beide metalen wordt niet of zóó zwak waargenomen, dat het de apperceptie niet belet. Hetzelfde geschiedt, wanneer een walvisch voor een visch wordt gehouden. Daarentegen is het voor de gewone waarneming onmogelijk potlood en diamant door apperceptie met elkander te verbinden, daar zij weinig of geen overeenkomst, maar de grootst mogelijke verschillen tonen, hoezeer de chemie aantoon, dat zij stoffelijk één zijn. Tegen het maken van gelijkssoortige fouten is echter ook de physica en ook de chemie nooit volkomen gewaarsborgd, zooals hare geschiedenis toont. Om slechts één voorbeeld te noemen. Platina werd ook door de natuurkundigen eerst voor zilver gehouden, totdat in 1752 bleek, dat het een afzonderlijk metaal was. Ook hier was het de witte glans vooral, waardoor bij apperceptie de voorstelling van het platina met de voorstelling zilver verbonden werd. Physici en chemici zullen er uit kunne bijzondere wetenschappen wel meer en betere voorbeelden weten aan te halen.

Er is echter nog een derde belangrijke factor in onze waarneming, waardoor zij zeer sterk subjectief kan worden. Zij staat namelijk onder den invloed van den wil, geschiedt met een bepaald doel, in een bepaalde richting. Ik kan volstrekt niet onderschrijven wat Mach in zijne inaugurele oratie zegt, dat „de ontsluiting van een nieuw tot dusver onbekend gebied van feiten slechts aan toevallige omstandigheden te danken kan zijn.“ 9) Trouwens, wanneer hij op de aangehaalde woorden laat volgen: „Die Leistung des Entdeckers liegt hier in der scharfen Aufmerksamkeit, welche das Ungewöhnliche des Vorkommnisses und der bedingenden Umstände schon in den Spuren wahrnimmt“, dan geeft hij zelf aan het toeval reeds een geenszins onbelangrijke beperking. Maar de geschiedenis der physica en der chemie weerspreken, meen ik de bewering van Mach. De afwijkingen van de wet van Boyle waren vóór v. d. Waals ook bekend; het is geen toeval, dat hij trachtte er een verklaring van te geven, welke verklaring een geheel terrein van feiten heeft ontsloten. Een nieuw gebied van feiten is zeker ook geopend door de zoogenaamde (electrische) golven van Herz; toch zijn zij niet door toeval gevonden, maar uit theoretische overwegingen besloot Herz tot het bestaan dezer golven, die daarna door het experiment werden aangetoond. 10)

Natuurlijk zal niemand ontkennen, dat het toeval ook een geheel gebied van nieuwe feiten ontsluiten kan, maar dat beweert Mach niet; hij zegt dat alleen het toeval dat doet.

Maar in elk geval, wanneer eenmaal een nieuw gebied van feiten is ontsloten, dan gaan de geleerden er op uit om dat terrein te bewerken. En niet alleen is dan in 't algemeen het gebied bepaald, maar ook de richting waarin en de wijze waarop het onderzoek moet plaats hebben, althans in groote trekken. Vooral theorieën en hypothesen leiden alzoo den wil om in een bepaalde richting waar te nemen. Welk een machtige bewegkracht is niet de hypothese van Darwin gebleken, en hoe heeft zij niet de waarnemingen der natuurkundigen geleid, jaren en jaren lang! Dat is menschelek en zal altoos weer gebeuren, maar de waarneming kan daardoor ook onzuiver worden; het is ook menschelek, dat men zich inbeeldt iets waar te nemen wat men gaarne wil, dat men voorbijgaat wat men liever niet wil zien. Om bij de physica te blijven, niemand minder dan Maxwell heeft geschreven: „Wenn wir — eine physikalische Hypothese wählen, so sehen wir die Erscheinungen wie durch eine gefärbte Brille und sind zu jener Blindheit gegen Thatsachen und Voreiligkeit in den Annahmen geneigt, welche eine auf einem einseitigen Standpunkte stehende Erklärung begünstigt.“ 11)

Zóó spreekt een der grootste natuurkundigen en andere groóte, die niets te verbergen hebben, spreken als hij. Maar in populaire voordrachten en geschriften en bij geleerden van den tweeden en derden rang wordt zoo dikwijls de indruk gegeven, alsof waarnemen de meest objectieve handeling is en physica en chemie, als op waarneming gegrond, de meest exacte wetenschappen. „Un homme averti en vaut deux.“ Om waarlijk goed waar

9) Mach: Popular-wissenschaftliche Vorlesungen, Leipzig 1897, pag. 293. Daarentegen zegt Boltzmann in de inleiding op zijne Vorlesungen über Gastheorie, dat men tot nieuwe ontdekkingen bijna alleen door speciale mechanische Anschauungen gekomen is.

10) Wanneer Mach bij een ontdekking langs deductieven weg spreekt van een psychisch toeval (pag. 297), dan wordt alle denken toeval.

11) Klassiker der Exakten Wissenschaften. No. 69. Ueber Faradays Kraftlinien van James Clerk Maxwell. Pag. 4.

te nemen is het noodig te weten voor welke gevaren men op zijne hoede moet zijn. De groote physici en chemici hebben steeds ook daarin hunne grootheid getoond, dat zij niet die gevaren rekening hielden.

Over het experiment kunnen wij thans kort zijn. Experimenteeren is waarnemen, maar waarnemen, onder omstandigheden, die men, zooveel mogelijk, zelf bepaalt. Hier vooral treedt, daar vooraf een doel bepaald wordt, de wil op den voorgrond. De experimentator stelt vragen aan de natuur: hij wil weten hoe zij onder die en die omstandigheden handelt. De vragen, die hij stelt, houden verband met een hypothese of een theorie, die dus aan het experiment vooraf gaat; het laatste moet dienen ter bevestiging van de eerste. Uit dit karakter van het experiment volgt, dat de fouten der waarneming zich ook bij het experiment kunnen voordoen, en daarenboven nog de fouten, die voortvloeien uit de vooropgezette hypothese en uit de gedeeltelijk door wilskeuze bepaalde omstandigheden, waaronder het experiment plaats vindt.

Eene niet onaardige illustratie van de verhouding die er in den grond bestaat tusschen het bespiegelende denken en het experimenteel onderzoek viad ik in het volgende feit. De chemicus Fischer had voor cafeïne en xanthine uit een experimenteel onderzoek structuren gevonden, die met alle toen bekende feiten in overeenstemming waren. Een andere chemicus had langs speculatieve weg andere structuren ontwikkeld, die hij echter niet door experimenten kon bevestigen. Eenige jaren daarna moest Fischer erkennen dat niet zijne, door het experiment zoogenoemd bewezene formules, voor de samenstelling van cafeïne en xanthine de juiste waren, maar die welke langs den theoretischen weg waren gevonden. 12)

Dat dit niet maar een enkel bijzonder geval is, toont de geschiedenis der physica en der chemie voldoende, maar voor de betrekkelijke waarde van het experiment is het geval karakteristiek.

Wij mogen dus constatareeren dat de zoogenaamde exacte wetenschappen niet alleen, evenals de andere, werken met begrippen, niet met de dingen zelf; maar ook dat het middel, dat zij aanwenden, de waarneming, staat onder den invloed van subjectieve elementen, nl. van individuele eigenaardigheden in de functie der zintuigen, van de apperceptie, die de voorstellingen verbindt en van den wil, die de waarneming in een zekere richting leidt, en eindelijk dat deze invloeden ook werken op den experimentator.

Uit de waargenomen feiten worden door inductie wetten afgeleid, naar de algemeene opvatting. Ik spreek dit niet tegen, maar merk op, dat men zich dikwijls een verkeerde voorstelling maakt van de inductie, alsof hare waarde afhangt van het aantal bijzondere gevallen, waarmede men den regel of de wet afleidt. De grond van de inductie ligt niet in het aantal waargenomen feiten, maar in hunnen aard: zijn de waargenomen feiten van dien aard, dat zij op den waarnemer den indruk maken van tot het wezen van een ding of een groep van dingen te behooren, dan zal hij ook op één feit een inductie bouwen 13); zijn zij daarentegen van dien aard, dat zij niet tot het wezen behooren, naar zijne meening, dan zal hij ook uit een tal van feiten geen regel of wet opmaken. De vraag, hoe men tot de ware of de vermeende kennis van het wezen komt, doet daarbij niets ter zake.

De algemeenste wetten zijn niet door afleiding uit een reeks van waarnemingen gevonden. Zoo bijv. de wet van het behoud van arbeidsvermogen. Robert Mayer, die haar het eerst vond naar aanleiding van één feit, zegt zelf dat hij de nieuwe leer vond „aus dem zureichenden Grunde, weil ich das Bedürfnis derselben lebhaft erkannte.“ 14)

Helmholtz tracht wel is waar in dit geval nog aan inductie in den boven gewraakten zin vast te houden, waar hij zegt: „Einem fündigen und nachdenklichen Kopfe, wie er unzufällig auf, gelangt es gelegentlich auch aus dürtigem und lückenhaftem Material richtige Verallgemeinerungen zu bilden.“ 15), maar zijne woorden zijn eigenlijk een toestemming meer dan een bestrijding.

De kwestie ligt inderdaad dieper. „In den beginne schiep God den hemel en de aarde“, daarin ligt de laatste grond voor alle inductief zoowel als deductief bewijs. Nu had Mayer, zooals bekend is, de wet van het behoud van arbeidsvermogen terecht in verband gebracht met de schepping en gezegd: „de schepping en de vernietiging eener kracht ligt buiten het bereik van menschelek denken en werken.“ Dat mag echter niet volgens Helmholtz: Dat is metaphysica en vloeit voort uit gebrek aan kennis! „Das Liebling mit der Metaphysik in Mayer's beiden ersten Veröffentlichungen erklärt sich wohl aus der damaligen Unzulänglichkeit seines empirischen Materials.“ 16). Tegenover deze hatelijke woorden van den meester zijn als het ware á bout portant deze andere van zijnen leerling Hertz gericht: „Die gewöhnliche Antwort, welche die heutige Physik... bereit hält, ist diese, dass die Voraussetzungen, von welchen die Betrachtungen ausgehen, metaphysischen Ursprungs seien, dass aber die Physik darauf verzichtet habe und es nicht mehr als Pflicht anerkenne, den Ansprüchen der Metaphysik gerecht zu werden.... Wenn wir bei solchem Rechten zu entscheiden hätten, so würden wir (sagen)... Kein Bedenken welches überhaupt Eindruck auf unsern Geist macht, kann dadurch erledigt werden, dass es als metaphysisch bezeichnet wird; jeder denkende Geist hat als solcher Bedürfnisse, welche der Naturforscher metaphysische zu nennen gewohnt ist.“ 17).

Zoo is het. Laat mij er alleen dit nog aan mogen toevoegen, dat ook de Engelsche geleerde Joule, die na Mayer het meest recht heeft als ontdekker der wet van het behoud van arbeidsvermogen genoemd te worden, in denzelfden zin als Mayer, maar duidelijker nog, schreef:

12) Bericht der Deutsch. Chem.-Gesellsch. XXX, 549 en daaruit in ahrbuch der Naturw. 1898, p. 87.

13) Dat erkent zelfs Helmholtz, ofschoon zijne illustratie niet gelukkig is, Vorträge und Reden I, p. 340.

14) Worden van Mayer aangehaald bij Mach, o. l. pag. 206.

15) Robert Mayer's Priorität. Vorträge und Reden I, p. 69. Ik onderschrijft de woorden in den tekst.

16) Helmholtz I. I.

17) Hertz, Gesammelte Werke, Bd. III. Die Prinzipien der Mechanik p. 27.

„It is manifestly absurd to suppose that the powers with which God has endowed matter can be destroyed.“ 17*).

De lezer vergeve mij deze uitweiding, wier inhoud misschien beter aan het einde van dit opstel geplaatst ware. Ik wilde hier er even aan herinneren, dat ook dit vraagstuk dieper gaat, dan het oppervlakkig schijnt. Dat wist ook Helmholtz wel.

Ook de wet der traagheid is niet door inductie uit een groot empirisch materiaal gevonden. Wij vinden haar reeds bij Galilei, wel niet als een wet geformuleerd, maar als een beginsel, door analyse uit de samengestelde feiten in het leven der natuur waargenomen en toegepast. Newton schijnt haar wel als bij inductie gevonden voor te stellen, wanneer hij zegt: „Corpora omnia mobilia esse, et viribus quibusdam (quas vires inertiae vocamus) perseverare in motu vel quiete, ex hisce corporum visorum proprietatibus colligimus“ 18), maar hij beschouwt de traagheid als de eenige oorspronkelijke, wezenlijke kracht (vis insita) der stof en definieert haar eenvoudig als een grondbegrip 19), wat toch van een empirische wet niet aangaat. 't Zelfde geld van de wet der zwaartekracht. Newton zegt: „Si corpora omnia in circuitu terrae gravia esse in terram, idque pro quantitate materiae in singulis, et lunam gravem esse in terram pro quantitate materiae suae, et vicissim mare nostrum grave esse in lunam, et planetas omnes graves esse in se mutuo, et cometarum similes esse gravitatem in solem, per experimenta et observationes astronomicas universaliter constat; dicendum erit per hanc regulam quod corpora omnia in se mutuo gravitant“ 20). Hier schijnt dus een gewone inductie te zijn; maar dat daarin de ontdekking van de wet der zwaartekracht niet gelégen is, spreekt toch wel van zelf. De afzonderlijke gevallen hier genoemd zijn geen waarnemingen, maar waarheden, deductief afgeleid en bewezen. De ontdekking ligt juist daarin dat aangetoond wordt, dat het dezelfde kracht is, die in al de genoemde gevallen op dezelfde wijze werkt.

Wie de geschiedenis der ontdekking van deze wet heeft nagegaan, weet hoe veel theorieën er vruchteloos uitgevonden zijn, hoeveel dwaling zich in overigens gezonde gedachten gemengd heeft, vóór de juiste verbinding der gedachten gevonden werd. Trouwens het is bekend hoe zelfs Kant van Newton's juiste opvatting der traagheid weder afweek, daar hij dezen vorm gaf: alle verandering der materie heeft een uitwendige oorzaak. 21)

Naarmate de wetten een meer bijzonder karakter dragen, treedt de empirie meer op den voorgrond. De bijzondere wetten gelden onder bijzondere omstandigheden, op een bijzonder gebied. Daar echter de verschijnselen in de natuur steeds zeer gecompliceerd zijn, komt het er op aan die omstandigheden juist te kennen, niet meer en niet minder. De wet houdt, strikt genomen, op een wet te zijn, wanneer zij te ruim of niet ruim genoeg wordt omschreven, m. a. w. wanneer wezenlijke omstandigheden als voorwaarden worden verwaarloosd of toevallige omstandigheden bij de waarneming als wezenlijke worden aangezien. Vandaar ook in dit opzicht wederom dwaling, terwijl daarenboven de gevonden wetten meer een tracht zijn van het denken dan van het waarnemen; immers men moet weten wat men wil waarnemen. Het experiment dient niet ter vinding, maar ter toetsing. Gauss zeide terecht dat wij eigenlijk altijd met onze gedachten experimenteeren. 22)

Ik weet ter illustratie geen beter voorbeeld aan te halen dan de wet van Boyle-Mariotte.

Men formuleert haar tegenwoordig: De drukking (p) en het volume (v) van een gas zijn, bij constante temperatuur, omgekeerd evenredig (dus $pv = \text{constant}$). Dat is echter iets anders in meer dan één opzicht, dan wat Boyle zegt.

Niet onaardig is het de beschrijving te lezen van de proeven, die hij nam. Er spreekt een toon van persoonlijke deelneming in, die weldadig aandoet. „Wij (Boyle en zijne helpers) namen niet zonder genoegen en voldoening waar“, zegt hij, toen hij door de proef de eerste bevestiging van zijne gedachte verkreeg, „dat het kwikzilver in het lange been (van de gebogen glazen buis) 29 duim hooger stond, dan in het korte. Dat deze waarneming met onze hypothese zeer goed overeenstemt en haar bevestigt, zal hij gemakkelijk erkennen, die kennis neemt van wat wij leeren en wat door de proeven van Paschall en onze Engelsche vrienden bevestigd wordt. Hoe grooter namelijk — dit is onze hypothese — het gewicht is, dat op de lucht drukt, des te sterker is haar streven om zich uit te zetten en bij gevolg haar weerstandsvermogen.“ 23)

Bij Boyle geldt dus de wet alleen de lucht en niet de gassen in het algemeen, en in de tweede plaats ontbreekt de bepaling: bij constante temperatuur. Voorts is ook hier eerst de idee van de wet, dan de toetsing der idee door het experiment. Deze toetsing gaf wel is waar niet volkomen weer wat naar de hypothese verwacht moest worden, maar toch was het resultaat van dien aard, dat men de wet, in idealen zin, voor bewezen mocht houden.

Latere nauwkeurigere waarnemingen leerden echter dat de afwijkingen niet alleen aan de onvolkomenheid der proeven waren toe te schrijven; bij alle gassen komen afwijkingen voor, die men, ook in verband met de temperatuur, nauwkeurig heeft bepaald. Prof. van der Waals toonde aan, dat deze afwijkingen verklaard worden, wanneer men aanneemt, dat in de wet twee omstandigheden zijn voorbijgezien nl. dat de gasmoleculen een uitgebreidheid in de ruimte bezitten, waardoor een vermeerdering van de drukking ontstaat, en dat deze moleculen een wederkeerige aantrekkingskracht op elkander uitoefenen. De theorie van van der Waals heeft zich voor de wetenschap zeer vruchtbaar getoond. Wat ons echter hier het meest interesseert is dit, dat de meest schitterende resultaten zijn verkregen door het vasthouden aan de ideale zijde van de wet tegenover de empirische.

Het zij men tot de kennis van een wet gekomen is langs den empirischen, 't zij langs den theoretischen weg, in beide gevallen is het begin de gedachte, niet de waarneming. Wanneer men den empirischen weg gaat, dan is die gedachte niet een helder inzicht in het wezen der verschijnselen, maar een vaag denkbeeld, een vermoeden,

17*) Deze aanhaling vond ik bij Mach o. l. p. 205 en 208.

18) Principia Lib. III, Regulae philosophandi III p. 388.

19) Definit III p. 2 en p. 389.

20) I. I. p. 388.

21) Metaph. Anf. der Naturw. 3. 3.

22) Mach p. 297.

23) Defence of the Doctrine touching the Spring and Weight of the Air 1662. Vol. II cap. V.

dat men dan do te versterken en volgt men echte men uit het held en leidt daaruit boven de stof uit tieven weg tot niet bestaan, wa mogelijk, de geld zoeken.

De mogelikhel neer men niet t waarover de wet energie bijv. gel voor het gebied gelden niet voor zooals wij bij v omstandigheden voordoen, is hoe veel latente.

Niet alleen bij wij dus te rekene door eenzijdige k bij het opsporen het objectieve m komen, maar on dingen is het u relatief is, zullen wat door een v zelf niet kan word

Aan het const mie niet genoeg, den grondler w een veelheid zond

Zetten wij ech verklaren en begr de deze beheers om te zien, dat h de mannen der i hier geen spoor o

In een redero natuuronderzoek wanne men „de men ze heeft beg het gemakkelij. M De gemeene man een verschijnsel he heeft begrepen.

Iets beter maak voordracht op een gehouden, zegt d wij het door zeer uit te voeren verr bootsen, 27) maar kennen bloote emp een logisch en e der natuur willen

Julius in een vroeg niet langer naar b beeld, dat wij on nimmer in de war l

Van een vinden weg wil Helmholtz nen (sic) Menschen schritten, um zu t etwas sind, was wi ausdenken können Thatsachen entdeck holten Beobachtung Einzelfallen, unter prüfen“, 28) u.s.w.

Nernst nog niet zo hingende (om natu ingehender Vorste Erscheinungen dur zu neuer Erkenntn dann nachträglich z

Ik merk op dat, als Van der Waal wezen der versch begrip van het w scheiden. Maar vo aan metaphysica en dit, maar ook de l Mach bijv. schrijft: wissenschaft die Be nicht für mich alleir haben, ihrer formale Helmholtz daarente verschijnselen daa aufzusuchen haben, nungen sind“ 31).

moet men naar e v ing streven in pl klaring, natuurlijk v iets wat achter de v Erst moet de phys leid, wat met de ch ondernemen. Maar strecks of zijdelings rekenen, en komt da

24) Vgl. o. a. Navi 1890, pag. 225 800q.

Paris 1894 pag. 125 s.

25) Nernst pag. 21

26) Vorträge und Erscheinungen finden,

27) Popular-Wissen wir uns aufs Gewisse müssen wir sagen,

28) I. I. p. 341.

29) Theor. Chemie,

30) o. l. p. 277.

31) Vortr. und Red

7) Nature 1892, April 14, en daaruit in Wildermann's Jahrbuch der Naturwissensch. 1893 pag. 38.

8) Jahrb. 1895, pag. 24.