

gec

v. J. J.

GESCHENK
VAN
Prof. J. A. C. OUDEMANS.

REDE

uitgesproken bij de Opening

VAN HET

7^E NATUUR- EN GENEESKUNDIG

CONGRES

DEN 7^{EN} APRIL 1899.

DOOR

J. BOSSCHA.

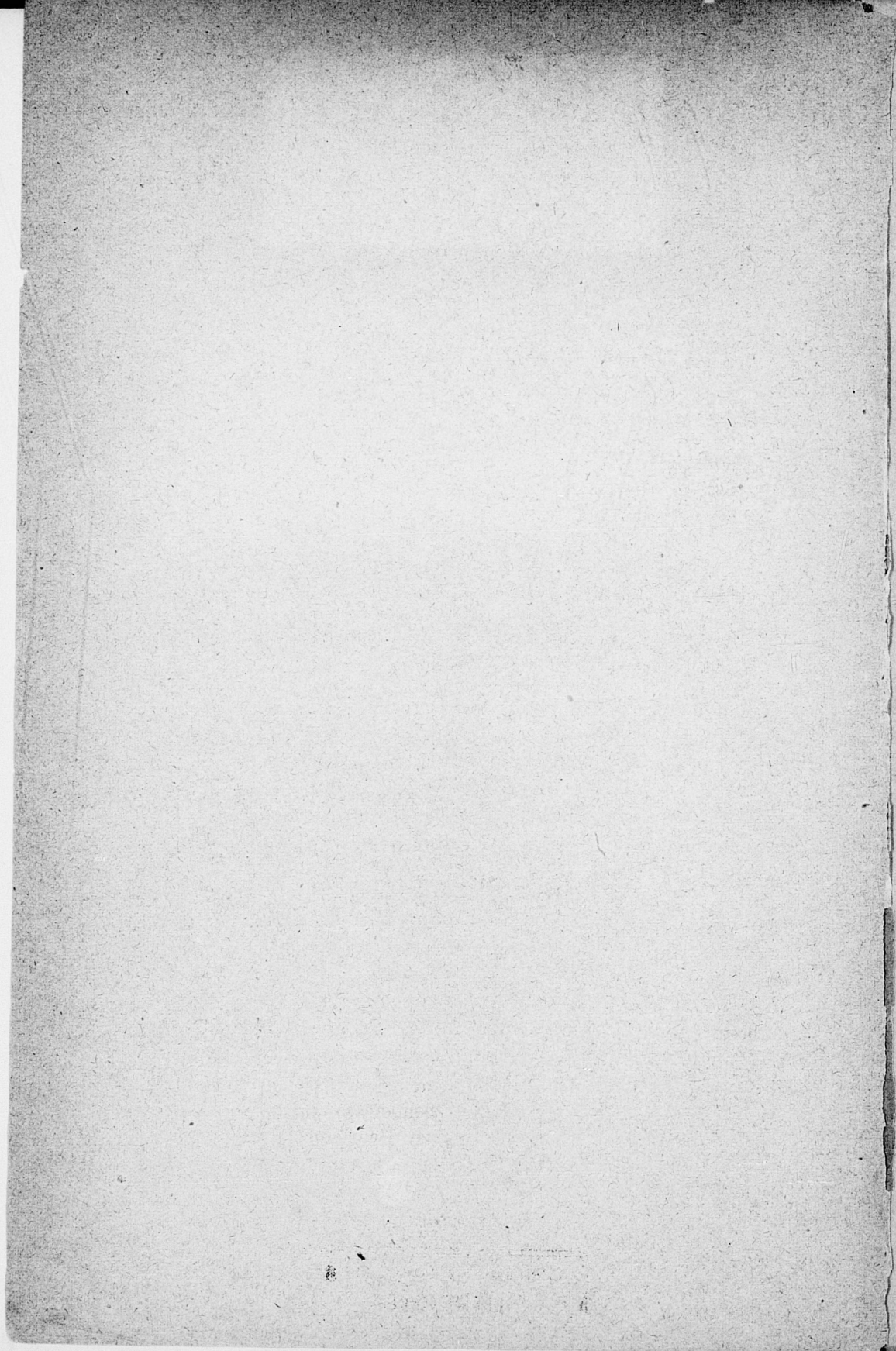
Sterrewacht Zonnenburg
UTRECHT.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



1970 0974

IB 25



Een feestelijk welkom zij het eerste woord op het Zevende Natuur- en Geneeskundig Congres; een welkom vooral aan onze genoodigden, leden en vertegenwoordigers van de Regeering van Land, Gewest en Gemeente, waardigheidsbekleeders en ingezetenen van de stad Haarlem.

Het is de eerste maal dat onze Vereeniging samenkomt in den zetel eener burgerij die niet, door het bezit van eene instelling van Hooger Onderwijs, in dagelijksch verkeer leeft met een uitgebreiden kring van beoefenaren van wetenschap, en daarin eene bijzondere aanleiding vindt om, te midden van ambtsbezigheden of beslommeringen van handel en nijverheid, bijwijken aandacht te schenken aan onderzoekingen en uitkomsten van natuurstudie. Dat evenwel, ook zonder die aanleiding, belangstelling in ons Congres niet behoeft te ontbreken, daarvan geeft de tegenwoordigheid van onze Haarlemsche genoodigden het verblijdend en vereerend bewijs. Hoe kon men ook anders verwachten? Zijn niet het Hoofd van deze Provincie en het Hoofd van deze Gemeente Directeuren eener Maatschappij die,

Sterrewacht Zonnenburg

UTRECHT.

opgericht door een Haarlemschen Burgemeester, nu welhaast 150 jaren lang getuigd heeft van de levendige deelneming en den krachtigen steun, dien Haarlemsche ingezetenen hebben willen schenken aan de wetenschappelijke beweging van hunnen tijd? Zien wij niet in ons midden Directeuren van eene andere stichting, het monument van den verlichten zin van een Haarlemschen koopman, wiens vrijgevigheid jegens natuurstudie den naam van TEYLER door heel de wereld heeft beroemd gemaakt? Mochten wij niet eene bijzondere plaats inruimen voor den directeur van het laboratorium van het Koloniaal Museum, die met de Directeuren van TEYLER's stichting zich beijverd heeft lokaal en huldmiddelen ter beschikking te stellen van ons Congres. Mogen wij niet met vreugde gewagen van de aanwezigheid van vertegenwoordigers van andere met ons verwante instellingen: de vereeniging van bloembollencultuur, waarvan de nauwe betrekking tot de wetenschap het best wordt uitgedrukt door den persoon van den Voorzitter, den nestor van dien echt Haarlemschen tak van nijverheid; de Haarlemsche afdelingen van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw en van de Nederlandsche Maatschappij van Tuinbouw en Plantkunde, mannen van de praktijk, die bij ondervinding de waarde van het weten kennen, onze bondgenooten, omdat wij van onze zijde beseffen dat het weten geen anderen grond kan hebben dan de ervaring, en geene theorie betrouwbaar kan zijn, die niet is de samentrekking, de codificatie van de lessen der praktijk.

Hun allen betuigen wij onzen dank voor hunne aanmoedigende tegenwoordigheid.

In U, Mijne Heeren leden van het Congres, begroet ik eene schare bevoorrechten. Wat U hier te samen brengt is de kern van uw leven. Uw voorrecht is het, dat uw dagelijksche werkring de beoefening of de toepassing is van de verheffende studie der natuur. In haar vindt ge de onuitputtelijke bron van geestelijk genot.

Onze tweejaarlijksche bijeenkomsten ontleenen juist hieraan haar feestelijk karakter. Zooals vrienden, na lange scheiding, zich verheugen elkander te spreken en te hooren over hetgeen hen, in elkanders afwezigheid, het meest heeft vervuld, zoo komt gij hier te samen, wetende dat wat gij hebt mede te deelen over verkregene uitkomsten, over in gang zijnde onderzoekingen, plannen van U zelve of van anderen, indrukken en

meeningen over de laatste vorderingen der wetenschap nergens warmer belangstelling vindt dan in dezen kring. Geldt het de natuurwetenschap, dan kan men er wel zeker van zijn, dat in twee jaren tijds heel wat gewichtigs is voorgevallen. En waar kan de ontmoeting van vakgenooten opgewekter en leerrijker zijn dan hier, in ons klein, ook in dit opzicht gezegend land, waar een krachtig wetenschappelijk leven, in klein bestek als het ware samengedrongen, onder de beoefenaren van onderscheidene vakken van natuurkenis, door de studie van nauwverwante vraagstukken, eene samenwerking heeft doen ontstaan, die — wij hoorden het nog onlangs een gezaghebbend buitenlandsch geleerde betuigen — ons door den vreemdeling wordt benijld.

Al hooger stijgen de eischen van natuuronderzoek, al diepzinniger zijn de leerstellingen die den weg moeten wijzen te midden der vraagstukken die zich opdringen, al meer inspanning eischt elke stap, — maar de gang vertraagt niet. Wanneer wij de handelingen van vroegere Congressen doorbladeren, — vooral de opmerkelijke overzichten die de eerste sectie verzamelt van hetgeen in tijdperken tusschen twee opvolgende Congressen door landgenooten werd verricht, dan doorleven wij in gedachte een stuk geschiedenis der natuurwetenschap en gevoelen wij dat elke op vaste tijden terugkeerende samenkomst van natuur- en geneeskundigen als de maatslag is van gestadigen vooruitgang.

Dit Zevende Congres brengt ons aan het einde der eeuw. Uwe volgende bijeenkomst zal de reeks openen in een nieuw tijdvak. Nu gij voor eene wijle zijt afgeroepen van de bijzondere onderwerpen van studie of praktijk, die dagelijks uwe aandacht in beslag nemen en die U straks in de sectien opnieuw zullen bezighouden, kan het misschien meer dan anders aan Uwen Voorzitter geoorloofd zijn, in zijne toespraak af te zien van een nauw omschreven onderwerp, — al is dit in den tegenwoordigen stand der wetenschap haast een eerste eisch van vruchtbaar werk, — en met U een iets ruimer blik om ons heen te slaan. Een werkman, zooals gij allen zijt, die deelneemt aan het tot stand brengen van een groot kunstwerk, kan soms wenschen zich enkele oogenblikken op een afstand daarvan te plaatsen om een grooter deel te overzien dan hem gewoonlijk onder de oogen komt, zich voor den geest te brengen hoe het allengs is gegroeid en wat het worden kan. Hij kan in het opmerken, zelfs maar

van enkele groote lijnen, door de tastbare werkelijkheid, die hij voor oogen heeft, zich nog eens weer doordringen van het besef, dat hij medearbeidt aan iets zeer schoons, iets zeer verhevens, en daarin vinden een loon en eene aansporing.

De eeuw van stoom en electriciteit, — de term is, sinds lang reeds, bijna afgesleten. En toch, kunnen geene twee woorden duidelijker beeld wekken van den machtigen invloed, dien de natuurstudie op het leven en het bedrijf van menschen in deze eeuw heeft uitgeoefend. En voor zoover zij de gedachten medebrengen van alles overwinnende kracht en van alle voorstelling te boven gaande snelheid, van machten die iets geheimzinnigs hebben in haar wezen, iets plotselings in hare openbaring, geven zij ook den indruk weder, dien de ontdekkingen dezer eeuw moeten maken op oningewijden, aan wie op het arbeidsveld der natuurkennis haast niets meer verwonderlijk, niets meer onmogelijk moet toeschijnen.

Doch het zijn niet de verreikende toepassingen, die in de eerste plaats in aanmerking komen bij eene eenigszins wijsgeerige beschouwing van den vooruitgang onzer kennis.

Spoorwegen en stoomvaart, telegraphen en telefonen, de wonderen der hedendaagsche chemische industrie, de verbeterde metaalbereiding en metaalbewerking, de kunstmatige rasverbetering van planten en dieren, de kolonisatie van het donkere werelddeel voorbereid door geografisch onderzoek, de pijnlooze operatie, de smetlooze wondbehandeling, de lichtsoort die het menschelijk lichaam doorstraalt, de weibereidingen die aanstekelijke ziekten afweren of tegenhouden, en zoovele andere bekende uitvindingen en ontdekkingen die zoo diep ingrijpen in het sociale en individuele leven van den mensch, zij zijn voor den natuuronderzoeker de bijkomstige vruchten van zijn arbeid. Hij plaatst ze — als 't noodig is — op de balans van het zoogenaamde bankroet der wetenschap, waarvan onlangs een luidruchtig schrijver gewaagde, die zich openlijk schaarde aan de zijde van hen, voor wie de bemoeiing van verstandsmenschen, — de intellectueelen, — een openbare ramp is.

Van hoogere orde dan de toepassingen is hare bron, de wetenschap zelve. Hoe zegenrijk de afwering of stuiting zij van besmettelijke ziekten, van meer waarde nog is voor den *zoeker* het feit, dat het de stelselmatige studie van den aard en de levensverschijnselen van infectie-bacillen is, die langs zekeren,

vooraf berekenden weg tot ontdekkingen heeft geleid, waarvan het eerste voorbeeld door het toeval aan JENNER werd in de hand gegeven.

Wat hebben wij in dit opzicht in de laatste jaren gewonnen? In welke mate is de vastheid toegenomen van ons weten, de zekerheid waarmede wij de richting kunnen aanwijzen, die ons verder kan brengen. Dit is wel de alles beheerschende vraag, wanneer wij ons rekenschap willen geven van de vordering der natuurwetenschap.

Van het antwoord vermag ik U op deze plaats slechts een paar vluchtige trekken te geven uit het gebied der natuurkunde.

CHRISTIAAN HUYGENS heeft, in een zijner onlangs uitgegevene brieven, den aard van ons weten op even eenvoudige als diepzinnige wijze beschreven. Het was bij gelegenheid dat PIERRE PERRAULT, in een aan HUYGENS opgedragen geschrift over den Oorsprong der Waterbronnen, twijfel had geoperd over de bekende natuurkundige verklaring, volgens welke, in eene pompbuis, het water wordt opgestuwd door de drukking der dampkringslucht op het water in de bron.

„In geene zaak,” zegt HUYGENS, „is ons weten volstrekt zeker, in alles slechts waarschijnlijk. Maar er zijn graden van waarschijnlijkheid die zeer ongelijk zijn, en sommigen als van 100000 tegen één, zooals in de meetkundige bewijzen, die valsch kunnen zijn, maar zoo menigmaal en zoo lang beproefd zijn, dat er haast geen reden is, om er de juistheid van te betwijfelen, vooral van degenen die kort zijn.

„In zaken van natuurkunde is er geen ander bewijs dan bij het ontcijferen van geheimschrift, waarin men begint met onderstellingen op losse gissingen op te werpen. Wanneer deze dan in zooverre juist blijken dat zij eenige goed aaneensluitende woorden doen vinden, schrijft men aan die onderstellingen eene zeer groote zekerheid toe, ofschoon er anders geen bewijs voor is, en het niet onmogelijk is dat men er nog andere kan vinden die meer met de waarheid overeenkomen.”

PERRAULT's bedenking had tot grond een door HUYGENS opgemerkt verschijnsel. Om de drukking van de lucht onder de klok van zijn luchtpomp te meten, maakte HUYGENS voor het eerst gebruik van een verkorten waterbarometer, waarin het water eerst begint te dalen wanneer de lucht reeds aanmerkelijk

verdund is. Wanneer deze toestel eenigen tijd in de luchtledige klok had gestaan, verloor het water allengs de lucht, die het gewoonlijk opgeslorpd heeft, en met dit luchtvrĳe water weigerde, bij eene volgende proef, de manometer zijn dienst. Hoe lang men de luchtpomp in werking hield, het water bleef tegen den top der buis staan alsof het door den bovenwand werd vastgehouden. Het werd dus, tot grootere hoogte opgevoerd dan met de luchtdrukking op het buitenwater overeenkwam.

Wij zijn, sedert NEWTON's tijd, zoozeer gewoon geraakt aan het begrip van aantrekkende krachten naar welker oorsprong men niet verder te zoeken heeft, dat wij ons van deze verschijnselen afmaken, door ze toe te schrijven aan eene adhesie of aankleving van het water tegen den glaswand, en aan eene cohesie of samenkleving der waterdeelen onderling; en zoo wij ons van meer moderne termen willen bedienen, spreken wij van moleculaire attractie. Maar HUYGENS, wien het bedenken van een gelegenheidswoord nooit bevredigen kon, weert de tegenwerping af met deze woorden: „Het is daarom niet gezegd dat de eerste hypothese” — hij bedoelt de verklaring door dampkringsdrukking, — „onjuist is. Het kan wel liggen aan ons gering begrip dat wij die andere oorzaak niet kennen. En het komt mij voor, dat het hiermede evenzoo gesteld is alsof wij in het te ontcijferen geheimschrift een regel ontmoeten, dien men niet ontwarren kan met het aangenomen alphabet, 't welk aan al de overige deelen van den brief voldoet; want dat zou nog geen reden zijn om ons alphabet als valsch te verwerpen, maar ons eer doen gelooven dat er voor dien onbegrepen regel een bijzondere sleutel bestaat, dien men misschien zou kunnen vinden door nieuwe onderstellingen te maken. Ik heb,” — zegt hij, — „aldus inderdaad oorzaken bedacht, die mij vrij wel voldoen, zonder dat zij op eenige wijze de oorzaak wegnemen, die in de zwaarte der lucht gelegen is.

Wij verwijderen ons niet te zeer van ons onderwerp door te vermelden waarin HUYGENS de verklaring zocht. Hij neemt aan dat, behalve de drukking van de lucht, er nog eene andere, veel sterkere is, van eene stof die, veel fijner dan de lucht, gemakkelijk het water, het glas en alle lichamen doordringt. In lateren tijd noemde hij die stof ether. De ether nu doordringt niet alle stofdeelen even gemakkelijk. Hij beweegt zich vrijer tusschen de lucht door, dan tusschen water- of glas-deelen. Indien dus water, in onmiddellijke aanraking met glas, daartegen aanligt,

ondervindt het aan de buitenzijde de drukking van ether die zich door lucht beweegt, aan de zijde van het glas de drukking van ether, die zich minder vrij door glas beweegt. De eerste drukking moet het winnen van de laatste en dus het water tegen het glas aanpersen.

Het beeld, dat HUYGENS geeft van den aard van onze kennis en de middelen om haar te vermeerderen, wijst het doel aan waarop ons zoeken moet gericht zijn. Zoo ons weten slechts waarschijnlijk is, hebben wij den graad van waarschijnlijkheid te verhoogen. Daartoe nu is in zaken van natuurkunde het eenige middel: het vinden van een ordelijken en begrijpelijken samenhang in schijnbaar op zich zelf staande feiten. Eene *beschrijving* van feiten is evenmin wetenschap als de beschrijving der letterteekens van geheimschrift *lezen* is, zij kan slechts dan de grondslag van wetenschap heeten, zoo zij gevolgd wordt door eene verklaring van hunne beteekenis en verband, en door eene herleiding tot eenvoudige oorzaken.

Aan HUYGENS stond dit doel steeds voor oogen. En altijd, — wij zagen het met een voorbeeld, — had zijn zoeken tot richtsnoer de overtuiging die hij, in zijn meesterwerk aldus uitsprak: „in eene wijsbegeerte, welke dien naam verdient, moet de oorzaak van alle natuurlijke verschijnselen gezocht worden in redenen van mechanica,” dat is, van bewegingswetten. „Dit,” zegt hij, „moet men doen, tenzij men alle hoop opgeve ooit iets in de Physica te begrijpen.”

Men zou bij het vernemen van eene zoo besliste meening, meer dan 200 jaren geleden uitgesproken, bijna aan eene ingeving denken. Want het is niet alleen het naderen tot het doel, dat HUYGENS nastreefde, maar inzonderheid de bevestiging van HUYGENS uitspraak, die het kenmerkend karakter is geweest van de vorderingen der natuurwetenschap in de negentiende eeuw. Het experiment heeft ons steeds verder gebracht in de mechanische verklaring van alle ons bekende natuurwerking, en die verklaring zelve is steeds de vruchtbaarste bron gebleken tot het ontdekken van nieuwe verschijnselen.

De groote gebeurtenis in deze eeuw was de erkenning van eene algemeene mechanische natuurwet: de wet van het behoud van arbeidsvermogen. Zij leerde ons dat alle verschijnselen in de natuur kunnen beschouwd worden als eene overbrenging of vervorming van arbeidsvermogen, dat deze hoofdfactor de funda-

menteele maat is waarnaar wij de grootte der verschijnselen hebben te beoordeelen, een factor, die, bij geen overgang en geene vervorming vermeerderend of verminderend, in hoeveelheid even onveranderlijk is als de materie.

Reeds lang te voren had een gevolg van deze laatste stelling als axioma gegolden: in de natuur kan geen arbeid uit niets ontstaan, een perpetuum mobile is niet mogelijk. Doch in werkelijkheid kon dit beginsel slechts in enkele gevallen als vaststaand worden aangemerkt. Zoo kon HUYGENS de onmogelijkheid van een perpetuum mobile tot den grondslag maken van zijne leer van den samengestelden slinger, omdat zijne beschouwing uitsloot elke andere werking dan die der zwaartekracht, van welke werd aangenomen dat zij geheel begrepen was in eene bepaalde mechanische omschrijving. Wie kon zeggen wat andere werkingen, warmte, licht, scheikundige krachten, magnetisme, electriciteit konden verrichten? Het was juist op dezen grond dat 's GRAVENSANDE in twijfel werd gebracht of de toestel van den bedrieger ORFIRÉ niet inderdaad een perpetuum mobile was. En toen JOHANNES BERNOULLI in den waan verkeerde dat hij zelf het lang gezochte werktuig had uitgedacht, was zijne dwaling niet het gevolg van eene wijsgeerige fout, maar van zijne onbekendheid met den aard der capillaire krachten.

De eerste beslissende stap tot de erkenning der wet was het ontdekte grootte-verband tusschen arbeid en warmtehoeveelheid. Het gaf ons de mechanische maat in handen waarmede alle warmte-verschijnselen kunnen gemeten worden, en daarmede kwam de geheele warmte-leer onder het rechtsgebied der wet.

De vruchtbare kiem viel in een zeldzaam goed voorbereiden bodem. De jaren 20 tot 50 van deze eeuw hadden buitengewoon veel en belangrijk experimenteel werk opgeleverd. MELLONI had bewezen dat licht hetzelfde is als stralende warmte; HESS had aangetoond dat elke bepaalde scheikundige verandering, langs welken weg ook verkregen, steeds dezelfde hoeveelheid warmte deed ontstaan of verdwijnen. Tegelijk met de warmte-verschijnselen bleken nu licht en scheikundige werking aan het behoud van arbeidsvermogen gebonden.

LENZ en JOULE hadden de warmtewerking van electrische stroomen gemeten, en FARADAY, het gebied der electrische en magnetische inductie in alle richtingen doorploegende, had, tot het voortbrengen van electrische stroomen door mechanischen arbeid, de middelen gevonden, die thans op groote schaal arbeid

overbrengen, voertuigen bewegen en onze steden verlichten. Op allerlei wijze kon nu de geldigheid der wet op het uitgestrekte veld van electrische en magnetische werkingen worden op de proef gesteld en bevestigd. Zij is thans inderdaad de sleutel geworden, waarmede geen ons bekende regel in het geheim-schrift der natuur meer in tegenspraak is.

Voor onze natuurbeschouwing had zij de gewichtigste gevolgen. De bewezen overgang van warmte in beweging verdreef voor goed de hypothetische warmtestof, de eerste der imponderabilia. Het immaterieele substraat, dat nog in de leer van LAVOISIER zulk een gewichtige rol vervulde, loste zich op tot een bewegings-toestand.

Tegelijk met de warmte werd een ander agens, de veerkracht van gassen en vloeistoffen, tot beweging herleid. De mechanische verklaring die HUYGENS gaf van de aankleving van een vloeistof tegen een vasten wand, te weten de drukking, die een zwerm bewegende deeltjes moet uitoefenen wanneer zij in hunne beweging worden gehinderd, was 25 jaren na HUYGENS' dood door DANIEL BERNOULLI toegepast op de gassen. Het is nog slechts een veertigtal jaren geleden dat BERNOULLI's denkbeelden weder werden opgevat en uitgebreid en thans is de mechanische theorie van gassen en vloeistoffen tot even hoogen graad van waarschijnlijkheid geklommen als de algemeene natuurwet die haar deed herleven.

Ieder natuurkundige is van de beweging der luchtmoleculen, die ons omgeven, even zeker, alsof wij met de oogen die onzichtbare wereld konden aanschouwen. Hij weet dat zij dooreendwarrelen met snelheden die, door het toeval bepaald, door de wetten van het toeval worden beheerscht, maar waarvan de middelwaarde voor eenzelfde gas alleen afhangt van de temperatuur; en dat, zoo wij beweging meten, niet naar de maat van NEWTON, de vis motrix, maar die van LEIBNIZ, de vis viva, dat is het arbeidsvermogen van beweging, bij gelijke temperatuur voor alle gassen de beweging even groot is. Hij kan berekenen, — indien de snelheid der luchtdeelen zooals thans in deze zaal, omstreeks 500 meter in de secunde is, — voor stikstof wat meer, voor zuurstof wat minder, — hoeveel moleculen op de duizend snelheden bezitten tusschen 500 en 600, tusschen 500 en 400 meter of welke andere grenzen men stellen wil. Hij weet hoe de gemiddelde lengte te vinden is van den weg, dien eene molecule aflegt, voordat zij in botsing komt met eene andere, en kan uit-

maken dat zij, in de lucht die ons hier omgeeft, omstreeks $\frac{1}{14000}$ van een millimeter is, zoodat wij ons bevinden te midden van een zwerm snel bewegende luchtdeeltjes, die elk in ééne secunde gemiddeld 7000 millioen malen tegen een ander aanbotsen of van richting veranderen: een grooter aantal dan er seconden in twee en een kwart eeuw voorbijgaan.

Toen LEEUWENHOEK voor het eerst met zijn mikroskoop de wonderen van het onbegrijpelijk kleine aanschouwde, meende hij het wel zoover te kunnen brengen dat hij ook de laatste elementen, de atomen, van het water afzonderlijk zou kunnen waarnemen. Maar weldra kwam hij tot de tegenovergestelde overtuiging. Immers hij zag levende wezens, die vele millioenen malen kleiner waren dan een zandkorrel, van kleiner volumen dan een kubus van een duizendste millimeter zijde. Zij bewogen zich en moesten dus organen bezitten waarin het vocht nog stroomen kan. De mechanische theorie der gassen heeft ons thans geleerd, dat in een zoo kleine ruimte van onzen dampkring, het duizend millioenste van een kubiek millimeter, meer dan 40 millioenen luchtmoleculen moeten aanwezig zijn.

Konden wij die talrijke, snelbewegende lichaampjes allen te gelijk in dezelfde richting met hunne eigene snelheid terugkaatsen, bijv. alle luchtmoleculen in dit vertrek vertikaal opwaarts, dan zou een stormwind opstijgen van ongeevenaarde kracht die, zoo er geen andere tegenstand ware dan de zwaartekracht, de 12000 kilogram lucht van deze zaal tot eene hoogte van $12\frac{1}{2}$ kilometer zou opvoeren. Dat gewicht op die hoogte zou een arbeid van 100 paardekrachten gedurende $5\frac{1}{2}$ uur kunnen onderhouden.

Doch het is juist de ongeordende staat der warmtebeweging, die ons verhindert van haar arbeidsvermogen ten volle partij te trekken. In elk nog zoo klein deel van een gas, van een vloeistof en van vaste lichamen, — althans voor zooverre zij isotroop zijn, — zijn alle bewegingsrichtingen in gelijke mate vertegenwoordigd. Mechanische arbeid nu is altijd geordende beweging, waarbij eene bepaalde richting overwegend in het spel treedt.

Onder welke voorwaarden en tot welk bedrag ten hoogste ongeordende warmtebeweging in daarmede aequivalenten arbeid kan worden omgezet leert een tweede algemeene wet, welker ontdekking van niet minder gewichtige gevolgen is geworden dan die van het behoud van arbeidsvermogen, een tweede gids van niet minder groot speurvermogen dan de eerste; van zoo groot speurvermogen inderdaad, dat men wel eens in de verlei-

ding komt zich met hare aanwijzingen tevreden te stellen en niet verder te zoeken naar den mechanischen grond van het verband, dat zij tusschen onderscheidene verschijnselen doet kennen.

De stoutmoedige, met zoo merkwaardig gevolg bekroonde poging van VAN DER WAALS, om verder door te dringen in den aard der moleculaire bewegingen, en de volharding waarmede hij haar rustig blijft voortzetten, leveren gestadig nieuwe bewijzen, hoe vruchtbaar de toepassing is van beginselen van mechanica ter verklaring van natuurkundige toestanden, eigenschappen en verschijnselen. De invloed zijner beschouwingen op de kennis van het toestandsevenwicht van enkele stoffen en mengsels, gesteund en ontwikkeld door de onderzoekingen van BAKHUIS ROOZEBOOM en SCHREINEMAKERS, VAN KUENEN en andere kweekelingen der Leidsche school, breidt zich voortdurend uit. Het was de leer der physische continuïteit van gasvormige, vloeibare en vaste toestanden, die niet alleen de middelen aanwees om de sterkst weerstrevende gassen, op het voetspoor van VAN MARUM, tot vloeistoffen te verdichten, maar die ook in de zekerheid van den uitslag het vertrouwen schonk, zonder hetwelk het ondernemen van zoo bezwarende proeven nauwelijks te verwachten was. Het standpunt dat de experimenteele natuurkunde hierdoor in den allerlaatsten tijd bereikt heeft, kan niet beter worden gekenschetst dan door enkele woorden uit WILLIAM RAMSAY's onderzoek van nieuwe bestanddeelen van den dampkring. Beschrijvende hoe hij te werk ging, zegt RAMSAY: „Het was een *eenvoudige* zaak het argon, dat wij verkregen hadden, vloeibaar te maken door de vloeibare lucht onder lage drukking aan het koken te brengen.”

En welk toehoorder van voor vijftig jaren, die in de akademische leerzaal hoorde verkondigen dat, van de vijf uit haren aard niet tot vloeistoffen te verdichten gassen, de waterstof de eigenschappen van een niet condenseerbaar gas in den overtreffenden trap bezat, heeft kunnen denken nog eenmaal te zullen vernemen dat, om in een buis een volkomener luchtledig te verkrijgen dan met de luchtpomp mogelijk is, men een harer uiteinden zou dompelen in kokend vloeibaar waterstofgas ten einde de lucht in de buis tegen den bodem te doen vastvriezen, om daarna het van lucht bevrijde bovendeel voor de blaaslamp af te snoeren.

VAN DER WAALS heeft uit de naar hem genoemde wet afgeleid dat alle lichamen in gas- of vloeistof-toestand in natuurkundigen zin zich gelijkvormig gedragen, dat wil zeggen, dat hunne toestanden onder gelijke omstandigheden overeenkomen, zoo men slechts de grootheden, welke die omstandigheden bepalen, voor elk gas meet met eene aan dat gas eigene maat. Dit hoogst belangrijke gevolg, dat een haast onverklaarbaar toeval zou kunnen schijnen, is door KAMERLINGH ONNES aangetoond eene noodzakelijkheid te zijn, bijaldien die toestanden alleen van bewegingen afhangen.

Evenals de veerkracht van gassen en vloeistoffen zijn thans hare inwendige wrijving, de osmose, de diffusie en de dissociatie herleid tot gevolgen der ongeordende beweging, en op het gansche gebied der moleculaire werkingen wachten nog slechts de moleculaire aantrekking en de moleculaire veerkracht op den meester, die ook deze qualitates occultae tot bewegingen zal weten op te lossen.

In niet mindere mate heeft de studie der geordende beweging bijgedragen om ons inzicht in den mechanischen aard der natuurverschijnselen op te helderen. Zoodra in de beweging van een groep moleculen eene snelheid van bepaalde richting zich kan doen gelden, treedt een nieuwe factor op, die eene oneindige verscheidenheid van beweging kan veroorzaken.

Eerst hierdoor kan de mogelijkheid worden begrepen, reenschap te geven van alle waarneembare wijzigingen in eenzelfde verschijnsel. Hoe bekend het sinds lang ook was, dat het geluid in trillingen bestaat waarvan de frequentie de toonhoogte bepaalt, zoo kon toch eerst een dieper doordringen in het wezen der trillende beweging de oplossing geven van raadselen, die men om haar dagelijksch voorkomen geneigd was gedachteloos voorbij te gaan. Zoo, het alledaagsche feit dat wij een vriend herkennen op het hooren van zijne stem. Elke groep lucht moleculen, die, tusschen spreker en hoorder gelegen, deelneemt aan het overbrengen van het gesproken woord, moet in hare wijze van bewegen al de eigenaardigheden kunnen teruggeven. waardoor de eene stem zich van eene andere onderscheidt. Hoe dit mogelijk is heeft HELMHOLTZ's klankleer aangetoond. Zij heeft ons geleerd dat eene groep trillende luchtdeeltjes op een oneindig aantal verschillende wijzen den trillingstijd kan besteden, om tusschen hare uiterste standen heen en weer te gaan, door den gang dien zij aanneemt in elk punt van hare kleine baan en dat juist hierin alle verscheidenheid van klank gelegen is.

Hoe klein de bewegingen kunnen zijn, in welker onderscheiden aard alle indrukken uit het rijk der tonen begrepen zijn, bleek uit proeven met den telefoon, met stemvorken en trillende vliezen. Wij nemen nog geluid en klank waar, wanneer de uiterste standen der trillende luchtlagen slechts enkele honderdduizendsten van een millimeter uiteenliggen. En de samengesteldheid van zoo kleine bewegingen springt in het oog, wanneer men bedenkt dat met de oneindig verscheidene trilbeweging van groepen van moleculen de ongeordende beweging der enkele moleculen blijft gepaard gaan.

Van veel grooter beteekenis evenwel was in onze eeuw het herboren inzicht dat de verklaring van alle lichtverschijnselen in onderscheidene wijzen van beweging te zoeken is. Na HUYGENS had het gezag van NEWTON de undulatieleer in vergetelheid gebracht. Op het gebied van het licht was bijna volkomen stilstand ingetreden. Slechts ééne ontdekking van groot, vooral praktisch, belang heeft hierin de vorige eeuw aan te wijzen: die van de ongelijke kleuruitspreiding bij de breking in verschillende stoffen. Doch reeds NEWTON had haar als het ware in de hand gehad. Zij was hem ontgaan door zijne al te groote gevoeligheid voor tegenspraak. Had hij geloof willen schenken aan de verzekering van den Luikschen hoogleeraar LUCAS, die betuigde dat hij het kleurenspectrum, bij gelijke afwijking, veel korter zag dan NEWTON, dan ware de sterrekunde, zeker reeds ten tijde van HUYGENS en CASSINI, in het bezit gekomen van achromatische verrekijkers.

In het eerste jaar van deze eeuw herleefde door de onderzoekingen van YOUNG en FRESNEL de lichtleer van HUYGENS. Het bleek al wederom de aard en thans ook de ligging der baan van trillende moleculen te zijn en haar gang in verschillende deelen der baan, die alle verscheidenheid van licht verklaren. De sleutel is dezelfde die de geheimen van het geluid ontsluit. In onverwachten aanblik verschijnt thans de gekleurde lichtband van NEWTON's spectrum. Van rood tot violet liggen bewegingen van verschillend tempo uit eenzelfden lichtbundel voor ons uitgespreid. Het glazen prisma heeft voor ons de meest samengestelde trilling in enkelvoudige slingerbeweging ontleed. Het kan dat werk verrichten met eene uitvoerigheid en zekerheid, verre buiten de grenzen van ons kleuronderscheidingsvermogen. Een kleurenblinde kan de geringste kleurschakeeringen door hare verschillende

ligging in het spectrum onderscheiden, evenals de doove een toon door de plaats van de aangeslagen toets van het klavier. Plaatselijke verhelderingen of verduisteringen in het spectrum doen ons met een oogopslag verscheidenheden in de ethertrillingen van een lichtbundel opmerken. Een lichtstraal is aldus een *lichtklank* geworden, waaraan wij het lichtgevend lichaam herkennen als aan de stem een bekende. De lichtklank der sterren zegt ons of zij gasmassaas zijn, of door gasomhulsels omkleede vaste kernen, — welke bestanddeelen zij bevatten en hoe hoog zij staan in de temperatuurschaal der zonnenwereld.

En, evenals een geluidgevend lichaam, hooger klinkend als het op ons afkomt, lager als het zich verwijderd, door het bedrag der toonverandering de snelheid van zijn vaart verraaft, zoo leeren ons welbekende toongroepen in den lichtklank der sterren, door hare schijnbare verhooging of verlaging in den kleurenladder van het sterrespectrum, met welke snelheid sommige dier verwijderde zonnen tot ons nader komen, andere van ons wijken, eenigen zich beurtelings van ons af en naar ons toe bewegen en dus gesloten banen om andere, somwijlen onzichtbare, aantrekkingsmiddelpunten beschrijven, hoe er zijn die tegelijk verhooging en verlaging, dat is verdubbeling der spectraalstrepen vertoonen, omdat zij, al geven zij in den kijker slechts een enkele lichtstip te zien, uit twee lichtbronnen bestaan, welker wenteling om elkander door het regelmatig over elkander heen en weer schuiven van de gesplitste deelen eener zelfde spectraalstreep wordt aangetoond. En de verscherpte waarnemingsmiddelen brengen telkens nieuwe verrassingen, door het oplossen van vraagstukken, aan welker behandeling vroeger niet te denken viel.

Dat de ring van Saturnus, om in wezen te kunnen blijven, om het middelpunt der planeet moet ronddraaien was wel buiten twijfel gesteld, maar de ronddraaiende beweging te zien van een in elken cirkel gelijkmatig verlichten ring scheen iets onmogelijks. De aard der lichtbeweging, die hij uitzendt, heeft thans veroorloofd uit te maken dat de binnenkant van den Saturnusring omstreeks 11 kilometer in de seconde sneller loopt dan een punt van den aequator der planeet.

De fotografie is de spectroscopie te hulp gekomen. PORTA's camera is niet meer enkel het populaire model van ons gezichtsorgaan; zij is in onzen tijd een werkelijk kunsttoog geworden van haast onbegrensde gevoeligheid, omdat het niet als het

menschenoog door lang turen vermoeid en afgestompt wordt, maar integendeel allengs scherper ziet, wijl het den arbeid van den trillenden lichtether vastlegt en opzamelt. Het teekent op de gevoelige plaat lichtklanken op, waarvoor ons oog blind is, en verricht zijne taak, wat niet zonder beteekenis is, onaandoenlijk voor eenige voorkeur ten aanzien der te verkrijgen uitkomst.

In hare zitting van den 26^{en} December 1882 ontving de fransche akademie van den kaapschen astronoom GILL zes fotografien van de merkwaardige komeet die in September was verschenen. Zij waren verkregen met behulp van eene gewone camera voorzien van eene portretlens van 30 centimeter brandpuntswijde, in expositietijden van 30 tot 140 minuten. Belangrijker nog dan de afbeeldingen zelven was de opmerking van GILL, dat de platen met groote scherptheit de beelden gaven van sterren tot de 9^e grootte. GILL sprak de verwachting uit dat betere hulpmiddelen in staat zouden stellen den sterrenhemel te fotografeeren met eene nauwkeurigheid, die voldoende zou blijken voor de plaatsbepaling der hemellichamen. Hij heeft niet gerust voordat hij die verwachting had verwezenlijkt.

In het vertrouwen dat er sterrekundigen zouden te vinden zijn, die met niet minder groote inspanning zijn arbeid zouden willen vruchtbaar maken voor de wetenschap, slaagde hij er in den zuidelijken hemel van den 18^{en} breedtegraad tot aan de zuidpool tot op sterren van de elfde grootte af te beelden. Niet lang behoefde hij te twijfelen aan het nut van zijn werk. Hij was nauwelijks aangevangen toen een sterrekundige zich bereid verklaarde zeven jaren arbeids te wijden aan het uitmeten der afbeeldingen. En zoo werd de zuidelijke sterrenhemel, afgedeeld in 613 glasplaten, van de kaap de Goede Hoop overgebracht naar Groningen, om daar binnenkamers te worden waargenomen met behulp van een tot dat doel uitgedacht werktuig, 't welk zoo nauwkeurig mogelijk de omstandigheden teruggaf waaronder de camera in Zuid-Afrika de hemellichten had gezien, en dat daarbij den waarnemer de voor een sterrekundige ongekende weelde veroorloofde, in ongedwongen houding, het half millioen sterren dat hij had uit te meten recht voor zich uit te zien. Bij het eentonige en langwijlige werk heeft de waarnemer zeker menigmaal zijn geestkracht gesterkt gevoeld door de gedachte, dat hij arbeide aan een der gedenkwaardigste blijken van den vooruitgang der natuurwetenschap in de 19^e eeuw. De astronomen hebben zijn werk op den hoogen prijs gesteld, dien het verdient, en hem

een zeer belangrijk aandeel toegekend in de monumentale betekenis van de onderneming, waaraan de namen van GILL en KAPTEIJN gelijkelijk verbonden zijn.

Naar GILL's voorbeeld is thans de fotografische afbeelding van bepaalde hemelstreken een bijna dagelijksch werk geworden aan de talrijke sterrewachten, die over de geheele wereld zijn verspreid. Zij brengt ons telkens de ontdekking van nevelvlekken en veranderlijke sterren, van nieuwe leden van ons planetenstelsel, — nog onlangs van onzen naasten buurman en van de negende Saturnusmaan, — en zal zonder twijfel, bij het tot stand komen van de groote internationale hemelkaart, de gegevens verschaffen voor eene diepere studie van den bouw en de geschiedenis van het voor menschelijke waarneming toegankelijke deel van het heelal.

Welk een afstand sedert den tijd, die nog in 't geheugen van thans levenden ligt, toen een der grootste astronomen, FRIEDRICH WILHELM BESSEL, geene andere sterrekunde als de ware wilde erkennen dan die zich uitsluitend bezig houdt met de waarneming en de theorie van de verplaatsingen der hemellichamen. Twee eeuwen lang had de sterrekunde geene andere hulpmiddelen gekend dan de in Nederland geborene: de verrekijker en de slingerklok, geen andere leidsvrouw dan de aantrekkingswet van NEWTON. Maar de gedwongen beperking van haar onderzoek had de kunst van waarnemen door FLAMSTEED, BRADLEY en BESSEL zelve al hooger doen opvoeren, de wonderen van de instrumentmakerskunst van RAMSDEN, REICHENBACH en REPSOLD doen ontstaan en LEGENDRE en GAUSS de rekenwijzen doen scheppen, waardoor uit waarnemingen van uit haren aard begrensde nauwkeurigheid de waarschijnlijkste uitkomst afgeleid en de mate van betrouwbaarheid wordt berekend. Zoo was in BESSEL's tijd de sterrekunde de koningin der wetenschappen geworden, niet enkel om de verhevenheid van haar doel, maar vooral om de onaantastbaarheid van hare methoden, haar vasten, statigen gang.

Zij werd de leermeesteres der natuurkunde. Het is de onvergankelijke verdienste van REGNAULT, naar het voorbeeld der sterrekundigen in de experimenteele natuurkunde de uiterste zorg voor nauwkeurigheid te hebben ingevoerd, en die volledigheid in het mededeelen der experimenteele gegevens, welke niet alleen veroorlooft de grens van zekerheid aan te wijzen, maar ook de mogelijkheid scheidt, door later noodig gebleken verbetering en

aanvulling, aan een schat van moeilijke waarnemingen eene blijvende waarde te verzekeren.

Precisie is thans een eerste eisch geworden van het experiment. Zij is meermalen de bron gebleken van de belangrijkste nitkomsten. Het waren REGNAULT's metingen die VAN DER WAALS in staat stelden zijne theorie aan de waarnemingen te toetsen, het waren REGNAULT's methoden, die met de uiterste zorg toegepast door een zoo nauwgezet waarnemer als Lord RAYLEYGH, in een gering verschil van dichtheid in stikstof van verschillenden oorsprong het eerste spoor deden vermoeden van nog onbekende bestanddeelen van den dampkring, thans door het meesterlijk onderzoek van WILLIAM RAMSAY onthuld, afgezonderd en in hunne eigenschappen bepaald.

De natuurkunde heeft de diensten, haar door hare koninklijke zuster bewezen, rijkelijk vergolden. Zij heeft met den spectrooskoop en de camera aan de ware astronomie van BESSEL een nieuw gebied, de physica en de chemie der hemellichamen toegevoegd, waarop thans de groote sterrekundige zeker niet meer hooghartig zou weigeren den voet te zetten.

Zal de physica nog eenmaal ook de geheimzinnige machten van magnetisme en electriciteit in den dienst der sterrekunde stellen? Hoevele raadselen bergen deze beide sphinxen nog in haren schoot. De electromagnetische theorie van het licht die, naar het woord van Lord KELVIN, de undulatietheorie niet heeft vervangen maar aangevuld, en vooral de werking van het magnetische veld op de lichttrillingen wekken tot verhoogde inspanning op. Aller aandacht is thans gevestigd op het verschijnsel van ZEEMAN en de daarvan door LORENTZ gegevene verklaring. Men beseft dat ZEEMAN's ontdekking het tot feit geworden vermoeden is, dat de trillingen eener lichtbron nog iets anders bevatten dan periodieke geordende beweging der moleculen en dat hare electrische natuur, door den invloed van het magnetische veld, bewegingswijzigingen teweeg brengt, die ons zeggen kunnen of een verwijderde lichtbron zich al of niet in een magnetisch veld bevindt. Welk bewegingsverschijnsel is oorzaak van die wijzigingen? Deze vraag rijst als van zelve, omdat wij in de mechanische natuurbeschouwing zoover gekomen zijn, dat wij bij elk nieuw verschijnsel allereerst denken aan eene verklaring door wetten van beweging, en evenmin als HUYGENS kunnen berusten in het scheppen van een krachtfantoom, al moet het

ook slechts voorloopig dienen om aan onze voorstelling eenige vastheid te geven.

Niemand is in de mechanische richting verder gegaan dan een physicus van onzen tijd, die in oorspronkelijkheid van opvatting, in scherpzinnig doordenken, in de vaardigheid waarmede hij het werktuig der wiskunde hanteert, in de kostelijke gaaf klaar te blijven bij de ingewikkelste beschouwingen, in kennis en vernuft van werktuigbouw, eene treffende gelijkenis heeft met den grooten Nederlander. Voor geene moeilijkheid terugdeinzend heeft Sir WILLIAM THOMSON, thans Lord KELVIN, het ondernomen den diepsten grond van het wezen der dingen te peilen. De mechanische theorie, die de veerkracht van gassen en vloeistoffen tot beweging en botsing herleidt, blijft staan voor de vraag: Wat is dan de elasticiteit die het terugspringen der botsende moleculen veroorzaakt, hoe moet deze schijnbare afstooting worden verklaard als *gevolg* van bewegingstoestand. Hare beantwoording is niet mogelijk zonder een doordringen in het wezen der materie zelve.

Hier is de muur die elken stap voorwaarts onmogelijk schijnt te maken. Maar de plek, waar hij moet worden aangetast, is reeds aangewezen, de werktuigen zijn reeds aangevoerd en het zware werk door Lord KELVIN ondernomen. En al erkent hij zelf, telkens op moeilijkheden te stuiten, wij hebben het vertrouwen niet op te geven want het onwrikbaar steunpunt is gegeven. De materie zelve moet een bewegingsvorm zijn, beweging van een volkomen aaneensluitende, volkomen bewegelijke stof die het gansche heelal vult. In die vloeistof maken eigenaardige bewegingsgroepen, waarvan hydrodynamische wetten de onvernietigbaarheid uitwijzen, het eenige verschil tusschen wat wij materie en ledige ruimte noemen. Voor eene andere beschouwing is geen plaats meer, sedert men heeft ingezien als ongerijmd te moeten verwerpen de rechtstreeksche werking op afstand, die van NEWTON tot aan FARADAY gangbaar was. Want zoo geene werking op afstand kan bestaan, is ook binnen een volstrekt ledige ruimte in natuurkundigen zin geen plaats, geene richting aan te wijzen, geene beweging, geene werking, geen verschijnsel mogelijk.

Het volstrekte ledig is dan afwezigheid van natuur, de ontkenning van alles waardoor wij ruimte waarnemen. De continuïteit nu van ruimte is wel een der eerste algemeene gegevens van onze waarneming. De algeheele vulling der ruimte, die hieruit volgt, sluit elk verschil van dichtheid uit. Beweging is

dan het eenige kenmerk waardoor het eene deel van het alles vullende zich van het andere kan onderscheiden, zij moet ook het kenmerk zijn, waardoor wat wij materie noemen van het immaterieele verschillen kan.

De mechanische natuurbeschouwing, tot welke de menigte van experimenteele uitkomsten van deze eeuw ons gedrongen heeft, is geene andere dan die van HUYGENS: na het *Cartesianisme* van de zeventiende, het *Newtonianisme* der achttiende eeuw, zijn wij in de tweede helft der negentiende eeuw het tijdperk ingetreden van het *Neo-Hugenianisme*. Het stelt aan de wetenschap van de komende eeuw bepaald omschreven vragen: welke soort van beweging is electriciteit, is magnetisme, hoe worden de algemeene aantrekking, de veerkracht bij de botsing der moleculen, het wezen der moleculen zelven tot bewegingsverschijnselen herleid?

Zoo teekenen zich de hoofdlijnen af van dat deel van het groote kunstwerk 't welk de natuurkunde heeft tot stand te brengen. Maar steen voor steen moet het worden opgetrokken met materiaal, dat, in laboratorium en studeercel, geduldig en moeizaam, door elken enkelen onderzoeker moet worden vervaardigd. En om te kunnen beslissen, in welke orde het ten slotte moet worden samengevoegd, is telkens de hulp noodig van den meetkundigen bouwmeester, den wiskundige die zijn vernuft en denkkraft wel wil besteden aan werkelijk bestaande dingen en tot de natuurkundigen wil spreken in voor hen verstaanbare taal.

Bij dit werk is gewis nog menigmaal leiding te vinden in de studie van de geschriften der groote voorgangers uit vroegere eeuwen, te weinig gekend, te zeer veronachtzaamd. Hoe menig lichtend woord schittert ons daaruit in volle klaarheid tegen, hoe velen hunner zijn er nog in hunne juiste waarde onbegrepen. Want wat ons bij hen hetzij ingeving, hetzij al te groote stoutmoedigheid toeschijnt, is in werkelijkheid de vrucht van tallooze door een steeds wakker verstand opgenomen en verwerkte ervaringen, die den geest als in voortdurende sympathie met de natuur doen leven, en onbewust een wijze van denken doen ontstaan, die tot het begripen der natuur geschikt maakt. Zij waren de hoogst bevoorrechten; want zoo denken de hoogste uiting van het leven is, het begripen is de hoogste bevrediging van het denken.

01155003

