

GROOTE UITWERKSELEN

VAN

ZEER KLEINE BEWEGINGEN.

DOOR
P. VAN DER BURG.

Indien wij de verschijnselen, die zich dagelijks in de natuur voor onze oogen opdoen, met opmerkzaamheid gadeslaan, dan is zeker de onafgebrokene afwisseling, waarmede zij gestadig optreden, wel geschikt, om die opmerkzaamheid levendig te houden. Nergens vinden wij rust, nergens volstreckte bewegingloosheid. Tallooze veranderingen grijpen, gedurende een' enkelen dag, plaats in den toestand van den dampkring of de luchtmassa, die onze aarde omringt; die aarde zelve voert ons met eene onbegrijpelijke snelheid voortdurend naar andere oorden der hemelruimte, en legt ons te gelijk, door hare draaijing om zich zelve, verschillende deelen dier ruimte ter beschouwing bloot; een aantal andere bollen zien wij met die aarde eene gelijksoortige beweging maken; en hoewel het ons nog niet gegeven is te weten, wat er in de verst afgelegene deelen des uitspannels met de overige hemelligchamen, ten aanzien dier beweging, geschiedt, wij mogen uit de gedane waarnemingen als vrij zeker aannemen, dat ook deze aan eene geregelde plaatsverandering zijn onderworpen. En waar zouden wij beginnen, waar eindigen, zoo wij den lezer het oog naar beneden wilden doen slaan op den bodem, die hem draagt, en doen opmerken, wat daar in plant en dier en in de aardkorst zelve, voor zoo verre ons dit bekend is, voorvalt? Ons eigen ligchaam treedt vooral met kracht als getuige op voor de waarheid der stelling: niets is er te midden van al het geschapene, dat in volstreckte rust verkeert! — Zijn wij heden dezelfde, die wij gisteren, wat zeg ik, die wij eene enkele seconde geleden waren?

Maar komen er in het opgesomde hoofdzakelijk slechts bewegingen voor, die als van zelve in het oog vallen, hoe menigvuldig zijn de veranderingen, — want deze toch zijn onafscheidelijk aan beweging verbonden, — die door den minder opmerksame in het geheel niet worden waargenomen. Het zal genoeg zijn, in dat opzigt alleen te wijzen op de beweging, die, onder den invloed der dagelijks terugkeerende zonnewarmte, in de ons omringende onbewerkte stoffen plaats grijpt. Met het toenemen der warmte zetten alle stoffen zich uit; zij moeten onder haren invloed eene grootere ruimte innemen; terwijl hare vermindering eene ineenkrimping veroorzaakt. Groeit derhalve de warmte des daags aan, zoo verwijderen de stofdeeltjes, waaruit de lichamen bestaan, zich verder van elkander, en naar gelang de warmte afneemt, sluiten zich die deelen weder digter aan een. Ook in dat opzigt dus: — eeuwigdurende beweging. Het is duidelijk, dat wij hier de verandering in den toestand van de vochtigheid der lucht geenszins buitensluiten; wat ook deze voor zich zelve op de lichamen vermag, behoeft zeker naauwelijks te worden aangewezen.

Evenwel ook die altijd voortdurende beurtelingsche verwijdering en toenadering der kleinste deelen van eene stof, onder den invloed der warmte, is weder veelal groot genoeg, om, zoo er de opmerkzaamheid op gevestigd wordt, en de daartoe noodige hulpmiddelen worden aangewend, deze beweging met het oog te kunnen waarnemen; — maar ziet, er zijn bewegingen, die in het geheel niet zuiver waarneembaar zijn; wier bestaan men tot nog toe alleen mag vooronderstellen; doch welk bestaan uit zulk eene groote menigte waarneembare verschijnselen wordt bewezen, dat men het inderdaad niet kan loochenen.

Wij hebben het plan gevormd, om met deze soort van bewegingen den lezer eenige oogenblikken bezig te houden, en willen ze hier als werkelijk voorvallende aannemen.

De bewegingen, die wij op het oog hebben, zijn bekend onder den naam van *golvingen*, *slingeringsen* of *trillingen*. Hare beschouwing behoort tot de aangenaamste en uitlokkendste onderwerpen der natuurkunde. Mogten deze regelen iets bijdragen, om den lezer dit met ons te doen instemmen.

Met het woord schommeling of slingering duiden wij elke geregeld heen en weder gaande beweging aan. Hang een' bal aan een dun koord op, breng hem, door hem op zijde te trekken, uit zijn' toestand van rust, laat hem vervolgens los, en hij begint te slingeren. De bal bereikt onder dit slingeren, ter wederzijde van de plaats, die hij bij zijne rust innam, eene zekere hoogte; den weg, dien hij tusschen die beide, even ver van het rustpunt gelegene, hoogste punten aflegt, noemt men de lengte der slingering of *slingerwijdte*; den tijd, dien hij er toe gebruikt, *slingertijd*.

Span tusschen twee vaste punten een touw of snaar; vat het midden der snaar tusschen de beide vingers, trek haar daarna uit de rechte lijn, die men zich verbeelden kan tusschen de twee hecht-punten der snaar aanwezig te zijn, laat haar vervolgens los, en zij maakt nu eene met den bal gelijksoortige beweging, 'zij slingert. In dit geval zegt men ook wel, de snaar *trilt*, en dit voorbeeld zal voldoende zijn, om op te helderen, waarom de slingeringen ook wel trillingen genoemd worden. Den laatsten naam kent men er bij uitnemendheid aan toe, wanneer de slingeringen zeer snel op elkander volgen, en de verst van elkander gelegene punten, die het slingerende ligchaam bereikt, dicht bij elkander liggen, zooals wij dit ook bij de snaar konden opmerken.

Steekt men eene naald in eene plank, buigt men haar vervolgens over, en laat men haar dan plotseling los, zoo slingert of trilt zij op eene dergelijke wijze als de snaar en de heen en weder bewegende bal.

Legt men op eene effene wateroppervlakte een stukje hout of kurk, en werpt men op een' afstand daarvan een voorwerp in het water, zoo ziet men het op het water drijvende ligte ligchaam gestadig op- en nederdobberen. De waterdeelen zijn nu in slingering of golving; zij blijven genoegzaam op dezelfde plaats op- en nederwaarts schommelen, en dit verschijnsel heldert weder op, waarom de slingeringen ook wel *golven* worden genoemd. Dat er dergelijke golven in elk ander vocht, of in elke druipbare vloeistof kunnen worden opgewekt, zal wel aan geene bedenking onderworpen zijn. Het meest volkomen en het fraaist vertoonen zich die golven in

kwikzilver, waarin men enkele druppels van dit metaal van zekere hoogte laat nedervallen. Doet men dit op twee verschillende plaatsen te gelijk, zoo merkt men twee stelsels van golven op, die geregeld door elkander heengaan; dáár waar het laagste punt of een *golfdal* van het eene stelsel zamentreft met een hoogste punt of een *golfberg* van het andere, vernietigen zij elkanders werking; maar daarna gaan zij weder geregeld door elkander heen en zetten hunne beweging voort.

De voorbeelden van slingering, trilling en golving, die daar onder de aandacht zijn gebracht, hadden betrekking tot de vaste stoffen en de druipbare lichamen; maar ook in de lucht of in den aardschen dampkring bestaan dergelijke golven, is onophoudelijk een heen en weder slingeren of golven der luchtdeeltjes merkbaar. Wij stemmen toe, dat men deze beweging niet zoo tastbaar door de zintuigen kan waarnemen, als bij de trillende snaar of het golvende water; maar wij zijn niet te min in staat, om de uitwerking, die de luchtgolven op vaste lichamen uitoefenen, aan te toonen, en alzoo haar bestaan tot zekerheid te brengen.

Eene luchtgolving in het groot, en in hare meest schrikbarende uitwerking, brengt het springen van eene groote hoeveelheid buskruid te weeg. Zoodra de massa kruid ontvlamt, wordt eene groote hoeveelheid zijner bestanddeelen luchtvormig; de omringende dampkringslucht wordt door die plotselinge uitzetting met eene ongehoofelijke kracht, rondom de plaats der ontbranding, weggestooten; de voortgedrevene luchtdeelen dringen daardoor andere naastgelegen weder voort, en bijgevolg digter tegen de naburige. Er ontstaat derhalve op de plaats der ontploffing eene sterke *luchtverduunning*; rondom, op een' afstand van deze, eene sterke *luchtverdicking*; na een zeer kort tijdstip treden de weggestooten luchtdeelen, door de veerkracht der lucht, met eene groote snelheid weder op hare vorige plaats, en veroorzaken daardoor achter zich eene luchtverduunning, want de aangrenzende volgen die beweging niet onmiddellijk. Dit verklaart, waarom de glazen vensterruiten der in de nabijheid van de ontploffing liggende gebouwen, door de weggestoote ne lucht naar *binnen*, door de terugkeerende naar *buiten* stuk slaan.

Terwijl de verwijdering en terugkeering der luchtdeelen digt bij de plaats van den knal geschiedde, hebben de verder afgelegene luchtzoomen op elkander de ontvangene zamendrukking overgeplant; eerst later dan de boven aangewezenen kon dus de terugkeer tot den toestand van rust, en de daaraan verbondene luchtverdunning, volgen. Even als eene watergolf, door het werpen van een ligchaam op de oppervlakte, of door eene andere oorzaak ontstaan, zich al verder en verder kringvormig over de wateroppervlakte verspreidt, zoo ook breiden zich de gezegde verdikkingen, en de door de spoedige terugkeering ontstane verdunningen der lucht, voortdurend verder uit. In de lucht evenwel geschieden die bewegingen *in alle mogelijke rigtingen*, als in bolvormige kogelschalen. Men vatte dit echter zoo op, dat het heen en weder slingeren der luchtdeelen geschiedt aan alle zijden en in alle rigtingen, naar de geluidsbron toe en er van af, dus in regte lijnen, die men van de geluidsbron af naar al de plaatsen in de ruimte trekken kan, en welke lijnen bekend zijn onder den naam van *geluidsstralen*; en even als de watergolven zwakker worden, naar mate zij zich verder van den oorsprong der beweging bevinden, worden ook de bolvormige luchtgolven gestadig zwakker, naar gelang de afstand zich vergroot of de kogelvormige ruimte, die zij insluiten, zich verbreedt.

Overall waar het oor door de luchtgolven getroffen wordt, neemt men ook den knal; en hoe ver de uitbreiding kan plaats grijpen, bewijst de omstandigheid, dat men in 1793, te Maintz, eene kanonnade op 44 uren afstands hoorde, op Helgoland in 1809 eene andere op 47 uren afstands, en het beschietsen der citadel van Antwerpen in 1832, door het reuzenmortier, 106 uren ver in het Eertsgebergte vernam.

Wat hier bij de beschrevene ontploffing in het groot geschiedde, gebeurt ook bij de vroeger tot voorbeeld gekozene trillende snaar. De luchtgolven mogen dan niet zoo kolossaal zijn als zij door de ontvlaming van het buskruid werden, zij zijn niet te min aanwezig. De snaar toch, uit den toestand van rust gebragt en plotseling losgelaten zijnde, drijft de luchtdeelen voor zich uit, en perst ze digter op elkander; achter haar ontstaat eene luchtver-

dunning, dewijl de luchtdeelen haar niet onmiddellijk volgen, of de ledige plaats, door hare snelle beweging ontstaan, niet onverwijd aanvullen. Ook deze luchtverdunningen en verdikkingen worden in bolvormige zoomen, of onder de gedaante van kogelschalen, voortgeplant. Er gebeurt echter iets bij deze beweging, dat bij het ontploffende buskruid het geval niet was. De snaar houdt namelijk, ten gevolge harer veërkracht, eenigen tijd de verkregene beweging aan; want eenmaal op de regte lijn, waarin zij vroeger bij hare rust lag, aangekomen zijnde, overschrijdt zij deze door den aandrang, dien zij bekomen heeft, toen men haar losliet, na men haar met kracht uit den toestand van rust gerukt, en dus iets langer gemaakt had. De luchtverdichtingen en verdunningen houden dan ook eenigen tijd aan; er ontstaat een voortdurend heen en weder slingeren, een golven der lucht. Ook in zulk een geval vernemen wij, *als de trillingen snel genoeg zijn*, zoowel als bij het buskruid, de voortbrenging der luchtgolven; doch nu niet onder den vorm van een' knal, maar onder dien van een' *toon*. Zulk eene gestadige, gelijkmatige en snelle golving is namelijk een eigenaardig vereischte tot het voortbrengen van toonen. Daar er van de trillende snaar aanhoudend slingeringen of luchtgolvingen uitgaan, die zich steeds verder uitbreiden, bereiken deze eindelijk het oor, en doen een daarin aanwezig zeer dun, ligt bewegelijk vlies, het trommelvlies genaamd, medeslingeren; deze trillende beweging breidt zich uit over de gehoorzenuwen en van daar naar de hersenen. De alzoo opgewekte regelmatige werkzaamheid der zenuwen veroorzaakt ons eene aangename gewaarwording; op welke wijze dit juist geschiedt, ligt nog geheel in het duister, en zal welligt nimmer aan den menschelijken geest geopenbaard worden. — Genoeg — wij worden de trillingen gewaar, en zeggen een' toon te hooren.

Wij telden onder de voorwaarden tot het voortbrengen van een' toon ook die, dat de slingeringen *zeer snel* moeten geschieden. Zijn de trillingen langzaam, gelijk bij een' slingerenden bal, of een zeer lang gespannen koord, den verneemt men het geluid niet. Eene eenvoudige proefneming kan deze waarheid bevestigen.

Het zal wel aan geene bedenking onderworpen zijn, dat de ontstane luchtgolven, tot de voortschrijding naar plaatsen, die op een' afstand van de geluidsbron liggen, tijd noodig hebben. Gedurende eene seconde, heeft de eerst ontstane golf reeds tot op 330 ellen afstands hare verkregene beweging aan de andere luchtdeelen overgebracht. Men drukt deze waarheid aldus uit: het geluid legt in elke seconde een' weg van 330 ellen af. Daarom zien wij op een grooten afstand de bijl of hamer van den arbeider vroeger neder vallen, en ontdekken het vuur van het losbrandend geschut of het licht van den bliksemstraal eerder, dan wij den slag, den knal of den donder hooren. De luchtgolven hadden namelijk tijd noodig, om van den hamer, van het kanon of van de onweêrswolk zich tot ons oor over te planten. Het oog werd er door het licht vroeger van onderrigt, dan het oor door het geluid. Wij zullen aanstonds daarvan de reden ontwikkelen.

Misschien bestaat er bij enkelen onzer lezers of lezeressen nog eenige twijfel, ten aanzien van het al of niet aanwezig zijn der geluidsgolven. Mogt dit het geval zijn, men legge dan eene viool, die met eene forte-piano gelijk gestemd is, in de nabijheid van deze laatste, zette de piano open, en doe er een toon sterk op aanslaan, die ook door een der vier violsnaren, in haren natuurlijken, vrijen toestand, bij bestrijking gegeven wordt. Spoedig zal men de overtuiging erlangen, dat de met dien toon overeenkomende violsnaar insgelijks toon geeft, en derhalve medetrilt. Zoo het gehoor ons daarvan niet overtuigen wil, dan kan het ons gezigt, zoo men slechts op het midden der snaar, wier toon met de aangeslagene overeenkomt, een zeer smal, V vormig toegevouwen reepje papier hangt; het papieren ruitertje zal in beweging geraken, zoodra de piano den vereischten toon doet hooren.

De medetrilling geschiedde op de volgende wijze. De eerste luchtgolf, door de trilling der aangeslagene snaar ontstaan, stiet tegen de stil liggende violsnaar; deze verkreeg daardoor eene zeer zwakke buiging; zij slingerde nu gelijktijdig met de pianosnaar, door eene kleine ruimte, heen en weder; de tweede golf, die de laatstgenoemde snaar bij eene volgende slingering voortbragt, werd op nieuw op

de andere snaar overgeleid, en de eerst verkregene beweging van deze daardoor versterkt; vervolgens zette zich dit spel bij herhaling al verder voort, en eindelijk bewoog zich de vioolsnaar sterk genoeg, om ook toon te geven. Het is waar, de andere snaren der viool liggen bij de voortgebragte luchtgolven ook niet in rust, zij trillen ook mede, maar hare trillingen worden gedurig door de nieuw aankomende golven gestoord. De snaren toch, tot het voortbrengen van verschillende toonen bestemd, maken allen trillingen van *eene bepaalde snelheid*, scheppen ieder voor zich luchtgolven van *eene bepaalde lengte*. De aangeslagene snaar mag eene met haar niet harmoniërende in beweging stellen, die beweging blijft niet met haar gelijkmatig, de aankomende luchtgolven werken er onregelmatig op in, de slingeringen kunnen niet ordelijk optreden, de snaar kan geen toon voortbrengen.

Het is waarlijk of er, sta ons deze vergelijking toe, tusschen de harmoniërende toonen eene soort van sympathie bestaat, even als tusschen menschen, wier gelijk gestemde zielen elkanders gedachten en gewaarwordingen ondersteunen en voeden.

Wij spraken boven van eene regelmatige werkzaamheid, die een toon in de gehoorzenuwen opwekt, en als oorzaak daarvan gaven wij op de regelmatige trillingen, waarin het gehoor-oftrommelvlies door de luchtgolven, bij den toon behoorende, gebragt wordt. Het denkbeeld, dat ons tot het uiten dier vooronderstelling bragt, komt ons inderdaad te bekoorlijk voor, om het hier niet in de hoofdtrekken ter neder te stellen.

Men neme eene niet te dikke metalen of glazen plaat, vierkant, rond, of in den vorm van een' regelmatigen driehoek. Elke zijde of de middellijn dier platen kan 2 tot 3 palmen lang zijn. Men bore in het midden der plaat eene kleine opening, en zette haar, door middel eener schroef, op eene dunne spil, die door de opening reikt, vast, zoodat de plaat overal vrij ligt, behalve in het midden. Indien er nu een weinig fijn zand op de plaat wordt gestrooid, en vervolgens een vioolstrijkstok, in eene op de plaat loodregte rigting langs haren rand wordt gestreken, zoo zal zij een' toon geven; is nu die toon vol en rond, en derhalve zijne hoogte goed kenbaar,

zoo zal het zand van de trillende deelen der plaat opspringen, zich van die plaatsen verwijderen, en op die punten ophoopen, welke in rust zijn of niet trillen; hierdoor ontstaan nu, als door een' tooverslag, de regelmatigste en fraaiste figuren, waarbij het oog met het meeste welgevallen verwijlt. Voor denzelfden toon zijn die figuren altijd dezelfde; men noemt ze *blankfiguren*. Is het voortgebragte geluid onzuiver, scherp of krassend, dan springt het zand verward op, schikt zich niet regelmatig, maar onbestemd, zonder bepaalde vormen voort te brengen. Ware de plaat zeer veerkrachtig, en werd er in hare nabijheid door een muzikinstrument een toon voortgebragt, die ook door haar te bestrijken kon verkregen worden, zij zoude dan, even als wij dit bij de gelijk gestemde snaren deden opmerken, medege trilid, en het zand zich tot eene regelmatige figuur gerangschikt hebben. Is nu waarlijk de onderstelling te gewaagd, wanneer wij aannemen, dat het gehoorvlies door de geregelde toonen in eene met de plaat overeenkomstige trilling wordt gebragt, zoodat de trillende of bevende deelen zeer regelmatig zijn verdeeld, en er daardoor een' zekere vorm aan onze gewaarwording wordt gegeven, een vorm, die bij hare stoffelijke voorstelling het oog zou streelen? Het onderwerp verkrijgt in dat opzigt een' onuitputtelijken rijkdom, en eene onweêrstaanbare aantrekkelijkheid; maar wij kunnen er hier niet verder in doordringen, want wij hebben nog andere zaken te behandelen.

Bedriegen wij ons niet, dan verlangt de lezer eene nadere uiteenzetting van de gebezigde uitdrukkingen: bij iederen toon behoort eene luchtgolwing van eene bepaalde lengte, en verschillende toongevende snaren maken elk een verschillend aantal slingeringen in eene bepaalde tijdruimte. Wij zullen dit verlangen eenigzins trachten te bevredigen, maar de plaats, door dit stuk in te nemen, dwingt ons zeer kort te zijn. Deze korthed zal ons derhalve slechts uitkomsten doen vermelden, en verpligten om, tegen onze gewoonte aan, de hulpmiddelen stilzwijgend voorbij te gaan, die tot deze uitkomsten hebben geleid, ..

Door de lengte eener luchtgolf verstaan wij den afstand, die er is, tusschen de eene luchtverdikking of luchtverduunning en de

eerste, die op deze volgt; en door den duur eener golf den tijd, dien elk luchtdeeltje noodig heeft, om ééne slingering heen en weder te maken; even als men onder de lengte eener watergolf den afstand bedoelt, die er ligt, tusschen het hoogste punt van een' golfberg, en dat van den daaropvolgenden, of den afstand tusschen twee naast elkander liggende golfdalen.

Het is verder een bekend verschijnsel, dat lange snaren lager toonen geven dan korte; en hieruit vloeit van zelve voort, dat, daar lange snaren wijdere en langzamere slingeringen maken dan snaren van mindere lengte, ook de luchtgolven bij de eerste langer zullen zijn en minder snel elkander opvolgen, dan bij de laatste. De *verspreiding* van deze golven, en dus van lage en hooge toonen, geschiedt niet te min door de lucht met eene gelijke snelheid. De laagste toon, dien ons oor kan waarnemen, brengt 7 tot 8 slingeringen in elke seconde voort; de hoogste maakt er in die tijdruimte 24000. Zoo ontstaat nu iedere andere toon door een verschillend, maar toch vast bepaald aantal slingeringen in elke seconde. Het menschelijk oor bezit alzoo de bewonderenswaardige vatbaarheid, om de toonen te kunnen opvangen, die door 7 tot 24000 slingeringen in ééne seconde worden voortgebracht; en wie zegt ons, dat er buiten deze grenzen niet nog meer hoorbare toonen liggen? Zouden niet de kleinste insecten door geluiden elkander kunnen verstaan, die nog veel grooter getal trillingen vorderen, maar die te zwak zijn, om door ons gehoorwerktuig te kunnen worden waargenomen? Wij zullen straks gelegenheid verkrijgen, om in het oog der menschen eene vatbaarheid te bewonderen, die zich tot de waarneming van nog oneindig snellere slingeringen dan de genoemde uitstrekt.

Aan de menschelijke stem is het vermogen geschonken, om door middel van twee dunne vliezen, die in het strottenhoofd tegen over elkander liggen, toonen voort te brengen, van 300 tot ruim 2000 trillingen in de seconde. Dat de daardoor ontstane toonen alle geluiden in liefelijkheid kunnen overtreffen, is overbekend.

De lengte van de geluidsgolf, bij den laagsten toon behoorende, dien men in de muziek aanwendt, bedraagt 20 ned. el, en de zoo even vermelde hoogste toon, wiens voortbrenging 24000 trillingen

in elke seconde vordert, veroorzaakt luchtgolven van nog geen anderhalve ned. duim lengte. Deze laatste toon wordt echter in de muziek niet gebruikt.

Zijn de trillingen van twee of meer snaren zoodanig, dat zij, hoe ongelijk van lengte zijnde, geregeld om de 2, 3 of 4 trillingen zamenvallen, dat is naar dezelfde zijde overbuigen, waardoor dan ook de bij haar behoorende luchtverdichtingen of verdunningen gelijktijdig plaats hebben, en elkanders werking versterken, zoo streelen deze toonen, gezamentlijk voortgebracht wordende, het oor nog meer dan enkele toonen. Wij noemen ze *harmonieënd*. Blijft dat zamen-treffen der golven in tegendeel te lang uit, valt dat bij voorbeeld eerst om de 8 of 9 voor, dan vormen die toonen *dissonanten*; zij doen ons onaangenaam aan, en dáár, waar ons gehoor, door kunst-grepen van den componist, door de niet zamenklinkende toonen of dissonanten als het ware wordt heen gesleurd, ontwaren wij altijd gebrek aan eenheid, iets, dat ons gevoel niet bevredigt.

Het behandelde heeft aangetoond dat, dewijl er nimmer eene volstreckte stilte om ons heen heerscht, er derhalve door de geheele ons omringende natuur eene onafgebrokene trilling in onze gehoor-werktuigen, en hierdoor eene gestadige werkzaamheid in het zenuw-stelsel, voortgebracht wordt, al zijn dan ook die trillingen dikwerf te zwak, om in ons tot bewustheid gebracht te worden. Wij herhalen het, ook hier bestaat er dus nimmer rust. In het nachtelijk uur is, evenmin als op den dag, alle geluid volstrekt afwezig. Zoowel bij nacht als bij dag verhoogen de geluiden de werkzaamheid der zenuwen van den wakenden mensch; en dat zij tevens in eene hooge mate het vermogen bezitten, om den soms sluimerenden geest, die in de zenuwen zoowel de uitvoersters van zijn' wil, als de oorzaak zijner eigene gewaarwordingen en voorstellingen vindt, tot opgewektheid te stemmen, zal zeker ieder bij ondervinding bekend zijn.

Wij zullen thans de beschouwing der luchtgolven, en met haar het gebied der toonen, verlaten, om ons nog eenige oogenblikken met eene andere soort van trillingen of golven bezig te houden. Wij treden hierbij op het gebied der vooronderstellingen; maar alles, wat wij met de zinnen in het hier bedoelde opzigt mogen

waarnemen, is zoo geheel in overeenstemming met die onderstellingen, bevestigt met zulk eene kracht die meeningen, dat het ons zeker niet euvel zal geduid worden, zoo wij die vooronderstellingen als werkelijk bewezene waarheden voordragen.

In de gansche wereldruimte bevindt zich eene zeer dunne, veerkrachtige stof, zoo dun en ligt, dat de aarde haar niet zooals alle andere lichamen schijnt aan te trekken; eene stof derhalve zonder waarneembare zwaarte, waarbij de lucht in vergelijking dus een zeer zwaar en digt ligchaam is. Die stof vult de geheele onmetelijke ruimte van het heelal aan, zoowel de ruimte, die de millioenen hemelbollen van elkander en van onzen aardbol scheidt, als de reeds met stof gevulde plaatsen; zoodat zij dus ook binnen in de lichamen zelve, tusschen al hunne kleinste deelen in, eene plaats inneemt. Die stof noemen wij aether. Van hare dun- en ligtheid zal men zich eenig denkbeeld kunnen vormen, zoo wij weten, dat de hemelbollen, welke als te midden van den aether zwemen, gedurende hunnen omloop om andere hemellichten, volstrekt niet in hunne beweging worden belemmerd, en men alleen meent zulk eene belemmering of tegenstand in de omwenteling om de zon van de lichtste hemelligchamen, namelijk der kometen, bespeurd te hebben, waardoor hun omloopstijd eenigermate verkort is.

De aether is, even als de lucht, veerkrachtig; ook in hem ontstaan onophoudelijk golven; ook hij is dus aan afwisselende verdikkingen en verdunningen onderworpen; ook in hem heerscht eeuwigdurende beweging. Het zijn geene geluidgevendende snaren of muzikinstrumenten, die hem in golving brengen, daartoe schijnen geheel andere omstandigheden vereischt te worden. Elk ligchaam, dat wij het vermogen toekennen, om licht van zich te doen uitgaan, zet den aether in trilling. Waarschijnlijk zijn de deelen van zulk een ligchaam zelve in trillende beweging. De aethergolven planten zich van dit bewegende ligchaam met eene snelheid voort, die onvergelykelijk veel grooter is dan die bij het geluid. Het licht of de aethergolf toch, legt ongeveer 53000 uren gaans in elke seconde af. Het doorloopt dus in eene seconde 7 malen den omtrek der aarde. Daarom kwam het licht van het brandende kruid en van

den bliksemstraal, in de vroeger aangehaalde voorbeelden, als *oogenblikkelijk* tot ons, en het geluid eerst later.

Behalve in snelheid zijn de aethergolven van die der lucht vooral in *lengte* en *duur* onderscheiden. De slingeringen van de aetherdeelen grijpen namelijk plaats loodregt op de lichtstralen, dat is in rigtingen, die de lijnen loodregt kruisen, welke men zich, van de lichtbron af, in alle mogelijke rigtingen kan verbeelden getrokken te zijn. Eene licht-aethergolf heeft ongeveer de lengte van nog geen 6 tienduizendste deelen eener streep; door deze ruimte slingert dus het aetherdeeltje, en maakt in eene seconde ten naasten bij 430 biljoenen trillingen of heen- en weergangen. In eene lengte-uitgebreidheid, gelijk aan de dikte van gewoon postpapier, kunnen er dus gelijktijdig 150 aethergolven plaats grijpen. Met zulk eene vatbaarheid heeft de Schepper den menschelijken geest toegerust, dat het hem mogelijk is geweest, om die ondenkbaar kleine bewegingen of korte tijddeelen te meten. Het is zoo, wij eindige, gebrekkige wezens kunnen de volmaaktheden van den Schepper in het geschapene niet volkomen inzien, maar zooveel is zeker, dat bovenstaande beschouwingen tot het bestaan eener wijsheid doen besluiten, die ons gemoed tot vereering en aanbidding stemt.

De zoo even genoemde onbegrijpelijke snelheid van het licht heeft betrekking op zijne voortplanting in de aetherdeelen zelve, zoo als die de wereldruimte vullen. De aether, in de vaste en druipbare vloeistoffen aanwezig, plant het licht minder snel voort. In water en glas bij voorbeeld ondervindt het licht eenige vertraging. Men moet al weder dáárin de vindingrijkheid van den mensch bewonderen, dat het hem heeft mogen gelukken, om bij zulk eene verbazende snelheid, het verschil in den tijd te meten, dien het licht noodig heeft, om gelijke, en wel slechts eenige ellen lange afstanden in lucht en water of glas af te leggen.

De snelheid van het licht geeft een middel aan de hand, om den minkundigen zich een flauw denkbeeld te doen vormen van den grooten afstand, die de hemelligchamen van onze aarde afscheidt. Immers het licht, dat van de maan af in ééne seconde, en van de zon in 8 min. en 13 sec. onze aarde bereikt, heeft van

de naastbij gelegene vaste ster daartoe vierdenhalf jaar noodig. De vaste sterren zouden dus verschijnselen kunnen opleveren, die ons eerst na jaren door het licht werden verkondigd.

Wanneer er op de boven beschrevene wijze aethergolven, en daardoor lichtverschijnselen, zijn opgewekt, worden deze golven, even als bij het geluid is aangegeven, voortdurend verder voortgeplant; zij bereiken eindelijk het oog, en doen het, in het achterste gedeelte daarvan liggende netvlies medetrillen, terwijl de gezigtzenuwen waarschijnlijk die aandoening op gelijksoortige wijze naar de hersenen overvoeren, als bij het gehoorvlies ten aanzien van de luchtgolven is vermeld. Ten einde zulke onbegrijpelijk kleine bewegingen in ons tot bewustheid te brengen, is het oog veel zamengestelder bewerktuigd dan het oor. Is het zintuig des gehoors in fijnheid verre boven den smaak verheven, veel fijner dan het gehoor is de bewerktuiging van het gezigt. Het volgende zal tot bevestiging daarvan kunnen dienen.

Indien een donker ligchaam, dat is een, dat uit zich zelve geen licht geeft, anders gezegd, dat den aether niet onmiddelijk in beweging kan brengen, door de aethergolven, die het lichtgevend ligchaam heeft doen ontstaan, wordt bereikt, kaatst dit donkere voorwerp de aethertrillingen in alle rigtingen, van al de deelen zijner oppervlakte terug; daardoor is het, alsof het nu zelf lichtgevend is geworden; een treffend voorbeeld hiervan vinden wij in de maan, die met het van de zon ontvangene licht onze aarde bestraalt. Indien nu de aethergolven, die van de oppervlakte van het vroeger donkere ligchaam worden teruggekaatst, toegang tot het oog verkrijgen, wordt er achter in het oog, op het netvlies, een afbeeldsel van het verlichte ligchaam gevormd, zoo naauwkeurig en juist, dat geene menschelijke hand immer de vaardigheid zal bereiken, om die teekening in de verte zelfs na te volgen. Eene geheele landstreek, die wij overzien, wordt door het licht, dat al hare deelen afzenden, tot in de kleinste bijzonderheden op het netvlies geteekend, even als door eene bolle lens of een vergrootglas, dat op een' bepaalden afstand van een' niet sterk verlichten witten muur of een blad wit papier wordt gehouden, de goed verlichte voorwerpen op die witte

vlakken worden afgebeeld. In het oog wordt derhalve ook als het ware aan de waarneming een zekere vorm gegeven, die in onzen geest een' rijkdom van denkbeelden, eene werkzaamheid opwekt, die weder verre verheven is boven die van het gehoor.

De aethergolven hebben, zoo min als die der lucht, altijd dezelfde lengte; niet te min worden zij, gelijk onderscheidene toonen, met gelijke snelheid tot ons gevoerd. Zagen wij, dat een verschil in de lengte der luchtgolven ook een verschil in de waarneming, door ons gehoorwerktuig verkregen, veroorzaakte, met andere woorden, ontstonden daardoor onderscheidene toonen, iets dergelijks heeft er plaats bij het licht. Zijn de aethertrillingen verschillend in lengte, dan is ook de indruk, welken het oog er door ontvangt, verschillend; dien indruk geven wij te kennen, door het noemen van zekere *kleur*. De kleuren vervangen derhalve hier de plaats van de toonen. Elke kleur heeft haar eigen stelsel van aethergolven. Bij rood licht zijn zij het langste, en herhalen zich dus in ééne seconde het minste aantal malen. Het *rood* is alzoo de *laagste* lichttoon, dien het oog waarneemt; dan volgt in snelheid het *oranje*, en zoo achtereenvolgend het *geel*, *groen*, *blauw*, *donkerblauw* en *violet*. De laatstgenoemde kleur maakt bijna tweemaal zooveel trillingen in elke seconde als het rood. Zij kan den *hoogsten* lichttoon voorstellen.

Wij herkennen in deze zeven kleuren die, welke ons zoo vaak bij het beschouwen van den regenboog in verrukking brengen. Drie hoofdkleuren trekken in die reeks bijzonder onze aandacht, en wel het rood, geel en blauw. Immers men bemerkt in de bovenstaande rij, dat oranje door vereeniging van rood en geel, groen door geel en blauw wordt voortgebracht, en dat bij de beide in de reeks laatstgenoemde kleuren het blauw de boventoon heeft. Het gewone zonnelicht bevat de zeven genoemde kleuren altijd vereenigd in zich. Het gelukte den grooten natuurkundigen NEWTON het eerst, om het witte licht in al die enkelvoudige kleuren te scheiden. De lichtaethergolven dragen dus de vatbaarheid met zich, om de lichamen, die ons omringen, die verscheidenheid van kleuren te geven, wier waarneming onzen geest zoo vaak levendig houdt en zooveel bijdraagt, om ons het verblijf op aarde aangenaam te maken.

De vraag zweeft den lezer waarschijnlijk op de lippen: maar waarom zien wij de lichamen dan niet allen wit, indien zij door het zonnelicht worden bestraald? De natuuronderzoeker antwoordt, omdat de lichamen, die wij gekleurd zien, het vermogen bezitten, om een deel der zeven kleuren op te slorpen, als het ware in zich op te nemen, en een ander deel terug te kaatsen. Dat teruggekaatste licht bepaalt de kleur der stof. Roode stoffen zenden dus die kleuren van het witte licht, dat zij ontvangen, af, waarin het rood den boventoon voert; de stralen, waarin het geel en blaauw voorkomen, slorpt die stof op, of houdt die in zich besloten. Zoo is het met al de overige kleuren gesteld. Wit levert dus een geheel, eene zekere volheid van kleuren; witte lichamen zenden dus al de gekleurde stralen vereenigd van zich af; zwarte slorpen alle kleuren op; zwart is dus een gemis van alle kleur. Van daar welligt, dat eene ons van alle zijden omringende, zwarte kleur, bij voorbeeld eene vorstelijke rouwzaal, ons tot somberheid stemt, en het ongekleurde gewone licht ons gemoed meer verlevendigt.

Maar er is nog iets bij het geluid of de luchtgolven behandeld, dat wij gevoegelijk op de aethertrillingen kunnen overdragen. Wij spraken vroeger van harmoniërende toonen, en van den aangename indruk, dien zij op ons te weeg brengen. Er zijn inderdaad ook harmoniërende lichttoonen; — vergun ons nogmaals het gebruik van dat woord. Er zijn namelijk sommige kleuren, wier bij elkander plaatsing ons bevredigt, ons genoeg doet, terwijl andere in ons iets onvoldans opwekken. Plaats bijvoorbeeld rood bij groen, of geel bij violet, of blaauw bij oranje, wij zullen daarbij geene de minste onaangename gewaarwording verkrijgen. Leg daar en tegen geel of groen bij blaauw, of rood bij oranje, het zal ons niet bevredigen. De rozenknop zijn rood kruintje uit het groene buitenbekleedsel dringende, wordt, zoowel als het viooltje, welks bladen met gele en violette kleuren zijn uitgedoscht, bij voorkeur gekozen door de schoone, die haar bloemenmandje wil aanvullen. Merkt het op, hoe lang zij bij het kiezen der kleuren, voor eenig vrouwelijk handwerk benoodigd, in beraad staat, en telkens de naast elkander gelegene kleuren met de woorden: “dat kleurt niet,” door andere

vervangt. Inderdaad die eenvoudige uitdrukking “dat kleurt niet” heeft een’ diepen zin. Er moet dan toch iets in ons zijn, dat die onvoldaanheid te weeg brengt. Ja, dat iets bezitten wij, zonder er zelf van bewust te zijn. Verklaren kunnen wij de zaak niet, want er ligt over de werkzaamheid der gezigtszenuwen, zoowel als over die van al de zenuwen der zintuigen, nog een digte sluier; wij wagen het niet dien op te heffen. Zeer opmerkelijk is het intusschen, dat die kleuren, welker bijeenvoeging ons genoeg doet, doorgaans gezamenlijk wit maken. Daarom noemt de natuurkundige de vermelde harmonieërende kleuren elkanders *aanvullings-kleuren*; hiertoe behooren derhalve rood en groen, geel en violet, blaauw en oranje, enz. De vereeniging dezer kleuren, paar aan paar, vormt bij allen wit. Niet dat wij zeggen willen, dat eene roode en groene verwstof, met elkander vermengd, wit zullen opleveren; want verwstoffen zijn geene kleuren, in den zin, waarin wij deze tot hiertoe hebben opgevat; zij verschaffen het oog slechts eene aandoening van die kleur der lichtstralen, welke zij terug kaatsen; maar onze meening is, dat de gelijktijdige waarneming dier kleuren door het oog ons de gewaarwording geeft, die wij bij wit licht verkrijgen. — Om dit door eene eenvoudige proefneming bevestigd te zien, zoo legge men een oranje en een blaauw stuk vensterglas op elkander, en zie gelijktijdig door beide glazen heen naar een wit, sterk verlicht voorwerp. Men zal ras gewaar worden, dat het ligchaam de witte kleur heeft behouden, terwijl het die oogenblikkelijk schijnt te verliezen, indien men het slechts door een der beide glazen waarneemt. Hetzelfde geschiedt, wanneer er een donkerrood glas door een donker-groen wordt bedekt.

Wij hebben gezegd, dat verwstoffen, in eenen natuurkundigen zin, geene eigentlijke kleuren zijn. Om den lezer te doen zien, hoe onbegrijpelijk veel schooner en zuiverder het witte zonnelicht de verschillende kleuren, elk op zich zelve, kan scheppen, veel schooner en sterker nog, dan wij ze in den regenboog mogen bewonderen, omdat deze te ver van ons verwijderd is, om de kleur krachtig te doen uitkomen, oneindig veel reiner en sterker ook, dan de kunst immer vermag. ze aan ons te geven, zouden wij over

de polarisatie des lichts hebben te spreken, een onderwerp, dat hier bezwaarlijk eene plaats kan vinden, hoe geschikt het ook zijn moge, om onzen smaak en ons schoonheidsgevoel te streelen en te veredelen. Liever willen wij nog eenige weinige andere belangrijke zaken behandelen, die meer onder ieders bereik liggen.

Eene enkele maal is er in den loop van onze redenering van het woord *lichtstraal* gebruik gemaakt. Onder dezen naam verstaat men elke rechte lijn, die, van een lichtend punt uitgaande, loodrecht op de kogelvlakken getrokken wordt, welke als het ware, volgens de vroeger gegevene bepaling, door de voortschrijdende aethergolven rondom het lichtende punt worden gevormd. Indien zulk een lichtend punt eene vlakke verlicht, kan men uit het eerstgenoemde naar alle plaatsen van het vlak een oneindig aantal lichtstralen trekken, die gezamentlijk eenen lichtkegel of zoogenaamden *stralenkegel* vormen. Is die vlakke gepolijst of zeer glad en effen, dan kaatst zij de aethergolven in dier voege terug, dat de teruggekaatste of gespiegelde stralen allen hare wederzijdsche stelling behouden, zoodat het oog, dat ze opvangt, er eveneens door wordt aangedaan, als of zij van een lichtend punt kwamen, dat even zoo ver achter het spiegelend vlak ligt, als het werkelijk lichtgevend punt er voor geplaatst is. Weet men nu niets van die veranderde rigting, zoo meent men het lichtend punt werkelijk achter den spiegel te zien, en daar wij nu alle deelen van een verlicht voorwerp als lichtgevende punten kunnen beschouwen, dewijl zij ook aethergolven van zich afzenden, zoo ligt daarin de reden opgesloten, waarom wij alle, vóór een' spiegel aanwezige, voorwerpen er achter meenen waar te nemen. Het zal niet noodig zijn, de voordeelen op te sommen, die de mensch door deze eigenschap des lichts reeds verkregen heeft. Maar die voordeelen zijn niet te vergelijken bij het nut en genoegen, dat een ander lichtverschijnsel heeft aangebragt, en voortdurend aanbrengen zal.

Neem twee horologieglazen, zooveel mogelijk zoodanig gebogen, dat men ze kan beschouwen als buitenste kleine schijven te zijn, van eenen bolvormigen glazen kogel; leg ze met de randen op elkander, zoo dat de bolle zijden van beiden naar buiten zijn

gekeerd; verbeeld u, dat de er tusschenliggende ruimte geheel met glas is aangevuld; zoo hebt gij een glazen ligchaam voor u, dat in de natuurkunde bekend is onder den naam van *verzamellens*, maar in het dagelijksch leven onder dien van *brand- of vergrootglas* of *loupe*. Wend een van de oppervlakken van dat glas naar de onbewolkte zon, gij zult aan de andere zijde, op zekeren afstand achter de lens, een lichtend plekje zien ontstaan; hier heeft men, door tusschenkomst van het glas, al de aethergolven of de lichtstralen weten te vereenigen, die zijne oppervlakte treffen; de trillingen versterken daar elkander; er is een zonnebeeldje gevormd. De lichtstralen zijn door de vertraging, die de aethergolven in het glas hebben ondervonden, van hunnen oorspronkelijken weg afgebragt, zij zijn *gebroken*, zegt de natuurkundige. Ligt er een voorwerp digt bij de lens, en vangt een oog aan de andere zijde van het glas de gebrokene lichtstralen op, zoo schijnen zij van punten te komen, die veel verder uit elkander liggen dan in het ligchaam zelf. Eene behoorlijke vereeniging van zulke vergrootglazen legt ons de meest verhevene wonderen in de schepping bloot, wonderen, waarbij de geest in verrukking geraakt en wordt opgevoerd tot dat Wezen, dat ondenkbaar groot blijft ook in het voor ons onbegrijpelijk kleine. Zal het noodig zijn in dat opzigt te wijzen op het belangrijke stuk van den hoogleeraar HARTING, waarmede hij dezen jaargang van dit Album geopend heeft? Die vergrootglazen zijn het, welke ook over de eigenschappen der aethergolven zelven een groot licht hebben verspreid, die de werking van het gezigtzintuig hebben opgehelderd, en een krachtig middel zullen blijven uitmaken om, zoowel van nabij als van verre, tot zelfs in de oneindige hemelruimte, meer en meer den glans der goddelijke magt en wijsheid schitterend te doen opgaan.

Hoeveel overeenkomst er is tusschen de lucht- en aethergolven bewijst de omstandigheid, dat het onlangs een' natuuronderzoeker is gelukt, om door middel eener lens ook de geluidsgolven in één punt door breking zamen te voeren, en elkander te doen versterken. Verbeeld u, dat de horologieglazen, met behoud van den gebogen vorm, vervangen worden door groote, dunne vliezen van collodion, en de ruimte daar tusschen opgevuld met eene luchtsoort,

veel zwaarder dan dampkringslucht, en gij hebt de inrigting eener lens van lucht. De geluiden, aan de eene zijde der lens voortgebragt, werden, even als de zonnestrallen door de glazen lens, aan de andere zijde in één punt zamengebragt en dus aanmerkelijk versterkt.

Bij de vermelding van het vermogen, dat de verzamellens bezit, om de lichtstralen in één punt te vereenigen, zijn wij opzettelijk over een daarmede gepaard gaand verschijnsel heen gestapt, welks nadere overweging het doel, waarmede wij dit stuk schreven, gewis nog zekerder zou doen bereiken, dan wij ons vleijen, dat het reeds tot hertoe het geval is geweest. Wij maakten den lezer namelijk niet opmerkzaam op de warmte, die er in het vereenigingspunt van de lichtstralen der zon ontwikkeld wordt, en waaraan het glas den naam van brandglas heeft ontleend. Daar het gevoelen thans meer en meer veld wint, dat licht niets anders is dan zichtbare warmte, zoo zou zich hier een ruim veld voor onze beschouwingen openen, en de daarbij te maken opmerkingen zouden zeker, hoe kort ook zamengedrongen, nog verre de hier bovenstaande redeneringen in uitgebreidheid overtreffen. Meent niet, dat wij daardoor gevaar zouden loopen, om eenigzins van ons onderwerp af te dwalen, want er zijn inderdaad zoo veel punten van overeenkomst tusschen de licht- en warmte-verschijnselen, dat wij wel tot het gevoelen moeten overhellen, dat ook de warmte uit de trillingen of golvingen van den aether behoort te worden verklaard. Alzoo zoude ook dit levendmakend beginsel in de natuur aan deze zeer kleine bewegingen zijn' oorsprong verschuldigd zijn.

Hoewel men thans nog niet zoo verre is gevorderd, om alle warmteverschijnselen uit deze onderstelling te verklaren, willen wij toch in eenige korte trekken, weinige, maar evenwel treffende, punten van overeenkomst aan onze lezers doen kennen.

Zeker is het, dat licht over het algemeen met warmte gepaard gaat. Een onnoemelijk tal van verschijnselen, dagelijks onder onze oogen voorvallende, bevestigt zulks. Er doet zich intusschen ook warmte kennen, dáár waar geen licht aanwezig is. Breekt men bijvoorbeeld de van een enkel punt der zon voortkomende, of liever een' zeer dunnen bundel lichtstralen, door middel van een driekantig lang-

werpig stuk glas, prisma genaamd, zoo doet zich het aanwezen van warmtestralen nog kennen buiten de zevenkleurige streep, die men daardoor verkrijgt, en wel buiten de roode kleur; zoodat men de vooronderstelling heeft geuit, dat de warmte door grootere golven dan die des lichts in den aether wordt opgewekt. Andere geleerden nemen aan, dat de aether zelve de zöogenaamde warmtestof is; zoodat dan licht- en warmtestralen dezelfde zouden zijn, maar dat hun lichtend of verwarmend vermogen van de stof, waarop zij vallen, zoude afhangen.

Ook warmtestralen zijn breekbaar, ook zij dringen door sommige stoffen heen, terwijl zij door andere bijna geheel worden opgeslorpt. Iets dergelijks gebeurt bij het licht. Helder wit spiegelglas laat het licht bijna geheel en al door, maar zuigt toch een deel daarvan op; vandaar dat de voorwerpen, in een' spiegel waargenomen, nooit zoo helder zijn als de lichamen zelve. Daarentegen laat rood glas alleen de rood gekleurde lichtstralen door, en slorpt al de andere op, terwijl ander gekleurd glas eene soortgelijke uitwerking op het licht heeft. Wat hier ten aanzien van het licht bij gekleurd glas plaats grijpt, ontdekt men ook bij de warmte. Het doorschijnende steen- of klipzout verhoudt zich ten aanzien der warmte, zooals helder doorschijnend glas ten aanzien van het licht: het laat bijna al de warmte, die het aan de eene zijde ontvangt, door zich heen, en dus aan de andere zijde waarnemen; het slorpt er bijna niets van op. Door aluin en ijs dringt, hoewel deze lichamen even doorschijnend zijn als het steenzout, bijna geene warmte, zij zuigen haar omtrent volkomen op. Men is daarom op het denkbeeld gekomen, om eene bolle lens van steenzout te maken; hierdoor heeft men de niet lichtende warmtestralen, zooals die bij voorbeeld welke van een geheel donker, heet gemaakt ligchaam afkomen, aan de tegenovergestelde zijde der lens weten te vereenigen. In dit vereenigingspunt werd de warmte aanzienlijk vermeerderd. Alzoo zijn drieërlei soort van lenzen geschikt gemaakt, om de golven bij het geluid, het licht en de warmte op ééne plaats zamen te trekken. Wij zouden in staat zijn nog een aantal andere punten van overeenkomst te vermelden, maar zij kunnen, zonder eene grondige

beoefening van den aard der aethergolven, niet worden verstaan, en daarom moesten wij ons alleen tot de bovenvermelde bepalen.

Wij hebben thans, naar onze meening, ter bereiking van het ons voorgestelde doel, genoeg gedaan, en aangetoond, dat schier onmeetbaar kleine bewegingen, door eene gedurige herhaling, en door bijzondere eigenschappen der stof, waarin zij plaats grijpen, de meest omvattende en meest verhevene uitwerkselen kunnen tot stand brengen. In al wat ons omringt grijpen eeuwig voortdurende, meestal onzichtbare bewegingen plaats, en bepalen in eene veel hoogere mate het bestaan der alom verspreide ligchamen, dan wij gewoon zijn het ons voor te stellen. Het licht immers verkondigt ons niet alleen hun aanwezig, maar de met het licht verbondene warmte bepaalt ook den toestand, waaronder wij ze waarnemen. Die waarneming wekt in ons eene oneindige reeks van denkbeelden op, en alzoo erkennen wij in het licht het levendmakend beginsel, het meest opwekkend en versterkend middel voor onze verstandelijke krachten. Daarom ook heeft men altijd licht en leven met duisternis en dood in tegenstelling gebracht. Het is zoo, de duisternis is eigenaardig geschikt om, terwijl wij niet door veelvuldige afleidingen worden gestoord, den geest op te voeren tot den Oneindige of ons in ons zelve te doen keeren; de kiem evenwel tot deze geestes-werkzaamheid ligt in den gezegenden indruk, dien het licht op onze gezigtswerktuigen te weeg brengt.

En mogt nu de lezer nog niet met de vroeger gebezigde uitdrukking instemmen, dat de beschouwing der lucht- en aethergolven tot eene der aangenaamste en uitlokkendste in de natuurkunde behoort, zoo ontbreekt er niets meer aan, dan dat hij zich oefene in de natuur der toonen, des lights en der warmte, en de berekeningen en proeven der natuuronderzoekers volge.

Wij sluiten met eene opmerking van den Hoogleeraar HARTING, die wij ook hier geheel van toepassing achten. “De waarde der voorwerpen in de groote huishouding der natuur zetelt niet in de stof, waaruit zij bestaan, noch in hunne massa en gewigt, maar in de krachten, welke in hen werkzaam zijn.” —