

DE AARD, OMVANG EN STREKKING DER NATUURWETENSCHAP.

DOOR

Dr. W. GLEUNS Jr.

Alle wetenschappen zijn aan elkander verwant, hoe verschillend haar gebied, hoe uiteenlopend hare wijze van onderzoek en beoefening ook moege wezen.

In aard komen zij daarin met elkander overeen: dat zij stroven naar waarheid; maar zij verschillen hierin: dat zij de waarheid opeen verschillend gebied zoeken en die langs onderscheidene en niet zelden zeer uiteenlopende wegen trachten te vinden.

In omvang hebben zij dit met elkander gemeen: dat haar gebied zeer uitgestrekt of wel geheel onbepaald en onbegrensd is, zoodat het zich in de oneindigheid als verliest. Bij het beoefenen der wetenschap breiden zich voor den beoefenaar de grenzen dan ook al verder en verder uit en lossen zich op of verliezen zich in 't gebied van andere zusterwetenschappen, die er meer of minder aan verwant zijn.

Maar onbegrensd als de wetenschappen zijn, zoo kan men toch ook spreken van verschil in omvang; doch dit verschil hangt grootendeels af van de bepaling, die men van de wetenschap geeft. Alleen dan als men haar in een engen of beperkten zin opvat, kan men haar meer of min uitgebreid gebied eenigermate overzien en de grenzen er van aanwijzen. In den ruimsten en algemeensten zin verliezen wij die grenzen

1871.

geheel uit het oog en zijn zij ook voor onze krachten, zelfs bij het ijverigst streven, geheel onbereikbaar.

Ook in de strekking der wetenschappen of de bedoelingen, die men met hare beoefening heeft, is er overeenkomst ja zelfs eene eenheid van bedoeling merkbaar. Immers het doel, dat de mensch zich met hare beoefening voorstelt, of de strekking der wetenschap, kan men over 't algemeen als drieledig beschouwen: namelijk onze opleiding voor het maatschappelijk leven, onze verstandelijke ontwikkeling en onze zedelijke vorming.

Bestemd om als lid der maatschappij op aarde werkzaam te zijn hebben wij allen eenige, sommigen veel wetenschappelijke kennis noodig, alsmede kunstvaardigheden, die met die kennis in meer of min nauw verband staan en op wetenschappelijke gronden steunen. 't Is waar, de roeping van den eenen mensch is zeer onderscheiden van die eens anderen; doch in alle standen des levens, in alle betrekkingen der maatschappij, op iederen leeftijd is wetenschap, denkkracht en zedelijkheid noodig.

Zoo gelukkig mogelijk te zijn en dit gestadig meer te worden is het doel en het streven van den mensch. Als burgers der maatschappij kunnen wij dit slechts zijn door de bewustheid te hebben, dat wij aan onze roeping, welke die ook moge zijn, niet alleen kunnen beantwoorden, maar ook werkelijk beantwoorden; als mensch, als wereldburger, als denkend wezen opent zich voor ons een ruimere werk- en gezichtskring, en gevoelen wij behoefte aan meerdere kennis, 't welk toeneemt naarmate ons verstand meer ontwikkeld wordt en wij onze vermogens meer leeren kennen. Als zedelijk wezen dringt onze blik nog dieper door en blijft niet tot de aarde bepaald. Wij gevoelen dat wij niet alleen zinnelijke en verstandelijke, maar ook zedelijke wezens zijn. Zinnelijk genot en wetenschappelijke kennis alleen zijn niet in staat om onzen geest te bevredigen en ons waarlijk gelukkig te maken; wij worden overtuigd dat wij meer kunnen en moeten zijn dan burgers der maatschappij of wereldburgers, wij moeten en kunnen ook gevormd worden tot hemelburgers.

Niet in alle wetenschappen komt die eigenaardige strekking even duidelijk aan 't licht. Bij de eene valt de practische of maatschappelijke richting meer in 't oog, bij eene andere treedt de verstandelijke richting meer op den voorgrond, terwijl weder bij eene andere meer dadelijk op ons zedelijk gevoel wordt gewerkt en zij juist daarom meer gunstig schijnt te zijn voor onze zedelijke vorming.

Het is zeker geen onbelangrijk onderwerp om de aandacht te bepalen bij den *aard*, den *omvang* en de *strekking* der Natuurkunde, de wetenschap aan wier beschouwing, onderzoek en verspreiding dit Tijdschrift meer bepaald is gewijd, en het is hiervoor, dat ik de belangstelling der lezers voor eenige oogenblikken inroep.

De middelen waardoor wij komen tot kennis, en alzoo tot wetenschap, zijn *ervaring* en *onderzoek*, waardoor wij bewustheid verkrijgen van 't geen er bestaat, en verder *nadenken* en *besluiten*, waardoor wij tot de kennis komen *hoe* en *waardoor* iets bestaat.

Eene eerste bron van kennis is de waarneming van 't geen er is of geschiedt, alzoo: ondervinding of ervaring, en de wetenschap die hierop gegrond is, heet daarnaar ook *empirische* of *ervarings-wetenschap*.

Eene tweede bron is onze denkkraft, ons oordeel, dat ons over de dingen doet nadenken, en door vergelijken en onderscheiden besluiten doet vormen over het eigenlijk wezen der dingen. De kennis hierdoor verkregen is *exacte* of *stellige* wetenschap.

Hoewel bij alle wetenschappen de kennis uit deze beide bronnen wordt geput, zoo ligt het toch in den aard der wetenschap of zij meer op ervaring steunt dan wel op meer reine logische besluiten is gebouwd.

Zoo is b. v. de geschiedenis uit haren aard meer eene empirische wetenschap; want zij is de kennis der gebeurde dingen; zij leert de feiten kennen zoo als die, nevens elkander en op elkander volgend, plaats vonden. Maar zij gaat ook verder en tracht de beginsels of oorzaken na te sporen waaruit die feiten zijn ontstaan, en 't verband dat er tusschen heerscht, en dit is het hooger, meer wijsgeerig gedeelte der wetenschap, dat echter alleen gebouwd kan worden op eene juiste opvatting, eene zuivere waarneming der feiten en alzoo op eene goede en veelzijdige ervaring, eene onberispelijke empirie.

De wiskunde geeft ons een voorbeeld van eene zuivere exacte wetenschap. Hare waarheden steunen geheel op verstandsgronden. Hoe men de uitgebreidheden wil onderscheiden en benoemen is iets conventioneels, maar dat zij er zijn en hoe zij zijn en welke eigenschappen zij hebben is iets dat onze rede ons leert, waartoe ons oordeel ons leidt.

De redelijk denkende wezens op eene andere planeet, op Venus of Jupiter, hebben eene andere geschiedenis, afhankelijk van de eigenschappen en vermogens der wezens die deze bollen bewonen en de toestanden waarin zij zich bevinden; maar de wetenschap der hoeveelheden en uitgebreidheden hebben zij met ons gemeen. Even als wij zullen zij

tellen en meten, al verschilt ook de wijze waarop zulks geschiedt en al zijn de maatstaven verschillend.

Wanneer wij zoo de wetenschappen in 't algemeen in empirische en exacte wetenschappen onderscheiden, dan geldt dit hoofdzakelijk voor de grondslagen waarop zij steunen; want in geene wetenschap stelt de denkende mensch, de rechte beoefenaar, zich tevreden met de kennis van wat er bestaat, zoo als eene oppervlakkige waarneming hem zulks leert kennen, maar hij streeft er ook naar om te weten *hoe* het bestaat, alsmede *waardoor* en *waartoe* het bestaat.

De rechtsgeleerdheid is niet bloot de ervarings-wetenschap, die de wetten van den staat waarin wij leven alsmede die van andere staten van vroegeren en lateren tijd leert kennen; maar zij leert ook de natuurlijke en zedelijke gronden waarop zij steunen.

De godgeleerdheid is niet de wetenschap, die ons het godsbegrip van verschillende volken van vroegere en latere tijden leert kennen, niet de kennis van op gezag aangenomen en voorgeschrevene regels van zedelijke en godsdienstige plichten; maar zij grondt zich ook op eene zelfstandige overtuiging van het bestaan van een hooger wezen en op de erkenning onzer verplichtingen jegens dat Wezen.

De geneeskunde is niet alleen de ervarings-wetenschap van de heilzame werking van sommige stoffen en krachten der natuur tot voorkoming of beteugeling van ziekten en kwalen, zoo als de ervaring die heeft leeren kennen; maar zij gaat verder, en terwijl zij de oorzaken der krankheden tracht te ontdekken, tracht zij ook in de verschillende stoffen de heilzame beginselen te vinden en er uit te trekken, die het kwaad bestrijden en, is het mogelijk, het verband tusschen beide na te sporen.

En zijn de verschillende wetenschappen nog niet tot die hoogte opgeklommen dat zij tot die zekerheid kunnen komen, waartoe de wiskunde leidt, toch worden zij alle hooger opgevoerd, en bij eene meer zuivere en rijke ervaring wordt door daarop gegronde verstandsbesluiten ook in empirische wetenschappen het beginsel der exacte wetenschap toegepast en leert men stellige waarheden van empirische, waarheid van waarschijnlijkheid onderscheiden.

En hoe is het in dit opzicht met de natuurkunde?

Wij verstaan door natuurkunde de kennis der natuur, dat is, van al wat er bestaat. Een ruim veld van onderzoek strekt zich dus voor den natuuronderzoeker uit, een veld, welks grenzen niet zijn te

overzien, zelfs niet bepaald kunnen worden. En niet alleen alles wat in dit oneindig gebied bestaat, maakt het onderwerp uit van de natuurkunde, in haar ruimsten zin, maar ook de veranderingen, die er bij worden opgemerkt, de verschijnselen, die er bij plaats vinden en de oorzaken waardoor deze worden te weeg gebracht.

Is het van wege de veelheid der voorwerpen, die de natuur oplevert, niet gemakkelijk ze alle te leeren kennen, ook in een ander opzicht biedt zulks eigenaardige bezwaren aan. Sommige dier voorwerpen ontsnappen door hunne kleinheid aan onze waarnemingen, evenzoo als andere door den grooten afstand, waarop zij zich van ons bevinden. Sommige kunnen wij slechts uitwendig en oppervlakkig onderzoeken; andere weder zijn zoo samengesteld, dat ze uiterst moeilijk worden ontleed en gekend, terwijl de krachten, die in en op de voorwerpen invloed uitoefenen en de belangrijkste verschijnselen te weeg brengen, van dien aard zijn, dat zij alleen aan die uitwerkselen kunnen gekend worden.

Het komt er dus in de eerste plaats op aan te weten wat er bestaat en wat er geschiedt. Om tot deze kennis te komen zijn waarnemingen noodig en de grondslag der natuurkunde is alzoo empirie, ervaring.

Bij die waarnemingen worden wij reeds spoedig overtuigd dat niet alles zoo is als het ons oppervlakkig voorkomt, maar dat de dingen soms geheel anders zijn dan zij schijnen; dat er dingen zijn die in schijn bestaan en in de werkelijkheid geheel anders zijn dan wij meenen. En evenzoo als het met de stoffelijke dingen is, zoo is het ook met de verschijnselen die wij er bij opmerken; zij zijn in de werkelijkheid soms geheel anders dan zij schijnen.

Het is dus niet genoeg de dingen oppervlakkig of vluchtig te kennen, maar voor een goed wetenschappelijk onderzoek volstrekt noodig hen goed te kennen zoo als zij werkelijk bestaan, de verschijnselen zoo als zij in der daad plaats vinden.

Eerst dan wanneer men de dingen goed kent zoo als ze werkelijk zijn en de verschijnselen zoo als die werkelijk plaats vinden, is het mogelijk de voorwerpen met elkander te vergelijken en van elkander te onderscheiden, en bewustheid te verkrijgen van het eigenlijk wezen en van de veranderingen, die er mede plaats vinden en de invloeden, die zij op elkander uitoefenen of die er op uitgeoefend worden. Zoo verkrijgen wij eene beschrijving van 't geen er bestaat en tevens eene geschiedenis van 't geen er mede is voorgevallen en nog voorvalt en

daardoor tevens kennis van de krachten, die in de natuur werkzaam zijn en de invloeden die deze uitoefenen.

De eerste trap van natuurkennis is dus een onderzoek *wat* er is; een tweede trap, *hoe* het is, een derde *waardoor* en *waartoe* het is.

Die eerste trap van kennis wordt verkregen door opmerken en waarnemen, de tweede door nauwkeurige onderzoekingen en proeven, de derde door oordeelen en besluiten.

Reeds de eerste middelen om natuurkennis te verkrijgen, opmerken en waarnemen, zijn niet zoo eenvoudig en zeker als men dit licht in den eersten opslag meent. Men kan iets zien zonder het te bezien, dat is, door het gezicht nauwkeurig op te nemen hoe het is. Men kan iets bemerken zonder er juist opmerkzaam op te zijn wat en hoe de zaak is, wier bestaan door ons bemerkt wordt. Wij kunnen gewaarwordingen van iets ontvangen zonder waarnemingen te doen, en deze zijn meestal noodig, en niet zelden bij herhaling en op verschillende wijzen noodig, om eene zaak of een verschijnsel niet alleen op de rechte wijze te leeren kennen, maar zelfs de overtuiging te erlangen dat zij werkelijk bestaan.

Hebben wij zoo kennis gekregen van 't geen er is, door zoo veel mogelijk goed opgevatte zinnelijke gewaarwordingen, dan is het noodig door onderzoekingen en proeven te trachten nader met de dingen bekend te worden. Daartoe moet men dezelfde zaak op verschillende tijden, in onderscheidene toestanden en onder afwisselende invloeden, of in verband met andere dingen nauwkeurig beschouwen en waarnemen. De gelegenheid daartoe verkrijgen wij door onderzoekingen en proeven, waaraan wij de dingen onderwerpen en blootstellen.

Hebben wij ons door nauwkeurige opmerking en waarneming van het bestaan eener zaak overtuigd en zijn wij door herhaalde waarneming en voortgezet onderzoek, of opzettelijk in 't werk gestelde proeven, nader met de zaak bekend geworden, dan is het soms mogelijk om door goede verstandsbesluiten tot het eigenlijke wezen der dingen door te dringen en niet slechts het *wat* en het *hoe* der dingen, maar ook het *waardoor* en *waartoe* te leeren kennen.

Het is misschien niet ondienstig een en ander door voorbeelden op te helderen. Meest allen zullen wij wel eens de ervaring hebben opgedaan dat de dingen, gelijk zulks ook niet zelden met de menschen het geval is, niet zoo zijn als zij schijnen. «De schijn bedriegt», is dan ook een bekend spreekwoord, dat wel weinig tegenspraak zal vinden, en

zinsbedrog eene algemeen bekende zaak. Gewoonlijk echter wordt dit woord in een verkeerden zin gebruikt, en hetgeen wij zinsbedrog noemen is meestal geen bedrog of misleiding onzer zinnen, maar eene dwaling van ons oordeel, naar aanleiding van de indrukken, die wij door onze zinnen hebben verkregen.

Als ik in een spiegel, die zoo is geplaatst dat ik hem niet als zoodanig erken, het beeld zie van een vriend, en ik op hem toe meen te gaan om hem aan te spreken, maar nu bemerk dat ik mij bedrogen heb, dan is dit geen gezichtsbedrog, maar mijne dwaling is een gevolg van een verkeerd besluit, dat ik uit den gezichtsindruk heb getrokken. De lichtstralen, die het beeld op het netvlies deden ontstaan, kwamen werkelijk in de richting, waarin ik den persoon waande te zien, maar zij kwamen van den spiegel, die ze terugkaatste.

Wanneer ik eene tabakspijp met den steel dicht voor mijn oog plaats en ik vestig het oog op den kop, dan zie ik den steel dubbel. Dit is geen gezichtsbedrog, want ik zie werkelijk met het rechteroog den steel links en met het linkeroog rechts van den kop. De waarneming is dus goed, maar het besluit, dat er twee stelen zouden zijn, is valsch.

Wanneer ik de beide voorste vingers der hand over elkander leg en met de toppen der vingers eenig rond lichaam bv. een knikker of balletje aanraak en er over strijk, dan meen ik dat er twee zijn. 't Is echter geen gevoels- en dus geen zinsbedrog; maar ik faal in mijn oordeel, omdat ik besluit tot het voorhanden zijn van twee voorwerpen, die ik onderscheiden denk, dewijl ik aan twee tegenovergestelde zijden mijner vingertoppen iets voel en dit gevoel in den gewonen toestand der vingers alleen door twee verschillende lichamen kan worden te weeg gebracht. 't Gevoel heeft echter werkelijk plaats en de gewaardwording is juist, maar de gevolgtrekking verkeerd.

De kennis van onze aarde in betrekking tot het heelal hebben wij te danken aan de waarnemingen van lichamen buiten de aarde en wel vooral aan de bewegingen die wij daarbij opmerken. En wie weet niet bij ondervinding hoe licht men in het beoordeelen van beweging en hare oorzaken kan dwalen? Wij onderscheiden daarom ook de beweging in ware en schijnbare. Niet zelden gebeurt het dat wij voorwerpen, die in rust zijn, in beweging zien of meenen dat zij van plaats veranderen, en omgekeerd dat wij voorwerpen die zich werkelijk bewegen in rust wanen.

Wanneer wij aan 't strand staan en in de verte een schip zien, dat

juist in eene rechte richting naar ons toe of van ons afzeilt, dan zien wij het in den eersten opslag niet van plaats veranderen, en toch is het in beweging. Eerst na eenigen tijd merken wij zulks aan het veranderen in schijnbare grootte en besluiten, uit het grooter of kleiner worden, of het ons nadert of zich van ons verwijderd.

Als wij ons op een vaartuig bevinden, dat zich zacht en regelmatig voort beweegt, is het als of de voorwerpen buiten ons in beweging zijn: wij zien het strand naderen of de oevers ons voorbij snellen en de overtuiging die wij hebben van zelf in beweging te wezen behoedt ons voor het verkeerd besluit, dat de lichamen, die wij zien van plaats veranderen, werkelijk in beweging zijn.

Van de eerste tijden af dat er menschen op aarde leefden heeft men de beweging der hemellichamen opgemerkt en de verschijnselen die er door ontstaan. In de oudste oorkonden en bij de vroegste volken, vindt men gewag gemaakt van de afwisseling van dag en nacht, van de jaarseizoenen, den loop der maan en zelfs van de bewegingen der sterren. Maar eerst later kwam men er toe om nauwkeurig na te gaan wat er eigenlijk geschiedt en leerde door goede, op onderscheidene tijden en plaatsen ingestelde waarnemingen, die verschijnselen met al de bijzonderheden, die er bij plaats hebben, nauwkeurig kennen. En het is nog niet zoo lang geleden, ja men kan zeggen eerst in den laatsten tijd, dat men door die met zorg gedane waarnemingen en nauwkeurige onderzoekingen met het wezen en nog later met den grond dier verschijnselen is bekend geworden.

Zoo was, misleid door den schijn, de vaste stand der aarde eene volksmeening en zelfs een leerstuk geworden der kerk, en nog zijn er enkelen, die het niet van zich kunnen verkrijgen om de wetenschap recht te laten wedervaren en wier verstand wordt beneveld door een onverzettelijk geloof of wel blind vooroordeel.

Voor duizende jaren reeds blonken die sterren, die wij bij een helderen avond aan den hemel zien schitteren, daar even als nu. Vele eeuwen zagen de bewoners dezer aarde de eigenaardige beweging van het stergewelf vóór iemand het waagde er eene verklaring van te geven; later, toen men met meer aandacht het sterrenheir beschouwde en de bewegingen van sommige dier hemellichamen meer in bijzonderheden leerde kennen, werd men overtuigd dat de opvatting van een der grootste mannen van zijn tijd, van PROLEMEUS, die van 125 tot 140 jaren na Christus te Alexandrie waarnemingen deed en daarop een stelsel bouwde,

dat naar hem werd genoemd, en waarin de aarde als stilstaande werd aangenomen, niet overeenkomstig de waarheid konde zijn.

Gedurende 15 eeuwen had dit stelsel bestaan, toen in de eerste helft der 16e eeuw door COPERNICUS een beter stelsel werd ontworpen, waardoor de eigenaardige bewegingen der planeten, naar wier verklaring men vroeger langs verschillende wegen te vergeefs gezocht had, op eene zeer eenvoudige en natuurlijke wijze uit de eigene beweging, die de aarde met de planeten gemeen heeft, werd afgeleid.

En waarlijk het was eene schitterende overwinning, door de wetenschap behaald, en zij was verkregen door ijverige nasporingen, door veelvuldige en met zorg gedane waarnemingen, maar bovenal door het goed opvatten en juist beoordeelen der verschijnselen.

Intusschen bleef het hier niet bij. Had COPERNICUS geleerd dat de aarde om de zon draait en met de andere planeten een eigen stelsel vormt waarvan de zon het midden inneemt, nog waren er vele vragen te doen, nog moest er veel gevonden worden. Men was nu echter op den rechten weg. Men bleef niet aan den schijn hangen, maar leerde door voortgezette waarnemingen en onderzoek meer en meer de bijzonderheden kennen, die er bij deze bewegingen plaats vinden, en de groote Wurtembergsche sterrekundige KEPLER sprak het uit, in de laatste helft der 16e eeuw, hoe die bewegingen waren, in zijne beroemde wetten, die hij uit de ervaring, maar eene zorgvuldige en onbevengene ervaring en juiste beoordeeling en overweging, had afgeleid.

En nog ging men verder, en van 't gebied des hemels en de nasporing en bespiegeling van de bewegingen der werelddollen daalde men neder op de aarde, en het eenvoudig verschijnsel van 't vallen der lichamen en de bewegingen, die daarbij plaats vinden, leerden het verband kennen, dat tusschen beide soorten van verschijnselen bestaat en gaven aanleiding tot de oorzaken door te dringen. Het was de groote NEWTON, die eveneens op grond van ervaringen en besluiten, de algemeene aantrekkingskracht ontdekte en in deze kracht eene wereldkracht leerde kennen, waardoor de orde in het gebied der schepping bestaat en ongestoord bewaard blijft en de bewegingen der hemellichamen worden geregeld.

Het vallen van een appel bracht hem, naar men verhaalt, op de gedachte om dit verschijnsel nauwkeurig te onderzoeken en de bijzonderheden, die er bij het vallen plaats vinden, kwamen daardoor aan 't licht. Maar zijne onderzoekingen, zijne waarnemingen en proeven bleven niet tot de aarde bepaald. Zijn scherpziende blik zag in de maan

ook een vallend lichaam, en door hoogst nauwkeurige waarnemingen en berekeningen bleek het, dat hij juist had gezien en dat de maan, even zeer als ieder voorwerp op aarde door deze wordt aangetrokken maar met eene mindere kracht overeenkomstig haren grooteren afstand.

Nu was ook de oorzaak van de beweging der planeten om de zon verklaard als een gevolg van de groote stofmassa der zon, wier werking als aantrekking de tot haar gebied behoorende planetenbollen in regelmatige banen doet rondwentelen, terwijl zij als bron van licht en warmte die bollen tot verblijfplaatsen van redelijke en zedelijke schepselen geschikt maakt.

En evenzoo als COPERNICUS leerde *dat* de aarde en hare medeplaneten om de zon draaien, en KEPLER aantoonde *hoe* die bewegingen waren, en NEWTON eindelijk de krachten deed kennen *waardoor* dit alles geschiedde, zoo zien wij juist hierin ook aanschouwelijk voorgesteld hoe de eigenaardige gang is der natuurwetenschap. Zij leert zien en opmerken; maar dit moet zuiver en onbevagen geschieden. Zij leert vergelijken en onderscheiden en uit den schijn het wezen kennen van 't geen er bestaat en geschiedt. En zoo met de voorwerpen en de verschijnselen bekend, niet zoo als zij schijnen, maar zoo als zij wezenlijk zijn, leert zij ons doordringen tot de oorzaken, dat is tot de krachten waardoor zij zijn ontstaan of waardoor die verschijnselen worden teweeg gebracht, en zooveel mogelijk ook tot de bedoelingen. Zoo tracht eene zuivere natuurkunde ons te leeren *wat* er is; *hoe* het is, *waardoor* het is en *waartoe* het is. Die weg is een veilige weg, en waardig om bij alle nasporingen en onderzoekingen ook in andere wetenschappen zoo veel mogelijk gevolgd te worden.

Heb ik zoo in korte trekken iets gezegd over den aard van de natuurkunde als wetenschap en het eigenaardige waardoor zich hare beoefening onderscheidt, wij willen nu den blik vestigen op den omvang dier wetenschap, om zoo, eenigermate althans, den kring te doen kennen waarover zij zich uitstrekt, het gebied waartoe haar onderzoek zich bepaalt.

Het valt ons al dadelijk in het oog dat dit gebied ruim en uitgestrekt is, zoo zelfs dat haar omvang zich niet laat bepalen. En zij laat zich niet bepalen omdat die omvang zonder grenzen, dat is: oneindig is.

Het is moeielijk om van eenige wetenschap de grenzen nauwkeurig op te geven, of wel men kan van elke wetenschap zeggen, dat zij zich tot in 't oneindige uitstrekt en als zoodanig onbeperkt is; want waar is de mensch, wien het ooit zal gelukken eene wetenschap, welke zij ook

moge zijn, geheel te doorgronden en als uit te putten, wiens onderzoek alles omvat, wiens denkkraft alles doorgrondt?!

In dezen zin is elke wetenschap onbegrensd; maar toch houden verschillende wetenschappen zich met bepaalde voorwerpen bezig en met bijzondere bedoelingen, in verband met de voorwerpen van haar onderzoek en bespiegeling.

De geschiedenis houdt zich bezig met de lotgevallen van volken en individuën. Zij vangt aan met het ontstaan van redelijke bewoners op aarde en bepaalt zich bij hetgeen met en in betrekking tot de menscheid voorvalt.

De letterkunde bepaalt zich tot de kennis van den ontwikkelingsgang van den menschelijken geest en de vruchten die deze heeft voortgebracht.

De geneeskunde houdt zich bezig met den stoffelijken en zinnelijken mensch en 't geen in betrekking staat met zijn welstand en alles wat dienen kan om dien te bewaren of, zoo zulks noodig is, te verbeteren of te herstellen.

De rechtswetenschappen omvatten al 't geen den mensch in zijne betrekking met andere menschen betreft en beschouwen hem als burger van den staat, als handelend wezen, die rechten en verplichtingen heeft, welke geëerbiedigd en betracht moeten worden.

De godsdienst en zedeleer beschouwen den mensch in betrekking tot een hooger wezen, dat door ieder denkend wezen erkend, maar door niemand gekend wordt.

En al die wetenschappen, zij staan in nauw verband met de natuurwetenschap, alle hebben zij veel aan haar te danken, zoowel wat het onderwerp betreft dat zij behandelt, als de wijze waarop zij door nasporing en onderzoek tot waarheid komt en zich tot wetenschap heeft verheven.

De geschiedenis beschouwt den mensch en zijne handelingen, maar die mensch is een voorwerp der natuur, en zijne handelingen staan in betrekking tot de natuur, zijn geheel bestaan is van de natuur afhankelijk.

Te midden der natuur levende en werkende, is die natuur zelve het vormings- en opvoedingsmiddel van den mensch zoowel uit een zedelijk en geestelijk als uit een stoffelijk en zinnelijk oogpunt beschouwd.

Door de zinnen ontvangt de mensch gewaarwordingen, wordt zijn denkkraft gevoed en wordt hij in staat gesteld zijne gevoelens te uiten en invloed op andere wezens uit te oefenen.

Door ervaring en onderzoek leert de mensch zich zelven en anderen kennen niet alleen in den normalen, maar ook in den abnormalen toestand, en door en uit de natuur leert hij de middelen kennen en verkrijgen die in verschillende toestanden nuttig of noodig kunnen zijn.

Voor de maatschappelijke belangen biedt de natuur tallooze middelen aan de hand, geschikt om menschen aan elkander te verbinden, om staten saam te knoopen, om welstand te verbreiden, om onheilen te weren, om rechten te handhaven, beurtelings om te beschermen en om te beteugelen, of ook om te vernielen wanneer ook dit soms door den drang der omstandigheden noodzakelijk gemaakt wordt.

En die wetenschap die wel eens het hoogst geschat wordt, omdat zij streeft naar de kennis van Hem, die het hoogst is van al wat bestaat, die de eerste oorzaak is van alles, wiens machtigen invloed wij leeren kennen in de geschiedenis der menschheid, en leeren eerbiedigen in den menschelijken geest en de heerlijke vruchten die er van uitgaan, de wetenschap die God leert kennen en dienen, zij staat in het allernauwste verband met de kennis der natuur; want die natuur is eene openbaring der Godheid en wel een openbaring die tot ieder spreekt, en waardoor ieder de bewustheid ontvangt van een wezen dat eeuwig en oneindig moet zijn, zooals de schepping is, die van Hem getuigt en ons die eeuwigheid en oneindigheid aanschouwelijk maakt, hoezeer wij als eindige en beperkte wezens ons verliezen wanneer wij die willen bevatten en omschrijven.

Zoo staat de natuurwetenschap in verband met alle wetenschappen en is zij zoowel de hulpvaardige dienaar als de trouwe voedster van alle.

Het is dan ook natuurlijk dat haar gebied uitgestrekt, ja, gelijk gezegd is, oneindig en onbeperkt is, zoowel in tijd als in ruimte. Om dat gebied eenigermate te overzien en te doen kennen is het noodig den blik te beperken en achtereenvolgens te richten op enkele punten, of dien te bepalen bij bijzondere groepen van voorwerpen en verschijnsels.

Onderscheiden wij de voorwerpen naar de plaats waar zij gevonden worden, dan kunnen wij ze verdeelen in *tellurische* of aardse, die wij op de aarde aantreffen, en in *cosmische* of hemelsche, die buiten de aarde bestaan en door ons in het hemelruim worden opgemerkt.

Het is duidelijk dat deze indeeling geschikt is voor ons als aardbewoners en dat andere wezens in het ruime gebied der schepping eene andere verdeeling zullen hebben, uitgaande van het wereldlichaam waarop zij zich bevinden.

Intusschen kunnen wij ons ook eene andere indeeling denken, die meer algemeen en overal geldig is, het is: de *stof* en de *kracht*. De stoffelijke schepping omvat alles wat er is of bestaat, alles wat voor zinnelijke waarneming vatbaar is, en in die stof leeren wij de op haar werkende krachten kennen, waaronder moeten gerekend worden de oorzaken der verschijnsels, die er bij en op de stof worden waargenomen.

Het is echter niet gemakkelijk of liever ondoenlijk stof en kracht van elkander scherp te onderscheiden, en nog meer om ze van elkander te scheiden. Even zoo als de stof door fijnheid of afstand zich aan onze zintuigen soms onttrekt, zoo ook is het met de kracht. Er kunnen krachten zijn, van wier bestaan en werking wij geene gewaarwordingen ontvangen, omdat wij er geene zintuigen voor hebben.

Is het moeielijk ons meerdere zintuigen te denken en onbekende krachten die er op zouden kunnen werken, het is minder moeielijk het eene of andere zintuig weg te denken en na te gaan welken invloed zulks op ons kenvermogen zoude uitoefenen. Zoo mist de blinde het gezicht en ontvangt geene gewaarwordingen van het licht. Voor hem is het dus als of deze kracht niet bestaat. En welke rijke bron van kennis zoude bij dat gemis niet voor den mensch gestopt zijn? De rijkste bron misschien; want is niet het licht de heraut, die ons het aanwezen verkondigt van de tallooze dingen in onze nabijheid niet alleen, van welke wij ook op andere wijzen bewustheid konden verkrijgen; maar ook van die verbazende menigte scheppingswerken, die ons van uit de eindeloze verte in het onmetelijke gebied der schepping tegenblinken en wier bestaan ons kenbaar wordt uit den lichtstraal, die van deze uitgaande door ons oog wordt opgevangen?

Ook de blinde heeft bewustheid van het bestaan dier tallooze wereldbollen, die zich in de oneindige ruimte bewegen, maar hij heeft die door anderen. Geheel anders zoude het zijn en veel meer beperkt ware onze natuurwetenschap, als het licht ontbrak of ons het vermogen faalde om er gewaarwordingen door te ontvangen.

Maar hoe gebrekkig zoude ook onze kennis zijn van 't geen er buiten onze aarde is, indien het luchtkleed dat onze aarde omhult de eigenschap miste van doorzichtig te zijn?

Even als bij betrokken lucht, wanneer soms geen enkele onbenevelde lichtstraal door het dichte wolkenfloers dringt, wij wel het licht van de zon genieten zonder haar glansrijk aanschijn te aanschouwen, even-zoo zouden wij ook dan wel de bewustheid erlangen van het beurte-

lings aanwezig zijn van eene lichtbron, maar van haar wezen en stand zouden wij niets weten, en van de sterrenwereld en de waarheden die deze ons verkondigen zouden wij geen flauw begrip hebben.

Onderscheiden wij de lichamen die er bestaan, dat is, al de voorwerpen die de natuurkundige tot onderwerp maakt van zijn onderzoek in aardse en hemelsche lichamen, dan ziet dit alleen op de stof, want de krachten die wij in de stof waarnemen worden bij beide gevonden. Niet alleen toch het licht, dat door het gansche scheppingsruim werkzaam is, leeren wij als wereldkracht kennen, maar ook de zwaarte, de onderlinge werking der stofdeelen op elkander, die, als algemeene aantrekkingskracht, overal wereldstelsels heeft doen ontstaan en aan elkander verbindt, en die als oorzaak van beweging den loop der wereldbollen regelt.

Men heeft aan het onderzoek van de stof, die wij kunnen waarnemen en onderzoeken, en der verschijnselen die er bij worden opgemerkt, alzoo de eigenschappen der lichamen en de leer der krachten die er op werken, den naam gegeven van *proefondervindelijke natuurkunde*, omdat zij steunt op waarnemingen en proeven.

Men noemt dit gedeelte gewoonlijk in een engeren zin *physica* of natuurkunde, naar het grieksche woord *physis*, dat, even als het latijnsche *natura*, van *nascor*, geboren worden of ontstaan, natuur beteekent, dus de wetenschap van al het geen eens ontstaan of geschapen is. Men zoude het *ervaringsnatuurkunde* kunnen noemen, wat hetzelfde beteekent als proefondervindelijke natuurkunde, zoo als dit gedeelte, gelijk gezegd is, door onze vaderlandsche natuuronderzoekers is genoemd.

De kennis der aarde met al 't geen zij bevat, en der verschijnselen die zij oplevert, noemt men meer in 't bijzonder *geographie*, naar *Gaea* de aarde, of aardrijkskunde, maar in den ruimsten zin des woords.

Aan het onderzoek naar de lichamen, die buiten de aarde bestaan en naar 't verband daartusschen en de kennis der verschijnselen, die er bij worden waargenomen, heeft men den naam van *astronomie* of sterrekunde gegeven.

Beschouwen wij in de eerste plaats onze aarde zelve met al de voorwerpen die zij bevat, en die men *tellurische* noemt, naar *Tellus*, de aarde, dan kunnen wij eerst nagaan hoe zij is samengesteld, om naar aanleiding daarvan te besluiten tot de geschiedenis van haar ontstaan.

Het eerste gedeelte is de leer van de verschillende stoffen die er in de aarde voorkomen: de leer der delfstoffen, en vooral

van de wijze waarop zij voorkomen: in den kristalvorm of als verschillende aardlagen of beddingen, alsmede in de verschillende toestanden, bv. de fossielen of versteeningen. Dit gedeelte der algemeene aardrijkskunde is men gewoon te onderscheiden onder den bijzonderen naam van *geognosie* of aardkunde.

Dat de aarde groote veranderingen ondergaat, is eene algemeen bekende zaak. Terwijl soms hier en daar door overstromingen van rivier- of zeewater meer of minder groote deelen land als worden verzwolgen, — men denke slechts, om in ons land te blijven, aan de Dollart, de Zuiderzee en den Biesbosch, — wordt elders door natuur en kunst beide, het land aan de zee ontwoekerd: de pas genoemde Dollart, de middelzee in Friesland, de talrijke inpolderingen aan zee en de vele drooggemaakte meren in verschillende provincien, waaronder velen zich het zoo uitgestrekte Haarlemmermeer nog levendig zullen herinneren, zijn zoo vele sprekende bewijzen er van. Maar ook bij deze veranderingen, die door het water worden te weeg gebracht, merken wij er nog vele andere op, die soms in weinige oogenblikken zijn tot stand gekomen bv. door bergvallen en lawinen, en vooral door aardbevingen en vulcanen. Soms worden groote streken lands in den afgrond verzwolgen, soms steden en dorpen door lava overdekt; op andere tijden weder rijzen nieuwe eilanden uit de diepte der zee op.

Groote veranderingen ondergaat alzoo de aarde, en de natuuronderzoeker neemt ze waar, en de mensch maakt er gewag van in zijne geschiedboeken. Maar nog grootere veranderingen heeft de aarde ondergaan, die niet zijn opgeteekend in de geschiedrollen der menschen, omdat de mensch er geen getuige van was, daar zij plaats vonden lang vóórdat de aarde door menschen werd bewoond, lang zelfs vóórdat planten en dieren op aarde konden bestaan. En zwijgen de oudste oorkonden er van, toch is er een geschiedboek dat in duidelijk schrift ons die veranderingen doet kennen, en ofschoon niet door menschen geschreven, toch voor den beoefenaar der natuur zeer goed leesbaar is: het is de aarde zelve. In hare verschillende aardlagen en in de voorwerpen, die er in gevonden worden, alsmede in de wijze waarop zij er in voorkomen, is hare geschiedenis duidelijk te lezen, en dit gedeelte der wetenschap, dat alzoo steunt op de evengenoemde geognosie of aardkunde, wordt *geologie* genoemd, of de wetenschap van de vorming en vervorming der aarde.

Vestigen wij de aandacht op de talloze wezens, die op de aarde

gevonden worden, dan komen wij tot dat gedeelte der natuurkunde, dat wel als onderdeel van de algemeene aardrijkskunde beschouwd kan worden, doch meer bijzonder bekend is onder den naam van *natuurlijke historie*. Zij is de wetenschap, die ons de voortbrengselen der natuur op aarde of de verschillende wezens, die er op aarde bestaan, leert kennen.

Men brengt ze tot twee groote afdeelingen, nl. *anorganische*, of niet bewerkte wezens, waartoe de delfstoffen behooren, en *organische* of bewerkte wezens, waartoe planten, dieren en menschen gerekend worden. Deze onderscheiding is gegrond op het al of niet bezitten van werktuigen of deelen, die geschikt en noodig zijn voor eigenaardige verrichtingen, zoo als het opnemen van voedsel, *voedingsorganen*, het voortbrengen van gelijksoortige wezens, *voortplantingsorganen*, het veranderen van plaats of stand, *bewegingsorganen* enz. Al deze verrichtingen is men gewoon levensverrichtingen te noemen en daarom worden die wezens ook *levende wezens* genoemd.

De organische of levende wezens kan men weder in drie groepen onderscheiden, nl. *planten*, die zich ontwikkelen, groeien, zich voortplanten en zich ook kunnen bewegen, maar dit laatste alleen door invloeden van buiten; *dieren*, die bij de levensverrichtingen die wij bij de planten opmerken zich van deze onderscheiden, doordat zij bewustzijn hebben en zich naar willekeur kunnen bewegen; *menschen*, die boven de dieren zich verheffen, doordat zij redelijk denkende wezens zijn. Bij den mensch alleen onderscheidt men een zedelijk bewustzijn.

De zoogenoemde natuurlijke historie bestaat alzoo uit vier onderdeelen nl.:

de kennis der delfstoffen, *mineralogie*;

de kennis der planten of plantkunde, *botanie*;

de kennis der dieren of dierkunde, *zoölogie*;

de kennis van den mensch of menschkunde, *anthropologie*.

Het is natuurlijk dat deze onderdeelen, die ieder een ruim veld van onderzoek bevatten en op zich zelve uitgebreide wetenschappen zijn, voor wier grondige beoefening een menschenleven hier op aarde schier te beperkt is, weder in meer onderdeelen worden verdeeld.

Beschouwen wij deze verschillende voorwerpen ten opzichte van de samenstelling, dat is, ontleden wij ze in de elementen of grondbestanddeelen, dan komen wij op het gebied der *chemie* of scheikunde, een tak der natuurkunde, mede van ruimen omvang en veelvuldige toepassing.

Beschouwen wij die voorwerpen in betrekking tot hetgeen de mensch er van weet te maken en de veelvuldige toepassingen en 'tgebruik voor het maatschappelijk leven, dan vat men dat gedeelte saam onder den naam van *technologie* of kunstvoortbrengselleer.

Dat ook deze gedeelten der natuurkunde schier onbegrensd en van het hoogste belang zijn is wel niet noodig op te merken. Overal en ten allen tijde kunnen wij er ons van overtuigen als wij het oog slaan op de verschillende takken van nijverheid in het maatschappelijk leven en denken aan 'tgeen wij dagelijks verrichten en genieten.

De opgenoemde takken der natuurwetenschap hebben betrekking tot de aarde en de wezens die er op voorkomen. Behooren zij als zoodanig tot de wetenschap der aarde in 't algemeen, zij zijn niet hetgeen men gewoonlijk bedoelt als men over de aardrijkskunde meer in 't bijzonder spreekt, dat is, in den zin waarin men deze gewoonlijk opvat.

De aarde wordt dan gewoonlijk beschouwd als wereldlichaam in betrekking tot andere wereldlichamen, en men noemt dit gedeelte, omdat het de aarde leert kennen ten opzichte der hemellichamen, die men gewoonlijk samenvat onder den algemeenen naam van *sterren, sterrekundige aardrijkskunde*. Daar dit gedeelte echter geheel steunt op de wiskunde, die den afstand, de grootte, de bewegingen, en op grond daarvan den aard of het wezen dier lichamen leert kennen, draagt het ook den naam van *wiskundige aardrijkskunde*.

Verder beschouwt men de aarde als natuurlichaam, dat is, wat betreft de natuurlijke gesteldheid harer oppervlakte, de verdeeling van land en water, en de bijzonderheden, die daarbij voorkomen, voorts den dampkring die de aarde omgeeft en de verschijnselen, welke daarin plaats vinden, en men noemt dit gedeelte, dat in het nauwst verband staat met de eigenlijke physica als ervaringswetenschap, de *physische of natuurkundige aardrijkskunde*.

Eindelijk beschouwt men de aarde uit een staatkundig oogpunt, met betrekking tot de verdeelingen in staten, de instellingen en verrichtingen der menschen en alles wat hiermede in verband staat, en noemt dit gedeelte, dat uit den aard der zaak aan vele veranderingen onderworpen is en in het nauwste verband staat met de geschiedenis, uit wier feiten die kennis hoofdzakelijk moet geput worden, de *politische of staatkundige aardrijkskunde*.

Ook over de onderdeelen van deze verschillende takken der aardrijkskunde zullen wij niet verder uitweiden. Het is duidelijk dat zij

alle een ruim veld van onderzoek en bespiegeling aanbieden. Men denke slechts dat de wiskundige aardrijkskunde de gedaante en grootte der aarde behandelt, hare bewegingen en de gewichtige verschijnselen die daardoor ontstaan, alsmede de verschijnselen die wij aan den hemel opmerken. — Zoo leert de natuurkundige aardrijkskunde ons de stroomen van zee en lucht en de belangrijke verschijnselen die daardoor ontstaan, voorts de natuurlijke gesteldheid der verschillende plaatsen afhankelijk van de natuurlijke ligging en van den invloed der warmte enz. Verder de verschijnselen die wij in den dumpkring opmerken en gewoonlijk *meteoren* genoemd worden, waarom dit gedeelte ook *meteorologie* heet. De staatkundige aardrijkskunde eindelijk leert ons de volken kennen in betrekking tot elkander: regeeringsvorm, godsdienstige en wetenschappelijke ontwikkeling en beschaving, handel en nijverheid, onderling verkeer en zoo vele andere dingen die voor het maatschappelijke leven van 't hoogste belang zijn.

Van de aarde richten wij den blik op 't geen er buiten de aarde is. Alles wat er bestaat vatten wij te zaam onder den naam van *Cosmos*, de wereld of 't Heelal. Daartoe behoort dus ook de aarde, doch gewoonlijk noemt men in meer beperkten zin al de daarbuiten gelegen voorwerpen *cosmische lichamen*, en de wetenschap, die ons deze leert kennen, is de *astronomie* of sterrenkunde. Zij is een groot — ja verreweg het grootste deel der algemeene natuurkunde — maar daar hare voorwerpen zoo zeer verschillend, over 't algemeen zoo ver verwijderd en voor zinnelijke waarnemingen en onderzoekingen minder geschikt zijn dan de voorwerpen, die ons op aarde omringen en daardoor meer onder ons bereik zijn, is het natuurlijk dat zij niet zoo gekend en geklassificeerd kunnen worden als de aardse lichamen.

Het gebied is hier echter ook zoo ruim, de stof zoo rijk en veelomvattend, dat zoowel hierom, als ook om de wijze waarop de kennis wordt verkregen, de wetenschap van den *cosmos* of de sterrenkunde in onderdeelen verdeeld moet worden.

Even als in de andere deelen der natuurwetenschap zijn het ook hier waarnemingen, die de grondslagen er van uitmaken. Waarnemingen moeten er geschieden, dat is, men moet nauwkeurig nagaan *wat* er is en *hoe* het is of *wat* er mede gebeurt. Die waarnemingen zijn ten deele niet moeielijk en niet ingewikkeld. Op elken onbenevelden dag zien wij de zon, in elken helderen nacht aanschouwen wij een ontelbaar tal schitterende sterren en voor en na de zacht blinkende maan,

wier liefelijk schijnsel onze donkere nachten soms zoo heerlijk verlicht.

Dat die lichamen van plaats veranderen leeren ons reeds de oppervlakkigste waarnemingen, wanneer men ze slechts herhaalt of over eenigen tijd uitstrekt, en ook de eerste waarnemers merkten dit op en wisten er reeds partij van te trekken om den tijd te bepalen en te verdeelen.

Maar dat die lichamen werelden zijn, op onnoemlijk groote afstanden van ons verwijderd, dit konden zij uit hunne oppervlakkige waarnemingen niet opmaken, en dat zij duurzamer zijn dan de dingen dezer aarde en dan zij zelve als stoffelijke wezens, die slechts een korten tijd op aarde mogen leven en werken, dit konden zij nog niet weten, — maar dit kunnen wij weten, nu de ervaring ons heeft geleerd, dat die hemellichten daar jaar in en jaar uit, ja zelfs duizende jaren achtereen ongestoord hebben geblonken, en de voorbij gevlogene eeuwen, die op aarde zoo veel hebben verouderd en geslachten bij geslachten deden ontstaan en verouderen en plaats maken voor anderen, dáár geene veranderingen hebben te weeg gebracht.

Uit de veranderingen, niet in toestanden, maar in standen is het mogelijk geworden, besluiten op te maken ten opzichte van het wezen dier hemellichamen, en kunnen wij al geene proeven en onderzoekingen in 't werk stellen zoo als in andere reeds beschouwde takken der natuurkundige wetenschap, toch kunnen wij ook hier de waarnemingen uitbreiden en voor het doel volkomener en geschikter maken door die plaatsveranderingen met juistheid te bepalen, door er metingen aan te verbinden.

Een eerste tak alzoo van de sterrenkundige wetenschap is de *practische, spherische of beschrijvende sterrenkunde*, dat is de nauwkeurige opsomming van de resultaten, die nauwkeurige waarnemingen en juiste metingen aan 't licht hebben gebracht.

Veel hebben wij in dit opzicht te danken aan de meer volkomene meetwerktuigen en betere kijkers, waarover men in den laatsten tijd kan beschikken, als ook aan de meerdere ervaring en geschiktheid bij de waarnemers, waardoor men fouten, die vroeger werden begaan, kan vermijden of in rekening brengen.

Daar de meeste waarnemingen van alle storende invloeden moeten gezuiverd worden en de alzoo verbeterde uitkomsten tot grondslag moeten worden gelegd van soms zeer ingewikkelde berekeningen, zoo is het natuurlijk dat dit gedeelte vooral op wiskundige gronden steunt.

De uitkomsten dezer berekeningen, in verband met de gedane waarnemingen, geven aanleiding tot vergelijken en onderscheiden en tot theoretische bespiegelingen en besluiten, en vormen alzoo het tweede gedeelte der sterrenkundige wetenschap of de *theoretische sterrenkunde*.

Het derde gedeelte is de *physische sterrenkunde*. Deze beschouwt de verkregene resultaten in verband met de bekende natuurkrachten en leert zoo den natuurlijken toestand dier wereldlichamen, ieder op zich zelve en in verband met elkander kennen en tevens de krachten, die er werkzaam bij zijn, zoodat zooveel mogelijk, na het *wat* en *hoe*, ook geantwoord kan worden op de vragen *waarom* of *waardoor* en *waartoe*.

Aangaande den omvang hebben wij alzoo gezien dat het veld van onderzoek onbepaald ja oneindig is; want welken tak of welk onderdeel der wetenschap wij ook beschouwen, overal zien wij dat het onderzoek nog oneindig verder kan worden voortgezet en voor nog verdere volmaking vatbaar is. En heeft de natuurwetenschap dit met andere wetenschappen gemeen, ook daarom kunnen wij haar gebied, zoowel in tijd als ruimte, onbepaald en oneindig noemen, omdat haar onderwerpen zijn stoffen en krachten, zoo als wij die vinden in de eeuwige en onbegrensde ruimte, waarbij evenmin van aanvang en einde of van grenzen sprake kan zijn.

In onze beschouwing over de strekking der natuurwetenschap en hare beoefening kunnen wij nu kort zijn. In vele opzichten toch komt zij overeen met die van elke andere wetenschap: namelijk, zij kan en moet strekken tot onze vorming en beschaving als redelijke en zedelijke wezens, en tevens tot bevordering van onzen stoffelijken en maatschappelijken welstand.

Zij kan dit een en ander echter op eigenaardige wijze, en hierbij willen wij nog kortelijk stilstaan.

Het grootste genot van den mensch bestaat in het voorzien in zijne behoeften. Die behoeften zijn van zeer verschillenden aard. Men kan ze onderscheiden in zinnelijke, wetenschappelijke en zedelijke behoeften, en de natuurwetenschap levert de rijkste bronnen op om in alle te voorzien.

Als stoffelijke en zinnelijke wezens hebben wij spijs en drank noodig; voor onze beschutting kleeding en huisvesting; om ons ten allen tijde wel en gemakkelijk te gevoelen, licht en warmte; voor onze werkzaamheden hulpmiddelen van onderscheiden aard; voor 't onderling verkeer middelen om ons gemakkelijk en zeker te kunnen verplaatsen. En i⁸

het niet de wetenschap der natuur, die ons al die middelen verschaft, die ons leert zè op de beste wijze te bereiden, op veelzijdige wijze ze weet toe te passen, en ons overal en ten allen tijde bij onze werkzaamheden zoowel als bij onze uitspanningen, hulpvaardig ter zijde staat?

Waar zoude ik beginnen en waar zoude ik eindigen, als ik den invloed wilde schetsen, dien de kennis der natuur op ons geheele leven uitoefent? Reeds voor wij bewustheid verkrijgen genieten wij in ruime mate de voordeelen die de wetenschap aanbiedt, en de mensch wordt er zoo aan gewoon, dat hij schier onbewust de tallooze zegeningen blijft genieten, die eene ontwikkelde natuurkennis hem aanbiedt, en niet zelden in ruime mate ze geniet zonder zè te erkennen.

Wij behoeven intusschen niet door te dringen in de kennis der natuur om er van overtuigd te worden hoezeer wij allen, ook zonder natuurkenners te zijn, door hare kennis gebaat worden, en wij behoeven slechts onzen toestand te vergelijken met dien van min ontwikkelde volken, of ons in vroegere tijden terug te denken, en ten allen tijde, en van alle zijden valt het ons in 't oog, wat wij aan haar hebben te danken.

Meende men vroeger dat het om gevoed te worden genoegzaam was eene zekere hoeveelheid spijs te genieten, de wetenschap heeft geleerd dat men niet alleen op de hoeveelheid, maar ook op de soort van voedsel moet letten; want bij de onophoudelijke stofwisseling is het noodig dat voor alle verbruik vergoeding in de voedselstoffen voorhanden zij.

Licht en warmte, welke belangrijke prikkels zijn zij voor het menschelijke leven, en hoeveel hebben de kunstmatige verlichting, waardoor wij het nachtelijk donker weten te verdrijven, en de kunstmatige verwarming, die ons in den barren winter eene aangename zomertemperatuur doet genieten, aan de vorderingen in de natuurwetenschap te danken!

Hoe vele hoogst belangrijke toepassingen voor verschillende werkzaamheden des maatschappelijken levens, zijn wij verschuldigd aan de toepassing der stoomkracht en welken verbazenden invloed heeft zulks niet op onze werkzaamheden en onderling verkeer uitgeoefend! Nog geen drie vierden eener eeuw is het geleden dat RULTON met de eerste stoomboot eene proefvaart deed op de wateren van een der breede stroomen der nieuwe wereld. Nu doorkruisen tallooze stoomvaartuigen alle zeeën en meren, rivieren en kanalen der aarde en bevorderen overal handel en nijverheid en een gemeenschappelijk verkeer.

En hoezeer is zulks nog toegenomen sedert men den stoom ook heeft leeren gebruiken om lange treinen van rijtuigen, met tal van reizigers en groote hoeveelheden goederen beladen, met schier ongelooflijke snelheid langs ijzeren spoorbanen te bewegen, die in alle mogelijke richtingen elkander kruisen en over de geheele aardoppervlakte zijn uitgestrekt!

Wat de spoorwegen zijn voor het stoffelijke, dat zijn de telegraafdraden voor het geestelijk verkeer der volken onderling. In 1837 zag ik den eersten telegraafdraad tusschen het, physisch kabinet te Göttingen en de buiten de stad gelegene observatorien voor astronomie en meteorologie, en thans is een weefsel van telegraafdraden over de geheele oppervlakte der aarde gespannen, zelfs door snelstroomende rivieren en uitgebreide wereldzeeën, en de verst afgelegene gewesten zijn er door met elkander verbonden.

Ons bestek gedooft niet om bij al de menigvuldige toepassingen der natuurwetenschap stil te staan, die kunnen strekken en ook werkelijk dienstbaar gemaakt worden tot bevordering van onze zinnelijke behoeften en onzen stoffelijken welstand, en nog minder om de aandacht te vestigen op de belangrijke wijzigingen, die zoo vele uitvindingen in verschillende betrekkingen van het maatschappelijke leven hebben aangebracht en nieuwe bronnen van bestaan hebben geopend. Maar reeds het aangevoerde is genoeg om overtuigend te doen zien dat het de strekking der natuurwetenschap is ons zinnelijk genot te verhoogen, onze bestaansmiddelen te vermeerderen, onze werkzaamheden te verlichten, in 't kort ons leven aangenamer en vruchtbaarder te maken.

Zij blijft hiertoe echter niet bepaald. Het is ook eene eigenaardige strekking der natuurwetenschap om nuttig te zijn voor de beoefening van andere wetenschappen en van verschillende kunsten, en er is geene wetenschap, die niet door haar grootelijks wordt gebaat, geene kunst die niet aan haar de grootste verplichtingen heeft:

Schier alle vorderingen der wetenschap, waarvan ik zoo pas sprak, met het oog op 't genot en voordeel dat de menschheid er van geniet, staan ook in nauwe betrekking tot andere wetenschappen en de kunsten in 't algemeen, die alle door nieuwe hulpmiddelen, meerdere krachtsontwikkeling, sneller gemeenschap, betere en dadelijke gedachtenwisseling grootelijks zijn bevorderd.

Ik wil in dit opzicht hier alleen nog opmerkzaam maken op de voordeelen die de photographie en de spectraal-analyse voor de wetenschappen hebben aangebracht.

Het was waarlijk een grootsch idee om door middel van het licht de dingen zich zelven te laten afbeelden, en, hoe veel genot het ook geeft om zoo natuurgetrouwe afbeeldingen te hebben van ons dierbare personen of van zoodanige plaatsen of streken op aarde, waaraan aangename herinneringen voor ons verbonden zijn, of die wij gaarne in natura zouden aanschouwen, het is van grooter belang nog voor de wetenschap om van vele zaken volkomen getrouwe en onvervalschte afbeeldingen te hebben, die steeds en bij herhaling kunnen beschouwd en gemeten worden. En van niet minder groot belang is het om van ras voorbijgaande verschijnselen de indrukken te verkrijgen en te bewaren, die zij in korte en opvolgende tijdspunten hebben teweeg gebracht, en wel zoo, dat zij later steeds kunnen nagegaan en met andere vergeleken worden. Zoo heeft men onder anderen in den laatsten tijd beelden verkregen van de zon, bij de slechts kort durende totale verduisteringen, die deze onderging, en van de daarbij zoo zeer de belangstelling der sterrenkundigen wekkende lichtverschijnselen.

En zijn zoo de verschillende takken der natuurwetenschap veel aan dit deel der natuurkunde verplicht, ook met al de andere wetenschappen is zulks het geval.

Den rechter is zij behulpzaam om den voortvluchtigen misdadiger in zijne vlucht te stuiten, door op groote afstanden hem te doen herkennen.

Den geschiedvorscher en oudheidkundige levert zij getrouwe afbeeldingen van historische gedenkstukken.

Met recht verbaasde men zich over het vernuft van den mensch, die zoo door het licht schilderijen wist te doen ontstaan en de natuur zelve tot schilder maakte. Maar wie zoude het zelfs nog voor weinig jaren gegist hebben, dat het mogelijk zoude zijn om dat zelfde licht ook dienstbaar te maken om den aard der stoffen te onderzoeken en het de rol van scheikundige te doen vervullen? En toch, de ontdekking van KIRCHHOFF en BUNSEN heeft zulks gedaan, en door middel van de spectraal-analyse is het gelukt om kennis te erlangen van den aard en de bestanddeelen van die stoffen, die lichtstralen uitzenden en daardoor voor ons oog zichtbaar worden, en zelfs van die werelddollen, die wij buiten de aarde aan het hemelgewelf zien blinken. En niet alleen van de helderstralende zon en de zachtblinkende maan, maar ook van de minder in 't oog vallende planeten en de op onnoemlijk verre afstanden van ons geplaatste vaste sterren, die wij slechts als lichtpunten zien schitteren, is het door haar mogelijk iets omtrent haar wezen en samenstelling te zeggen.

Maar ook op tallooze andere wijzen staat de natuurwetenschap andere wetenschappen ten dienste.

De geschiedrollen maken soms gewag van oorden, die door het onderzoek der natuurvorschers blijken naar waarheid geschetst te zijn. Zij vermelden soms feiten die door de natuurkunde gewaarmerkt worden, of waarvan, bij het gewag maken van eenig natuurverschijnsel, bv. eene eclips, het juiste tijdstip kan worden bepaald.

Bij misdaden en overtredingen is het niet zelden de natuurwetenschap die de plaats of den aard of de wijze der overtreding aangeeft en tot het ontdekken des schuldigen leidt.

Er zoude echter geen eind zijn te vinden, wilde ik door voorbeelden aantoonen welken invloed de kennis der natuur op alle andere wetenschappen uitoefent en welke diensten zij bij de beoefening van alle andere wetenschappen bewijst.

Een enkel woord nog over hare zedelijke strekking. Dat de beoefening der natuurwetenschap eene heilzame strekking uitoefent op de ontwikkeling van het schoonheidsgevoel, zal wel door ieder worden toegestemd.

De beeldende kunsten ontleenen aan de natuur hare schoonste modellen; de dichter vindt er de stof voor zijne boeiendste schilderingen. Maar bovenal biedt de natuur op tallooze wijze de schoonste natuurtooneelen te beschouwen aan, die oog en hart van den oplettenenden en gevoeligen natuurbeschouwer boeien en treffen.

Het verrijzen der zon boven den horizon, of haar statige ondergang bij een helderen hemel; — de langzaam toenemende of afnemende schemering, — het prachtige avondrood en de onophoudelijk van vormen en tinten veranderende schakeering der wolken, — het ontwikkelend groen van het ontlukend woud en het bebloemde veld in 't voorjaar of de verschillende kleurschakeeringen van het loover in den herfst, — de stille effene kalme zee in stilte, of de bruisende golven, die wildaan komen rollen om op het ondiepe strand in hevige branding over te gaan en bij het loeien van den storm het witte schuim als sneeuwvlokken voor zich henen strooien, — het rosse bliksemlicht, dat voor een enkel oogenblik den stikdonkeren nacht schitterend verlicht en opgevolgd wordt door den statig rollenden donder, — of de zacht lichtende stralen van het prachtige noorderlicht, dat door zijn helderen glans en steeds verrijzende en verdwijnende, met fraaie kleuren prijkende lichtzuilen, den donkeren nacht aangenaam verlicht, — de verschillende

meteoren, die wij voor en na in den dampkring mogen aanschouwen, — maar bovenal de prachtige sterrenhemel, dien wij daar boven dien dampkring zien schitteren, zijn deze alle — en hoe vele heerlijke natuurtooneelen meer zoude ik nog kunnen noemen? — zijn deze alle niet geschikt om den gevoeligen mensch te treffen en het gevoel voor het waarachtig schoone, indien dit in hem mocht sluimeren, te wekken, of, zoo het reeds in hem wakker is, te veredelen en te verheffen?

Ook het zedelijk gevoel van den mensch wordt door de nadere kennismaking met de natuur en de beschouwing harer werken krachtig ontwikkeld en bevorderd. Overal in de natuur zien wij orde en regelmaat; zal ook de mensch er niet door opgewekt worden om in zijne werken de natuur te volgen en zich aan orde en regelmaat gewennen?

In de natuur streeft alles naar ontwikkeling en volmaking; zal dat ook niet het streven worden van den mensch als hij zijn standpunt in de natuur begrijpt en zijne hooge roeping beseft?

Krachtig worden wij van de weldadige strekking, die de beoefening der natuurkennis op den mensch uitoefent, overtuigd, als wij onzen toestand vergelijken bij dien van zoo velen als er vroeger leefden en nog hier en daar worden aangetroffen in min begunstigde oorden, waar het weldadig licht, dat de natuurwetenschap verspreidt, nog niet of slechts flauw is doorgedrongen.

In vele heerlijke natuurverschijnselen, die wij met innig genoegen aanschouwen, die ons hart treffen en den geest verheffen boven de aarde en het stof, zagen velen de noodlottige werkingen van schadelijke krachten der natuur of de voorteekenen van rampen en ongelukken, of wel de blijken van een vertoornde en den mensch bedreigende godheid. Niet alleen het ontzagwekkend onweder, maar ook de fraaie luchtspiegeling, de fata-morgana, het luistervolle noorderlicht, de verschijning eener komeet en zoo vele andere natuurverschijnselen, die wij met innig genoegen aanstaren, waren of zijn nog in de oogen van den min kundigen beschouwer het werk van een den mensch vijandigen geest of eener vertoornde en op wraak bedachte godheid.

Maar bovenal is de strekking der natuurwetenschap gunstig tot opwekking en vestiging van het godsdienstig gevoel.

De Natuur is eene openbaring Gods. Zij is dit zoowel in het kleine als in het groote, in het nabijzijnde zoo wel als in het afgelegene. Als er iets geschikt is om den mensch nederigheid te leeren en zijne

af hankelijkheid van eene hoogere kracht, van een verhevener wezen te doen gevoelen, dan is het gewis de natuurwetenschap.

Bezie het eenvoudigste plantje, hoe het ontkiemt en door licht en warmte bestraald welig tiert en eigenaardige vruchten voortbrengt; hoe het in den winter als gestorven is, maar in het voorjaar op nieuw ontlukt en weder even welig tiert en bloeit en vruchten voortbrengt als vroeger. Gij ziet de werkzaamheid, die er plaats vindt, gij kent den gang der ontwikkeling; maar weet gij al de eigenaardige werkzaamheden dier plant te verklaren, weet gij van dat sterven en herleven rekenschap te geven? Gij kunt dit niet en de grootste natuurkenners vermogen het ook niet. Ziet gij dat kleine vliegje, dat ter nauwernood voor het bloote oog merkbaar is, maar beurtelings vliegt en loopt en dus van bewegingsorganen voorzien is; dat bij nader onderzoek ook ademhalings- en voortplantings-werktuigen blijkt te bezitten, dat zich voedt en voortplant, dat zich blijkbaar naar willekeur beweegt en alzoo zich zelve bewust is, ofschoon wij ons van het hoe geen rekenschap kunnen geven? Ook zijn leven is den natuurkundige grootendeels een raadsel.

Met eerbiedwaardige bewondering beschouwt gij bij een helderen avond het prachtige sterrenheer. Die sterren blinken daar door alle eeuwen heen en, wat op aarde verandert en vergaat, zij blinken daar ongestoord. Van enkele weet de sterrenkundige eenigermate den afstand en de grootte te bepalen, en met wiskundige zekerheid zegt hij, dat van deze of die kleine ster, die uwe aandacht minder trekt, de afstand zoo groot is dat het licht vele jaren onderweg is om tot onze aarde door te dringen. Van andere hebben zijne waarnemingen en berekeningen geleerd, dat zij om een gemeenschappelijk zwaartepunt zich bewegende zonnen zijn, waaruit blijkt dat in die afgelegene streken van het heelal dezelfde kracht heerscht, die ons lichaam aan de aarde verbindt en onze aarde om de zon doet wentelen, en die alzoo eene wereldkracht is, even als het licht, de bode die ons deze waarheden verkondigt.

Maar voor welke schepselen die werelddollen zijn bestemd, — maar wat het wezen is van die kracht, die zonnen om zonnen doet wentelen, — tot hoe ver die schepping zich uitstrekt, — sinds hoe lang zij bestaat, — dit alles en zoo veel meer als men zoude kunnen vragen, is den grootsten natuurvorscher, den diepdenkendsten wijsgeer onbekend.

Dit alleen weten wij, en het is de natuurwetenschap die het ons verkondigt: er is eene oneindigheid, en tot op onmetelijke afstanden vinden wij scheppingswerken, die blijken dragen van door bovenmen-

schelijke wijsheid en macht te zijn geregeld en te worden bestuurd. Er is eene eeuwigheid voor en achter ons, want wat wij tijd noemen is niet geschikt om den duur van het bestaan dier tallooze scheppingswerken te meten. Er zijn krachten die door dat gansch Heelal heerschen en het bestaan van het kleinste zoowel als van het grootste voorwerp der schepping regelen en voor stoornis en ondergang behoeden.

En wat kunnen wij anders dan uit dit alles besluiten: er moet een Wezen zijn dat dit gansch geheel, dit verbazend samenstel van scheppingswerken heeft gedacht en gewrocht en bestuurt? En die kracht waarvan alle kracht uitgaat, dat wezen, welks aanzijn door de natuur gepredikt wordt, is God!

En wie zijn wij? Wij zijn wezens, die in ons het bewustzijn hebben van ons bestaan en van 't geen er buiten ons is; — die overtuigd worden van eene oneindigheid en eeuwigheid, wier wezen wij niet kunnen vatten en beschrijven, even min als dat van den geest die in ons woont. — De natuurwetenschap leert ons dat er geen stof vergaat, hoewel zij aan gedurige stofwisseling onderworpen is, dat er geen kracht te niet gaat, maar de eene kracht eene andere doet ontstaan. Ook de kracht, de geest, het leven in ons kan niet vernietigd worden. Ook onze geest zal blijven bestaan.

Onze geest is vatbaar voor eene steeds toenemende vordering in kennis en volmaking. Onze geest heeft behoefte om dieper door te dringen in de kennis van de groote werken der natuur, van wier bestaan wij ons kunnen overtuigen.

Die ingeschapen zucht in den denkenden mensch om duurzaam te bestaan, en dat oneindige veld van bespiegeling en onderzoek, dat voor hem geopend is, waarborgen ons een voortdurend leven en streven dat niet bepaald is tot deze aarde, waar wij slechts het eerste letterschrift van het groote boek der natuur leeren lezen. Ook de natuurwetenschap overtuigt ons alzoo: *de mensch als denkend en geestelijk wezen is voor eene oneindige ontwikkeling en volmaking vatbaar: de mensch is onsterfelijk.*