BESKRYWING EN VERKLARING IN DIE NATUURWETENSKAP

Die waarneming van die natuur en die beoefening van die natuurwetenskap het met die eerste mens begin. Wat die mens, as hy die regte staat behou het, sou kon bereik het, kan ons vandag nie beoordeel nie; voor sy val het Adam blyk gegee van vermoëns wat gedeeltelik of geheel verlore gegaan het. Die mens se bekwaamheid om wesenstrekke te onderskei, is verswak. Terselfdertyd het hy tot die res van die skepping in 'n skewe, selfs vyandige, verhouding te staan gekom, terwyl die gevolge van sy sondeval die natuur daarbuite wesenlik beïnvloed het: „vervloek is die aarde om jou ontwil".

View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you by CORE

provided by Koers (E-Journal)

reeds terwille van selfbehoud met alle mag aangepak moes word. Hom is allermins die kragte en eienskappe ten volle ontneem om sy baasskap oor dier, plant en stof te handhaaf, soos uit die geskiedenis van natuurwetenskap en tegniek—en veral teenswoordig—ten oorvloede blyk. Ons staan soms versteld as ons aanskou hoever die mens dit gebring het, sy dit dan ook dat hy sy kennis en wetenskap blykbaar by voorkeur ter vernietiging aanwend.

Om oor die natuur en sy kragte te kan heers, moet 'n mens hulle eers ken. Die eis tot selfbehoud in 'n vyandige wêreld het van die mens 'n waarnemer gemaak; hy het die natuurverskynsels gaan bestudeer en daaroor nagedink. Daarby kon hy nie anders as om op byna elke gebied 'n mate van reëlmaat en herhaling op te merk nie. Deur daarmee rekening te hou, kon hy kom voorberei om aan komende veranderinge die hoof te kan bied. Op die dag volg die nag, op die somer die winter, op die jeug die ouderdom, op die geboorte die dood. Oral kon hy sy vinger op die polsslag van die

natuur druk. Die diere en plante het hulle seisoene en gewoontes. Deur daarmee rekening te hou, kon die mens leer om die gunstige hom ten goede aan te wend en die skadelike af te weer of te ontwyk. Selfs die primitiewe barbaar is 'n redelike wese en as sodanig heer van die skepping.

Hierdie empiriese kennis is mettertyd in woord en geskrif vasgelê en het vir opvolgende geslagte tot leidraad geword. Die waarnemingsproses duur trouens nog voort, sy dit dan met verbeterde waarnemingsmiddels en -geleenthede. Nooit sal ons deur waarneming die natuur met sy rykdom van verskynsels uitput nie, nooit ophou om die resultate van ons waarneming in eie belang aan te wend nie. By die eensoortige verskynsel bly dit nie. Dat sekere verskynsels wat oënskynlik van heeltemal verskillende aard en voorkoms is, die gewoonte het om in tyd of ruimte in noue samehang voor te kom, word opgemerk en na waarde geskat. Dink bv. aan verskynsels wat met weersverandering gepaard gaan, en wat aan die hand van volgreekse in hierdie verband aanleiding gee tot weervoorspelling. So word die mens bewus van funksionele verband en kan hy hom voorberei op die verwagte uitwerking van 'n bepaalde gebeurtenis of toestand.

In die gesketste stellingname van die mens teenoor die natuur speel hy self 'n baie lydelike rol, hoogstens die van 'n toeskouer wat verskynsels en gebeurtenisse met of sonder onderlinge verband rangskik en uit ervaring leer om van die goeie en nuttige gebruik te maak en die skadelike te vermy; in een woord, om hom aan te pas by omstandighede waaroor hy min of geen beheer het nie. Ons kan hierdie stadium voorlopig die *beskrywende* noem; dit is nog geen wetenskap nie, maar is grotendeels voorwetenskaplik, alhoewel 'n onmisbare en noodsaaklike voorvereiste vir egte natuurwetenskap. Inderdaad is daar (en was daar altyd) manne van naam wat in alle erns en oortuiging volhou dat natuurwetenskap niks meer is as waarneming en beskrywing nie. Natuurlik bly dit dan nie hy die tydelike waarneming nie; die navorser wag nie altyd op die verskynsel om plaas te vind nie, maar rig sy eksperiment in om die verskynsel te voorskyn te roep. Hy dwing die natuur feitlik om antwoord te gee, hetsy positief, hetsy negatief, op vrae wat hy stel. Nogtans beweer hierdie waarnemers—die konsekwente positiviste—dat beskrywing die alfa en omega van alle natuurwetenskap is; wat daarbuite val, kan desgewens natuurfilosofie genoem word, dit is spekulasie, puur en simpel. Op hierdie standpunt kom ons terug.

Die opvatting dat natuurwetenskap niks meer as natuurbeskrywing is nie, kan beskou word as 'n reaksie teen 'n ander uiterste wat ook van die vroegste tye dateer en veral gefloreer het in die dae toe 'n natuurfilosofie van 'n hoogs spekulatiewe aard die plek van die natuurwetenskap soos ons

dit vandag ken, gevul het. 'n Volk soos Israel wat die kennis van die ware God besit het en onder 'n teokratiese bedeling verkeer het, het vanselfsprekend in en agter alles die hand van God gesien. Hulle is ook nie toegelaat om dit te vergeet nie, daarvoor het profeet en priester gesorg. Waar die Godskennis egter verflou het, is sy plek deur bygeloof en mistiek ingeneem. Die natuur is vergeestelik, gode en demone veroorsaak en begelei die natuurverskynsels en oefen die kragte uit. Animisme vier hoogty. Dit alles om die mens op sy plek te hou. Al laat die grille van die natuur (of die geeste wat daaragter sit) hom ril en beef, tog word hy belangrik genoeg geag om hulle pyle op kom te trek. Dit verteenwoordig 'n poging ter *verklaring* van die natuurgebeure, waarby die *waarneming* en *beskrywing* tweede viool speel. Die *waarom* en *waartoe* word benadruk ten koste van die *hoe*. Vandag sou ons sulke naïewe beskouinge slegs by primitiewe volke verwag, maar vroeëer het hulle taamlik algemeen; en selfs by prominente denkers tot laat in die Middeleeue voorgekom. Die groot gesag van die Griekse wysgere, met name Plato en Aristoteles, en 'n vermenging van heidense filosofie en bybelleer het aprioriese opvattinge en verklaringe sodanig in die hand gewerk dat aan 'n noukeurige studie en beskrywing van die natuur nie veel aandag gewy is nie. 'n Voorbeeld: Aristoteles het verklaar—en op sy gesag is aanvaar—dat vallende liggame na die middelpunt van die heelal streef, omdat dit hulle natuurlike plek is. Vergelyk hiermee Galileo se proefondervindelike bepaling van die valbeweging. Aristoteles sê *waarom* 'n liggaam rol; Galileo stel vas *hoe* dit val. Aristoteles verklaar en Galileo beskryf. Vir Aristoteles is krag 'n besielde vermoë wat op duistere wyse die natuur aktiveer. Gilbert (1600), wat beskou kon word as die grondlegger van die leer van die magnetisme, gee 'n animistiese verklaring van magnetiese krag. Die aarde besit as 'n groot magneet 'n siel en dit is niks anders as sy magnetiese krag nie. Aristoteles het met sy natuurverklaring wel ook dieper getas. So was vir hom die goddelike Raadsbesluit grond en laaste oorsaak van alles en het hy in die natuurgebeure doelverwesenliking opgemerk. Ook hierin is hy getrou nagepraat, maar selde met eweveel diepte en ootuigingskrag. Dit was maklik en gerieflik om by elke duistere saak in „hoër beroep" te gaan en as verklaring die goddelike beskikking te hulp te roep. Is daar 'n gaping tussen oorsaak en gevolg, of vind êrens 'n afstandswerking plaas, dan lê die verklaring in die alomteenwoordigheid van God, al moet op die duur God en Ruimte vereenselwig word.

Ook in 'n ander opsig het die Griekse denke 'n beslissende invloed uitgeoefen, nl. deur sy benadrukking van vorm. Dat die struktuur van die

heelal meetkundig bepaald is en daarom harmonie en eenvoud moet besit, was vir Copernicus en Kepler, en selfs vir Descartes, vanselfsprekend. Daarin het die skepping attribute van sy Skepper vertolk. Vanuit sulke vooropgestelde standpunte is poginge aangewend om fisiese verskynsels as 't ware by voorbaat te verklaar en normatief te bepaal. Dit moes op die duur tot algehele uitskakeling van God uit sy skepping lei; voorlopig miskien nog gehandhaaf as laaste grond of oorsaak, word Hy al meer oorbodig bevind en neem die menslike rede sy plek in. Die Rasionalisme vervang die Spiritualisme. Descartes, wat ook wel die vader van die Rasionalisme genoem word, stel met sy res cogitans en res extensa die mens teenoor die natuur—'n onoorbrugbare dualisme wat 'n eersterangse kennisprobleem veroorsaak. Met die loëning van 'n Godsbestuur is alle verband deurgesny. Geen wonder dat Descartes Natuurkunde met Wiskunde vereenselwig nie. Soos in die Wiskunde sou 'n mens dan ook in die Natuurkunde kon uitgaan van vooropgestelde aksiomas of postulate en rustig die een „feit" na die ander daaruit aflei. In die afleiding setel meteen die verklaring.

Na hierdie beknopte kensketsing van twee uiterstes: *alles beskrywing* of *alles verklaring*, het dit nou nodig geword om op hierdie twee begrippe nader in te gaan alvorens aan elke sy regmatige plek en taak in die natuurwetenskap aan te wys. Reeds kan beweer word dat elk 'n onmisbare rol te vervul het en dat beide in die wetenskapsbeoefening tot hulle reg moet kom. Geen wetenskap is uitsluitend beskrywend nie. Aan die ander kant kan geen wetenskap verklaar wat hy nie eers beskryf het nie. Of dit altyd moontlik is om presies aan te dui waar beskrywing ophou en verklaring begin, is moeilik uit te maak. Een opvatting is dat beskrywing betrekking het op die oppervlakkige, voor die hand liggende eienskappe van feite op dinge, terwyl verklaring dieper grawe en verborge samehang openbaar. Alhoewel hierin 'n groot mate van waarheid sit, moet ons oppas om die twee begrippe nie te veel te relativeer nie, want dan verval ons baie maklik weer in een van die twee genoemde uiterstes.

* * *

Hoe gaan ons beskrywend te werk en hoe ver gaan beskrywing in die natuurwetenskap?

Sonder beskrywing is daar geen wetenskap nie. Beskrywing geskied deur middel van die gesproke en/of geskrewe woord of simbool. Sonder belewing en waarneming kan daar geen beskrywing wees nie. Feite word waargeneem en die resultaat van die waarneming word in woord en geskrif

vasgelê. Die wetenskaplike waarnemer gaan hierby egter nie willekeurig te werk nie. Hy nader die objek of terrein van sy ondersoek planmatig. Trouens, selfs die keuse van sy onderwerp is die vrug van oorweging en besluit. As voorbeeld neem ons die geval van Kepler toe hy die baan van 'n planeet probeer vasstel het. Eintlik moet die werk van Tycho Brake eers kortliks genoem word, want daarop het Kepler sy berekeninge gebaseer. Tycho kan beskou word as die vader van die moderne Sterrekunde. Hy was by uitstek 'n empiriese waarnemer en beskrywer. As in aanmerking geneem word hoe primitief die apparaat was waarmee hy hom moes behelp, styg die bewondering vir wat hy gepresteer het. Hy het sy taak as bloot beskrywend opgeneem; en het hom ten doel gestel om die posisies van sterre en planete dwarsdeur die jaar so noukeurig moontlik te bepaal en in kaart te bring. Interessant is, terloops, dat hy nog op voor-Copernikaanse standpunt gestaan het, sodat vir hom die aarde as vaste assestelsel gedien het en die son saam met die ander hemelliggame 'n bepaalde baan afgelê het. Dit is egter 'n *interpretasie* van sy waarneminge wat aan die waarneminge self geen afbreuk gedoen het nie. Kepler gebruik Tycho se gegewens, maar gaan daarby van die heliosentriese vooropstelling uit, waarby hy die nodige korreksie vir die beweging van die aarde relatief die son aanbring. So kom hy dan tot die formulering van sy bekende „wette" waarvan die eerste is: „Elke planeet beskryf 'n ellips waarvan die son hom in 'n brandpunt bevind". Let wel dat die beweging wat hy beskryf, 'n beweging *relatief die son* is.

Van agter gesien, klink dit baie eenvoudig. Gedeeltelik is dit te danke aan die groot mate van vereenvoudiging wat die wetenskaplike beskrywing doelbewus nastrewe. In genoemde voorbeeld word die planeet opgevat as 'n bewegende punt. Van sy grootte, massa en ander eienskappe word volledig afgesien. Slegs een aspek, sy baan m.b.t. die-Son, word ondersoek. Om die elliptiese vorm daarvan vas te stel, sou teoreties hoogstens 'n vyftal posisies van die-punt (planeet) nodig wees. By die bepaling daarvan tree verskeie kompliserende faktore op, soos bv.: 1. die bekwaamheid van die waarnemer, 2. die betroubaarheid van sy meetinstrumente, 3. die-interpretasie van die gegewens. Elk van hierdie faktore veroorsaak dat foute, d.w.s. onsuiwere weergawes van die werklikheid, insluip. In hoeverre is hulle „toevallig" (d.i. waarnemingsfoute), en in hoeverre verteenwoordig hulle werklike afwykinge van 'n vermoede (elliptiese) vorm? Die vraagstuk is inderdaad van statistiese aard. Vandaar dat die waarneminge deur herhaling vermenigvuldig moet word, dan geklassifiseer en georden, om eventueel desnoods by wyse van gemiddeldes in die baanberekening te

verskyn. Selfs wanneer die grense van 'n waarnemingsfout bereken kan word en die nodige korreksie daarvoor aangebring, sal die baan 'n baie ingewikkelder vorm as die elliptiese vertoon. Die ellips is die beskrywing van „'n gemiddelde weg" deur die puntplaneet gevolg, en werklike afwykinge word aan storende oorsake toegeskryf. Op die aard van sulke oorsake gaan beskrywing as sodanig nie in nie.

Beskrywing sorteer en klassifiseer dus die waarnemingsdata. Gemeenskaplike kenmerke word opgespoor en genoteer. Daarby speel induksie met sy waarskynlikheidsinslag noodwendig 'n ingrypende rol, soms ook wel 'n gewaagde rol—as dit nl. bereid is om selfs radikale verskille aan sy strewe na ooreenkoms en wetmatigheid ten offer te bring. Want 'n progressiewe rigte volgens ooreenkomstige trekke volg die weg van voortgesette abstraksie, seleksie en generalisasie, sodat in die proses onvermydelik al meer van die (miskien ook wesenlike) kenmerke van die oorspronklike waarnemingsobjek verwaarloos word 'n Voortskrydende distansiëring van die werklikheid vind plaas. Dink bv. slegs daaraan dat 'n gemiddelde met geen werklik bestaande ding hoef ooreen te kom nie; so volg geen planeet sy elliptiese baan á la Kepler nie. Nogtans vorm sy wette die grondslag waarop voorspellinge van toekomstige gebeurtenisse (bv. verduistering van son of maan, of komeetverskyning) gebaseer word, met 'n verbluffende mate van sukses! Daar moet dus iets „insit" of „agtersit", en daardie „iets" wek die behoefte aan verklaring. Laat ons egter die behoefte voorlopig nog onderdruk en ons by beskrywing bepaal.

In ons voorbeeld was daar sprake van 'n standpunt, of liewer van verskillende standpunte, nl. die voor-Copernikaanse en die Copernikaanse. Eersgenoemde het van 'n stilstaande aarde en laasgenoemde van 'n stilstaande son uitgegaan. Beweer is dat Tycho se waarneminge as sodanig nie deur hierdie verskil in standpunt getref is nie. Die teenoorgestelde geld van die baan wat by die een en die baan wat by die ander hoort. Die aardse assestelsel gee aan die planeet 'n veel ingewikkelder baan as die assestelsel van die son. Geen wonder dat Kepler, wat eenvoud met waarheid vereenselwig het, aan laasgenoemde die voorkeur gegee het en dat die postulaat algemeen aanvaar is dat die son stilstaan. Dat dit nie meer is as 'n gerieflike en nuttige postulaat wat die wiskundige beskrywing van die planetebeweging aansienlik vereenvoudig nie, word soms vergeet. 'n Ander vraag is of dit ewe bruikbaar is wanneer ons oorgaan tot die beskrywing van die afstande en beweginge van die vaste sterre en die newels. 'n Postu-

laat het gewoonlik 'n beperkte geldigheids- of nuttigheidsgebied en kan tot onsin lei wanneer dit sy grense oorskry.

'n Ander voorbeeld sal hierdie punt miskien beter toelig. 'n Aantal gefossileerde skedels word gerangskik, geklassifiseer en beskryf. Dit kan volgens verskillende kenmerke—kwantitatief of kwalitatief—geskied. Vanselfsprekend sal daarby ooreenkomste 'n deurslaggewende rol speel en sal die neiging bestaan, by die een meer as by die ander, om ooreenkoms te aksentueer. Die klassifikasie en korrelasie kan van verskillende postulate uitgaan en dienoorkomstig sal die status van die skedels (of liewer, van hulle oorspronklike besitters) radikaal kan verskil, veral as 'n tydskaal gepostuleer word, bv. aan die hand van geologiese tydperke. U sal wel kan insien dat, bewus of onbewus, „subjektiewe" elemente reeds al by die beskrywing van die sintuiglike gegewens moeilik geheel en al geweer kan word. Die geordende, geklassifiseerde en gekorreleerde „feite" is nie meer die ru-materiaal wat deur waarneming en eksperiment verskaf is nie. Daar het wedersydse beïnvloeding tussen die waarnemer en die waargenomene plaasgevind. In laasgenoemde voorbeeld kan bv. van vermiste skakels gewag gemaak word; een ondersoeker soek en ontdek *tussenvorme* waar 'n ander *oorgangsvorme* meen te vind, en so meer. So vind 'n mate van *feite-interpretasie* reeds in die beskrywende stadium plaas, hoe heftig die konsekwente positivis dit sou wil ontken.

Die teëwerping kan gemaak word dat dit altans nie geld van 'n suiwer *kwantitatiewe* ondersoek nie. Hier tog het ons met 'n wiskundige ondersoek te doen en kan daar van 'n interpreterende element of 'n vooropgestelde gesigspunt moeilik sprake wees. Die voorbeeld van die planeetbaan het ons egter anders geleer. Maar daarmee is die laaste woord in hierdie verband nog nie geuit nie. Besonder leersaam is die standpunt van A. S. Eddington. Vir hom is die resultaat van waarneming en eksperiment „pointer readings", d.w.s. meetgetalle. Op hierdie „pointer readings" word die wetenskap gebaseer en ontwikkel. Hulle veronderstel egter reeds 'n fundamentele metingsteorie, en inderdaad lei Eddington sonder verdere beroep op eksperiment daaruit etlike van die belangrikste algemene fisiese invariante af. Struktureel is volgens hom die wêreldbeeld deur sy pointer reading—uitgangspunt in hoofsaak bepaal. In hoeverre Eddington dit hiermee juis ingesien het, is nog nie heeltemal 'n uitgemaakte saak nie, maar dit kan as waarskuwing dien aan die adres van diegene wat meen dat sy objektiewe beskrywing van feite sonder enige subjektiewe „smet" is.

Hiermee meen ons, wat beskrywing betref, te kan volstaan. In die verskillende natuurwetenskappe neem beskrywing nie dieselfde plek in en

omvang aan nie. Sommige natuurwetenskappe staan bekend as beskrywende wetenskappe omdat beskrywing daar (nog) 'n oorwegende rol speel. Selfs die Wiskunde het 'n onderafdeling wat as Beskrywende Meetkunde bekend staan. Ons het probeer aantoon dat die wetenskaplike beskrywing van feite nie sonder 'n mate van interpretasie, waarby postulasie noodwendig betrokke raak, kan plaasvind nie. Die ruwe diamant word geslyp en gepoleer, en tot 'n mate word daardeur reeds bepaal waar en hoe dit ingevoeg gaan word in die ornament waarin dit moet skitter; soos dit, omgekeerd, ook 'n wesenlike invloed gaan uitoefen op die vorm wat die voorwerp eventueel gaan aanneem. Die invoeging in 'n groter geheel tipeer die oorgang van blote beskrywing tot verklaring. Daarmee het ons gekom tot die belangrikste en moeilikste deel van ons onderwerp. Wat nou gaan volg, moet bloot as inleidend beskou word. As die geleentheid hom voordoen, sal die behandeling in 'n later uitgawe voortgesit word.

In die voorgaande het die *objek* van die wetenskap die botoon gevoer terwyl die *subjek* hom met 'n min of meer lydelike rol tevrede moes stel. Dat die subjek egter alles behalwe 'n blote toeskouer is wat net opskrywe wat dit die objek gelief om aan hom te openbaar, het hopelik reeds duidelik geword. Nogtans is die waarnemer deur sy stof gebind en moet hy *feite* beskryf, sy dit dan met 'n mate van eie siening en interpretasie. Van 'n beskrywing van diskrete (afsonderlike of losstaande) feite wil hy vervolgens kom tot 'n kontinue samehang met en inskakeling in 'n reeds aanvaarde sisteem van kennis en wetenskap; m.a.w. hy wil 'n poging ter *verklaring* van die feite aanwend.

Laat ons die oorgang van beskrywing tot verklaring aan die hand van Galileo en Newton probeer naspeur. Aristoteles het as verklaring van die valbeweging die bestaan van 'n „natuurlike plek" vir elke ding aanvaar. Galileo en Newton stel met hulle traagheidsbeginsel die bestaan van 'n „natuurlike beweging of toestand" van die dinge voorop. Dit lui as volg: „Elke ding volhard in sy toestand van eenparige beweging of rus behalwe in soverre dit deur oorsake gedwing word om dit te verander." By Aristoteles is die val „natuurlik" omdat dit 'n beweging na 'n voorbestemde plek is. Waar dit nie geskied nie, is daar 'n oorsaak wat dit belet. By Galileo en Newton is die eenparige beweging (of rus) „natuurlik". Waar 'n beweging daarvan verskil, moet daar 'n oorsaak vir die afwyking bestaan. Vergelyk ons die twee standpunte, dan het dié van Aristoteles dit in sy guns dat die valbeweging gedurig plaasvind en waargeneem kan word, terwyl so iets soos 'n eenparige beweging (of rus) nêrens en nooit voorkom nie. In 'n sekere

sin is Aristoteles se uitgangspunt baie „natuurliker" as die van Galileo-Newton. Daar val 'n verrassende mate van ooreenkoms te konstateer tussen die jongste (relativiteits-) standpunt en die Aristoteliese, waaroor later miskien meer. Wat intrinsieke status betref, moet aan die twee verskillende standpunte gelyke rang toegeken word.

Die oorsaak van afwyking uit die natuurlike bewegingstoestand noem Newton 'n *krag*: 'n krag, sê hy, is enigiets wat verandering bring in 'n liggaam se toestand van eenparige beweging of rus. Versnelling word dus „verklaar" deur die werking van 'n krag en Newton se eerste bewegingswet konstateer: „Krag is eweredig met verandering in momentums (massa x snelheid)." Oorsaak en gevolg word reg eweredig aan mekaar gestel. Hierdie „wet" is nie veel meer as 'n nadere definisie van wat onder krag verstaan moet word nie. Intussen het die massabegrip hier sy verskyning gemaak as bepalende element by die traagheidsverskynsel—op sy eenvoudigste as (konstante) eweredigheidsfaktor in die formule wat tussen oorsaak (krag) en gevolg (versnelling) verband lê.

In die eerste wet van Newton leer ons krag uit die versnelling ken en meet, die oorsaak uit die gevolg. Newton se Algemene Swaartekragswet stel ons in staat om die gevolg uit die oorsaak te bereken: „Elke liggaam word deur elke ander liggaam aangetrek deur 'n krag wat reg eweredig is met hulle massas en omgekeerd eweredig met die vierkant van hul onderlinge afstand." Hierdie skitterende generalisasie omvat nie alleen die geval van 'n vallende voorwerp nie, maar ook die beweging van die hemelliggame. So kan o.a. die drie wette van Kepler vir die planetebeweging wiskundig daaruit afgelei word en kon Le Verrier en Adams onafhanklik van mekaar uit berekeninge daarop gebaseer die bestaan en plek van die destyds nog onbekende planeet Neptunus bepaal.

Vergelyk ons nou die wette van Kepler met hierdie omvattende wet van Newton, dan herinner ons in die eerste plek daaraan dat ons eersgenoemde *beskrywende* wette genoem het, om vervolgens die vraag onder oë te sien of en wat laasgenoemde meer oplewer, in een woord, die *verklaringswaarde* van die Algemene Swaartekragswet vas te stel as dit inderdaad soiets besit. Newton self het volgehou dat hy slegs beskrywe en hom aan geen veronderstellinge of hipoteses waag nie, m.a.w. dat dit hom alleen te doen is om 'n objektiewe weergawe van die werklikheid. Nogtans het hy hom hier aan 'n generalisasie gewaag wat beslis verder gaan as enige waargenome werklikheid. Ook is daarby van begrippe (massa, krag) gebruik gemaak wat hy by wyse van definisie ingevoer het, alles teen die agtergrond van sy onervaar-

bare en onbestaanbare eenparige bewegingspostulaat. Aan die ander kant het sy formule die toets van menigvuldige toepassing skitterend deurstaan. As ,verklaring' beteken dat 'n rykdom van oënskynlik losstaande feite 'n 'n groter verband saamgevat word en dat uit die saamvattende formule nuwe, verifieerbare feite afgelei kan word, dan is die swaartekragswet 'n unieke voorbeeld van verklaring in die natuurwetenskap.

Laat ons die saak egter van 'n ander kant bekyk. Galileo se beskrywing van die valbeweging het aan Newton se definisie van krag voorafgegeaan. Newton baseer dan ook sy definisie op die veroorsaakte versnelling. So ook was die empiriese wette van Kepler daar eerder as die swaartekragswet van Newton, alhoewel hulle daarna daaruit afgelei kon word. Uitgaande van die tweede wet van Newton en Kepler se wette kon die swaartekragswet egter op sy beurt matematies afgelei word, altans vir die planetebeweging. In elk geval bly die geniale generalisasie van Newton staan wat dit ten grondslag van alle valbeweging gestel het. Tussen matematiese formulering en opleiding aan die een kant en oorsaaklike verband aan die ander is daar tog nog 'n wesenlike verskil.

Word swaartekrag as sodanig deur Newton se beroemde wet verklaar? Aanvaar ons swaartekrag as oorsaak, dan kan daaruit die beweging van 'n gegewe liggaam in 'n swaartekragsveld as gevolg bereken word, en ons beskou die beweging as voorspelbaar en verklaarbaar. Wat die geheimsinnige krag eintlik is wat twee liggame onderling aantrek en hoe ons ons sy werkingsmetode moet voorstel, daar weet ons niks van af nie. Nogtans was die prestasies van Newton voldoende om die verwagtinge van natuurwetenskaplikes en natuurfilosowe van die 17de eeu tot ongekende hoogtes te laat styg. Ondersoekinge op die gebied van elektrisiteit en magnetisme het die vermoede versterk dat in die natuur alleen kragte voorkom wat tussen massas werk en wat slegs afhanklik is van hul onderlinge afstand. Veral toe ook hier die omgekeerde vierkantswet blyk te geld, het 'n verklaring van die natuurgebeure al te eenvoudig begin lyk. So kom Laxlace met die gewaagde stelling: „Gegee die wêreldtoestand op 'n gegewe moment, sou 'n genie in beginsel in staat wees om die toestand op enige toekomstige tydstip volledig vooruit te bereken".

So 'n genie het nie sy verskyning gemaak nie. Ons weet ook dat die natuur nie so simplisties te werk gaan en hom nie sy verloop in besonderhede wiskundig laat voorskrywe nie. Gestel egter vir 'n oomblik dat die natuur sodanige formulering van die opvolging van oorsaak en gevolg wel toegelaat het, sou die formulering terselfdertyd 'n volledige verklaring bevat het?

Is voorspelbaarheid en verklaring sinoniem? Geensins. Die menslike gees wil dieper indring en nie by formules soos die van Newton bly staan nie. Hoe geniaal ook al, hulle bring ons nie veel verder as beskrywing nie, dit moet Newton gelyk gegee word. Tog voer hulle ons in die rigting van 'n verklaring en daardie weg sal verder bewandel moet word.

D. J. VAN ROOY.

——oOo——