

FANTASIE EN CRITIEK

OPENBARE LES

GEHOUDEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET
AMBT VAN LECTOR IN DE NATUUR- EN WEERKUNDE
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP DONDERDAG 22 FEBRUARI 1968

DOOR

Dr. P. J. BRUIJN



H. VEENMAN & ZONEN N.V. – WAGENINGEN

*Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Land-
bouwhogeschool,
Mijnheer de Rector Magnificus,
Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren, Docenten en
Leden van de wetenschappelijke, technische en admimi-
stratieve staf,
Dames en Heren Studenten,
en voorts Gij allen die door Uw aanwezigheid blijk geeft
van Uw belangstelling.*

Zeer geachte Toehoorders,

De verwondering over alles wat ons omringt en wat om ons heen gebeurt is er waarschijnlijk wel geweest vanaf de eerste schemering van menselijk bewustzijn. Het aandachtig gadeslaan van en het nadenken over de wereld waarin wij leven worden uit die verwondering geboren en sinds duizenden jaren is er gepoogd om de caleidoscopische stroom van verschijnselen en voorvallen die door onze zintuigen wordt geregistreerd logisch te ordenen, d.w.z. deze verschijnselen in categorieën te verdelen en door regels met elkaar te verbinden. Mogelijk verleid door de successen die het louter verstandelijk redeneren in de wiskunde had geboekt, heeft men het tot ver in de zestiende eeuw bij praten en schrijven over de natuur gelaten en eerst omstreeks 1600 begon de moderne opvatting door te breken dat de fraaiste theorie niet meer is dan een intellectueel spel zolang hij niet wordt bevestigd door de waarneming. Waarneming en redenering – zij zijn er altijd geweest maar zij zijn tot ongeveer 1600 elk hun eigen weg gegaan. Het is de grandeur van Galileo Galilei (1564–1642) die in Pisa, Padua en Florence, en van Johannes Kepler (1571–1630) die vooral in Praag werkte, dat zij hebben ingezien en hun leven lang hebben gepropageerd dat waarneming en redenering verbonden moeten worden en dat redenering slechts zin heeft indien die redenering tot uitspraken voert die door de waarneming verworpen of bevestigd kunnen worden. Daardoor zijn zij de grondleggers van de moderne natuurwetenschappen geworden. Hoe Galilei, grondlegger van een aantal beginselen van de mechanica, groot experimentator en astronomisch observator, zijn hele leven heeft moeten optornen tegen conservatisme, dogmatiek en onbegrip en hoe hij op hoge leeftijd nog gedwongen werd zijn denkbeelden over de bewegingen in ons zonnestelsel te herroepen, heeft een bijna anekdotische bekendheid verkregen.

De geschiedenis van Kepler geeft naar mijn mening een nog penetranter kijk op de worsteling die nodig is geweest om de eerste fun-

damentele waarheden aan de natuur te ontrukken, enerzijds door het visionaire van zijn probleemstelling, anderzijds omdat het levenswerk van Kepler zich heeft gericht op het oplossen van dat ene centrale probleem, waardoor zijn leven iets duidelijk en overzichtelijks krijgt en waardoor wij minder gauw afgeleid worden door een veelheid van details.

Vanuit onze eigen technisch-wetenschappelijk hoogontwikkelde cultuur terugkijkend in het irreversibele perspectief van de tijd en overpeinzend hoe en waar dit allemaal op gang is gekomen wil ik in deze openbare les een ogenblik bij Kepler stil blijven staan. En ik doe dat bovenal daarom, omdat zijn leven duidelijker en directer dan welk abstract betoog ook ons laat zien waar het bij wetenschappelijk onderzoek om gaat: fantasie, critiek, eerlijkheid en volharding.

In Keplers tijd waren er zes planeten bekend: Mercurius, Venus, Aarde, Mars, Jupiter en Saturnus. In het begin van de zestiende eeuw had de Poolse astronoom Copernicus (1473–1543) de gedachte geopperd dat de zon in het centrum van ons zonnestelsel stond en dat de planeten langs cirkelvormige banen om de zon heen liepen. Copernicus had ruwe schattingen berekend van de verhoudingen van de stralen van die cirkels en zelfs had Copernicus reeds geconstateerd dat het nodig was om enkele van die cirkels excentrisch ten opzichte van de zon te plaatsen om de beweging van de planeet langs de cirkel beter in overeenstemming met de waargenomen beweging langs de hemel te brengen. Het werk van Copernicus – evenals het nog te noemen werk van Brahe – is echter uitsluitend descriptief: hij beschrijft hoe de planeten lopen en hij probeert die beschrijving zo exact en zo beknopt mogelijk te maken.

Kepler gaat een stap verder. Hij stelt de vraag naar de structuur van het systeem en het probleem dat hem 22 jaar lang zou beheersen formuleerde hij zelf als volgt:

„Het waren hoofdzakelijk drie dingen, waarvan ik de oorzaken waarom zij zo en niet anders zijn, met volharding heb nagespeurd: het aantal, de grootte en de bewegingen der hemellichamen”.

Om het „waarom zo en niet anders” gaat het hier en Kepler acht deze vraag beantwoord indien het lukt om betrekkingen te vinden tussen banen, omlooptijden en aantal der planeten, waardoor zij van zes afzonderlijke dingen verenigd worden tot één systeem. Kepler redeneert zo, dat God de wereld als een harmonisch geheel geschapen heeft en dat daarom de planeten niet lukraak op willekeurige afstanden en met willekeurige snelheden in beweging gezet kunnen zijn en het moderne bij Kepler is dat hij er impliciet van uitgaat dat het verband in het systeem mathematisch moet zijn. Meer precies: dat er mathematische betrekkingen tussen meetbare, d.w.z. in getallen uit-

drukbare eigenschappen van het systeem moeten bestaan. Daarom kan hij in de fysica als de eerste theoreticus worden gezien. En hij begeeft zich op weg om de „harmonie van de wereld” te ontdekken, al heeft hij nog geen flauw idee in welke richting hij moet zoeken :

„Allereerst ben ik de aanval begonnen met cijfers, en heb ik onderzocht of een der planeetsferen het dubbele, driedubbele , of een ander veelvoud der overige was, en hoe ver volgens Copernicus elk van ieder der anderen verwijderd was. De meeste tijd heb ik aan dit werk, als aan een spel, verloren aangezien er in het geheel geen regelmaat te voorschijn kwam, noch in de afstanden onderling, noch in hun aangroeiingen. Geen ander nut heb ik eruit getrokken, dan dat ik mij de afstanden zelf – zoals deze door Copernicus gegeven zijn – diep in het geheugen gegrift heb...”.

Met „planeetsferen” bedoelt Kepler hier elkaar omsluitende bollen waarop de cirkelvormige planeetbanen liggen. Iedere planeet beweegt door omwenteling van zijn eigen sfeer. Kepler blijft vasthouden aan de Griekse opvatting dat de cirkel de meest volmaakte kromme is en dat daarom de planeten cirkelbanen doorlopen. Als de eenvoudige numerieke betrekkingen niet voor de dag willen komen probeert hij het op een andere manier :

„Daar ik langs deze weg niet geslaagd was, heb ik toen toegang gezocht langs een andere – een wonder dat ik het dorst bestaan! Tussen Jupiter en Mars heb ik een nieuwe planeet geplaatst en eveneens een tussen Venus en Mercurius, welke twee wij misschien wegens hun kleinheid niet zouden zien, en ik schreef hun een omlooptijd voor. Zo meende ik een zekere regelmaat in de verhoudingen te zullen bereiken. Maar ofschoon ik werkelijk op deze wijze een soort van evenredigheid verkreeg, was toch geen redelijk besluit of betrouwbare bepaling van het aantal planeten mogelijk, noch in de richting der vaste sterren, noch naar de zon toe, aangezien de verdeling van de ruimte vanaf Mercurius volgens een dergelijke verhouding tot in het oneindige kon worden voortgezet. Ook kon ik niet gissen op grond van de voorrang van enig getal, waarom er inplaats van oneindig vele, slechts zo weinig planeten bestonden: immers is het niet zeer waarschijnlijk, wanneer Rheticus in zijn „Narratio” uit de heiligheid van het getal zes besluit tot dit aantal bewegende hemelsferen. Want wie spreekt over het ontstaan der wereld, moet geen bewijzen afleiden uit getallen die door latere gebeurtenissen tot ere zijn gekomen”.

Kepler laat nu de gedachte aan eenvoudige verhoudingen tussen de baanstralen geheel los en probeert het stelsel cirkels te verankeren in een meetkundig patroon, zodat dan dwingend de werkelijke verhoudingen zouden voortvloeien uit de geometrische structuur. Als men

om de binnenste cirkel een gelijkzijdige driehoek past, en de volgende cirkel door de hoekpunten van die driehoek neemt, dan om die cirkel weer een gelijkzijdige driehoek past, enz. enz., dan ontstaat een reeks van cirkels waarvan elke cirkel een twee maal zo grote straal heeft als de voorafgaande. Kepler hoopte nu de verhoudingen van Copernicus te zullen vinden indien hij sommige driehoeken zou vervangen door vierkanten, regelmatige zeshoeken, etc. – natuurlijk komen alleen volmaakte veelhoeken in aanmerking! Ook deze pogingen lopen dood, maar dan valt Kepler de briljante gedachte in om de planeetsferen te laten scheiden door de vijf regelmatige veelvlakken, de tetraëder, de hexaëder, de octaëder, de dodecaëder en de icosaeëder. In het voorwoord van zijn in 1596 verschenen „Mysterium Cosmographicum” schrijft Kepler hierover:

„Wanneer, zo overlegde ik, voor de grootte en de verhouding der zes hemelsferen die Copernicus aangeeft, onder alle mogelijke meetkundige figuren er maar vijf gevonden konden worden die op alle overige zekere bijzondere eigenschappen vóór hadden, dan was de zaak afgedaan. Daarop zette ik de aanval weer voort: wat hebben vlakke figuren te midden van bollen te maken? Veeleer moet men zijn toevlucht zoeken tot ruimtelijke figuren. En ziedaar, Lezer, de ontdekking en de stof van dit werkje. Indien iemand die ook maar enigszins op de hoogte is met de meetkunde, door de vorige woorden aangespoord wordt, dan komen hem dadelijk de vijf regelmatige lichamen in het geheugen met hun om- en ingeschreven bollen. Bovendien verschijnt hem de bekende stelling van Euclides voor de geest, waarin beezen wordt dat er onmogelijk meer dan vijf regelmatige lichamen kunnen bestaan of worden uitgedacht... De Aarde is de cirkel die de maatstaf voor allen oplevert. Beschrijf om haar [inplaats van de planeet zelf wordt hier telkens bedoeld de bol waarop de baan ligt!] een twaalfvlak; de cirkel die daarin begrepen is, zal Mars zijn. Beschrijf om Mars een viervlak; de cirkel die dit omvat zal Jupiter zijn. Beschrijf om Jupiter een kubus; de cirkel die deze omvat zal Saturnus zijn. Beschrijf nu binnen de Aarde een twintigvlak; de hierin geschreven cirkel zal Venus zijn. Beschrijf binnen Venus een achtyvlak; de hierin beschreven cirkel zal Mercurius zijn. Hier hebt gij de grond van het aantal planeten... Welk een genot ik door deze ontdekking gesmaakt heb zal ik nooit in woorden kunnen uitdrukken. Geen spijt gevoelde ik meer over de verloren tijd, geen moeite was teveel, geen zwaarigheden ben ik uit de weg gegaan, dagen en nachten heb ik doorgebracht met cijferen, totdat ik zou zien of de woorden van mijn uitspraak overeen zouden stemmen met de banen van Copernicus, ofwel dat de winden mijn vreugde met zich heen zouden dragen”.

Merkwaardigerwijze „klopte” het. Kepler plaatst de veelvlakken in de volgorde die het meest belooft en berekent dan verhoudingen voor

de baanstralen die niet al te zeer met de schattingen van Copernicus in strijd zijn. Kepler stuurt een exemplaar van zijn boek naar Galilei en naar Tycho Brahe. Maar het is nog pas 1596 en hij weet niet dat het eigenlijke werk nog maar nauwelijks begonnen is en dat een tweewintigjarige titanenarbeid nog vóór hem ligt.

Tycho Brahe (1546–1601), geniaal observator, die in een tijd waarin de eerste astronomische kijker nog uitgevonden moest worden met behulp van zijn vizierinstrumenten en muurquadranten de posities van achthonderd sterren catalogiseerde met een precisie van één boogminuut en die twintig jaar lang met dezelfde pijnlijke nauwgezetheid de bewegingen van de planeten langs de hemel had geregistreerd, besloot in 1596 zijn vaderland Denemarken te verlaten toen hij, na de troonbestijging door Christiaan IV, niet meer op de financiële ondersteuning kon rekenen die hij voor die tijd genoten had. Tenslotte vestigde hij zich na vele omzwervingen in juni 1599 in Praag, waar hij de benoeming tot keizerlijk astronoom aan het hof van Rudolph II accepteerde.

Het lot dreef ook Kepler, die wis- en sterrenkunde onderwees in Graz, naar andere streken. Als protestant kreeg hij moeilijkheden met de katholieke overheid. Na enige correspondentie volgde een bezoek aan Brahe in Praag van februari tot juni 1600. In oktober 1600 vestigde hij zich definitief in Praag om als assistent bij Brahe te werken. Lang zou echter dit assistentschap niet duren. In oktober 1601 overleed Tycho Brahe. Hij werd begraven in de Týnský chrám, waar zijn stoffelijk overschot nog steeds rust. Vlak voor zijn dood belastte hij Kepler met het doen drukken van zijn astronomische tafels. Daardoor kreeg Kepler de beschikking over het gehele kostbare waarnemingsmateriaal. Voor de ontwikkeling van de fysica is deze korte ontmoeting – nauwelijks anderhalf jaar – tussen beide mannen van beslissende betekenis geweest. Kepler zou nu zijn theoretische constructies met het harde feitenmateriaal van Brahe confronteren.

Toen Brahe stierf was Kepler reeds met het onderzoek van de Marsbaan begonnen. Natuurlijk stemt zijn fantastische model niet exact met de werkelijkheid overeen, maar Kepler vertrouwt dat hij door kleine correcties de discrepanties zal kunnen opheffen. Hij blijft vasthouden aan twee klassieke concepties: de cirkelvorm van de planetenbaan en de eenparige voortbeweging. Maar Kepler weet dat beide niet zonder meer zijn te verenigen. Een eenparige cirkelvormige beweging is niet in staat de waargenomen beweging langs de hemel te beschrijven. Hij plaatst daarom het middelpunt van de cirkel die Mars moet beschrijven niet in de zon, maar op een afstand van de zon. Om het principe van de eenparige, onveranderlijke rondwenteling te redenen neemt hij nu aan de andere kant van de zon een tweede centrum aan en verbindt Mars met een denkbeeldige spaak met dit tweede

centrum. Deze spaak nu laat hij eenparig ronddraaien. De planeet in het snijpunt van die wentelende spaak met de cirkel beschrijft dan een veranderlijke beweging langs die cirkel, periodiek langzamer en sneller. Dit is een techniek die reeds door Copernicus werd toegepast en die nog verder teruggaat op Ptolemeus. De posities van het middelpunt van de cirkel en het centrum voor de spaak zijn echter niet a priori gegeven. Kepler koos deze posities zo goed mogelijk en moest dan een moeizame berekening uitvoeren om te zien of de zo gevonden beweging van Mars met de waarnemingen van Brahe overeenstemde. Hij moest deze lange weg 70 maal gaan voor hij de beide punten zo geplaatst had dat hij een twaalfal lengten van Mars tamelijk nauwkeurig kon berekenen. Hoopvol rekende hij verder, maar toen kwam de teleurstelling. De breedten bleken niet te kloppen. Hij verschoof opnieuw de punten en vond een compromiswaarde waarbij de breedten beter voor de dag kwamen. Maar in enkele punten van de Marsbaan bleken toch de berekende posities van Mars 8 boogminuten met de waarnemingen te verschillen. In die tijd was 8 minuten een luttel bedrag. Toch bezweek Kepler niet voor de verleiding om dit verschil aan waarnemingsfouten toe te schrijven. Hij kende het werk van Brahe en kon niet geloven dat Brahe zulke „grote” fouten gemaakt zou hebben. Kepler moest helemaal van voren af aan beginnen en hij schreef dat hij op deze 8 minuten een theorie van het heelal zou grondvesten.

Het was nu duidelijk geworden dat de beweging van Mars met geen enkele cirkelbaan beschreven kan worden. Welke vorm heeft de Marsbaan dan wel? Er zit niets anders op dan de werkelijke baan van Mars uit Brahe's waarnemingen af te leiden en op schaal te karteren. Maar Mars wordt waargenomen vanaf een bewegende Aarde en de Marswaarnemingen moeten eerst van deze vooralsnog evenmin precies bekende beweging „gezuiverd” worden. Daarom besluit Kepler om eerst de Aardbaan in kaart te brengen. Met dat werk levert hij een grote astronomische prestatie. Afstanden konden niet direct gemeten worden, alleen hoeken tussen richtingen waarin wij de hemellichamen op een bepaald tijdstip zien staan. Kepler had een vaste as in de ruimte nodig. Hierop kon hij dan een aantal driehoeken oprichten, met deze vaste as als basis en telkens met de Aarde als top van de driehoek, door de beide basishoeken uit de waarnemingen van Brahe te berekenen. Voor deze vaste as kiest Kepler de lijn Zon-Aarde-Mars op het tijdstip van een oppositie, dat is een tijdstip waarop Zon, Aarde en Mars samen één rechte lijn vormen. De omlooptijd van Mars – een „Marsjaar” – was precies bekend. Kepler zocht nu in Brahe's tabellen de waarnemingen van de nacht precies een Marsjaar later. Mars had toen een omloop voltooid en stond weer in hetzelfde punt van zijn baan en vormde dus opnieuw met de Zon dezelfde as in de ruimte. Omdat echter het Aardjaar van het Marsjaar verschilt, was de Aarde op dat tijdstip niet op deze as teruggekeerd maar vormde met Zon en Mars

nu een driehoek en de hoeken van deze driehoek lieten zich uit Brahe's waarnemingen afleiden.

En Kepler berekende nu deze driehoeken uit de waarnemingen van de nachten een, twee, drie en meer Marsjaren vóór of na deze oppositie. Zo vond hij voldoende veel punten om op schaal de juiste vorm van de aardbaan te kunnen tekenen. Kepler vond dat hij de aardbaan of als een excentrische cirkel (middelpunt iets naast de zon) ofwel als heel weinig ovaal kon interpreteren. De baanvorm wijkt zo weinig van een cirkel af dat als U de Aardbaan op schaal tekent en U voor de kortste as een meter neemt, de langste as slechts 15 honderdste millimeter langer is. Dit geeft ons een indruk van de grote precisie van het werk van Kepler. De juiste wiskundige vorm van de baan kon hij echter nog niet aangeven. Toch begon, eindelijk, het eerste licht door te breken. Bij deze studie van de beweging van de Aarde viel zijn aandacht opnieuw op de veranderlijke snelheid langs de baan. In de winter (onze winter), als de Aarde het dichtst bij de zon staat, loopt hij sneller dan in de zomer, wanneer die afstand het grootst is. En nu begon hij naar een vereenvoudiging van zijn beschrijving te zoeken. Hij deed afstand van het principe van de eenparige rondwenteling en liet het tweede centrum met de spaak weg. In plaats daarvan verbond hij de Zon door een spaak met de aarde en analyseerde de beweging van deze spaak. En nu vond hij dan zijn eerste grote resultaat: De spaak beschrijft in gelijke tijdsintervallen gelijke oppervlakken. In de winter, als de Aarde dicht bij de zon staat en de spaak dus kort is, beschrijft hij b.v. gedurende een week een bredere sector (en de Aarde aan het uiteinde van die spaak dus een langer baanstuk) dan tijdens een week in de zomer, als de Aarde verder weg staat en de spaak langer is, omdat in beide gevallen de beschreven sector hetzelfde oppervlak moet hebben. Merkwaardiger wijze is dit eerste definitieve resultaat van Kepler, de „wet der perken”, bekend gebleven als Keplers tweede wet. De „eerste wet” moet nog gevonden worden.

Kepler wijdt zich weer aan de Marsbeweging. De kennis van de ware Aardbaan (numeriek gegeven, nog niet in formule) stelt hem in staat om met veertig moeizame berekeningen veertig punten van de Marsbaan te bepalen. Deze is beslist niet cirkelvormig. Het relatieve verschil van langste en kortste as is ruim 30 maal zo groot als bij de Aardbaan. Maar het vinden van de ware wiskundige gedaante van de baan stuit op moeilijkheden die Kepler soms tot wanhoop drijven. Eindelijk heeft hij de baan opgesloten tussen twee krommen: een excentrische cirkel die te wijd en een ingeschreven ellips die te nauw is. Beide krommen kloppen niet precies met de waarneming. Weer gaat het om 8 boogminuten. De cirkel geeft op sommige plaatsen een verschil met de waargenomen plaats van Mars van + 8 minuten, de ellips van - 8 minuten. Maar dan ziet hij in een flits de waarheid voor zich: de baan van Mars is zelf een ellips met de Zon in één der

brandpunten. En hetzelfde geldt voor de banen van de andere planeten. Dit is Keplers „eerste wet”. Het is intussen 1609 geworden; acht jaren zijn al verstreken sinds de dood van Brahe.

De betrekking van keizerlijk astronoom was geen sinecure. Voortdurend bedelend om uitbetaling van achterstallig salaris, soms aan de kost komend door het trekken van horoscopen van de aanzienlijken, aanvaardt Kepler tenslotte in 1612 bij keizer Matthias van Oostenrijk de betrekking van hofastronoom met standplaats Linz. Intussen is er één probleem dat hem nog steeds niet met rust laat, en dat is het verband tussen de afstanden der planeten tot de Zon en hun omlooptijden. En eindelijk, in 1618 lost hij ook dat probleem op:

„Weer moet hier een deel van mijn „Mysterium Cosmographicum”, dat vóór 22 jaar onaf bleef liggen, omdat de zaak niet duidelijk was, aangevuld en hier ingevoegd worden. Nu namelijk de ware afstanden der banen na lange en inspannende arbeid uit de observaties van Brahe gevonden zijn, komt eindelijk, eindelijk dan, de juiste betrekking der omlooptijden tot de banen te voorschijn... Hij werd, wanneer gij naar het tijdstip vraagt, de achtste maart van dit jaar, 1618, in de geest geconcipieerd, maar, te kwader ure aan berekening onderworpen, werd zij ongelukkigerwijze als fout verworpen, doch eindelijk – op 15 mei – keerde hij weer en verdreef door een met vernieuwde kracht ondernomen aanval de nevels van mijn geest, daarbij de vermoedens bevestigend van mijn 17-jarige arbeid aan de waarnemingen van Brahe... Ik zou bijna menen te dromen, of haast zou ik denken dat ik het gevraagde als gegeven heb aangenomen. Maar de zaak is absoluut zeker en volkomen nauwkeurig: de verhouding die bestaat tussen de omlooptijden van elke twee planeten is precies de verhouding der $(3/2)$ -de machten der gemiddelde afstanden”.

De taak is volbracht. In 1619 publiceert hij zijn hoofdwerk, de „Harmonia Mundi”, de harmonie der wereld, waarvan de voorrede eindigt met de woorden:

„Ziet, de teerling is geworpen, ik schrijf een boek: voor de thans levenden of voor het nageslacht, om het even! Laat het honderd jaar op zijn lezers wachten; God Zelf heeft wel zesduizend jaar gewacht op een begrijpend toeschouwer van Zijn Werk!”

Kepler stierf in 1630 en Galilei in 1642, maar in datzelfde jaar werd Newton geboren die het werk van beiden zou opnemen om het tot een grandioze afsluiting te brengen. Zo werden de eerste fundamentele wetten aan de duisternis ontrukkt. Het is merkwaardig hoe het succes van wetenschappelijk onderzoek soms op bijna absurde wijze van de omstandigheden afhankelijk is. Keplers resultaten zijn ondenkbaar

zonder de uitzonderlijke precisie van Brahe's waarnemingen. Poincaré heeft opgemerkt dat zij tegelijk ondenkbaar zouden zijn zonder Brahe's onnauwkeurigheid. Want Mars voert „in werkelijkheid” door de storingen van de andere planeten een uiterst grillig veranderende beweging uit. De afwijkingen van de zuivere ellipsbaan moesten echter wel voor Brahe's vizierinstrumenten en primitieve uurwerken verborgen blijven. „Als Tycho tienmaal zo nauwkeurige instrumenten ter beschikking zou hebben gehad – zo merkt Poincaré op – dan zouden er nooit een Kepler en een Newton zijn geweest”.

350 jaar zijn voorbijgegaan. 350 jaar? Bijna oneindig ver zijn wij van de tijd van Galilei en Kepler verwijderd. Maar niet alleen is hun wetenschappelijk credo, dat het laatste woord is aan experiment en observatie, nog onverminderd van kracht, het is deze door hen geïntroduceerde wetenschappelijke methode die ons tot hier gebracht heeft.

In de geweldige expansie van de menselijke kennis moest de wetenschap reeds uit een oogpunt van taakverdeling wel uiteenvallen in een onafzienbare reeks van deelgebieden die door gestage specialisatie onderling steeds moeilijker lijken te communiceren. Toch laten juist de β -wetenschappen ons zien hoe bij verdieping van onze kennis zich grote lijnen beginnen af te tekenen die dwars door allerlei specialismen heen lopen. Dit wettigt de hoop dat tegen de huidige encyclopedische versnippering in op de lange duur het totaal der wetenschappen vanuit centrale gezichtspunten weer beter als één geheel zal kunnen worden overzien.

Hoe ver is in de 350 jaar de fysica voortgeschreden! De fysica jaagt op de fundamenteelste raadselen der materie en de astronomie richt zijn radiotelescopen op het heelal en vraagt naar evolutie en structuur van het universum.

De mens laat het niet meer bij kijken naar de planeten, hij strekt zijn handen naar het zonnestelsel uit. Hij zet zijn graafmachines op de Maan, hij stuurt ruimtestations langs Mars om het oppervlak te fotograferen, hij laat zijn instrumenten op Venus dalen om de atmosfeer te onderzoeken en hij maakt zich gereed om zelf op weg te gaan.

Maar toch, als wij onze ruimteschepen naar de planeten sturen en als zij op snelheid gekomen en de motoren afgezet zijn, dan drijven zij door de ruimte verder volgens de ellipsen van de man die drie en een halve eeuw geleden in Praag droomde over de harmonie van de wereld.

Aan het einde van deze openbare les gekomen betuig ik mijn eerbiedige dank aan Hare Majesteit de Koningin voor mijn benoeming tot lector aan de Landbouwhogeschool.

Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,

Gaarne maak ik van deze gelegenheid gebruik om openlijk blij te geven van mijn dankbaarheid voor het vertrouwen dat U in mij hebt

gesteld, door mij te willen voordragen voor benoeming in het ambt van lector.

Medewerkers van de Afdeling Natuur- en Weerkunde,

Het richten van enkele woorden tot U bij een gelegenheid als deze is bijna een verplichte figuur en kiinkt daardoor al gauw een beetje geforceerd. Dat spijt mij. Wij zijn ook niet gewend dat er tussen ons zo vanuit de verte en in één richting gesproken wordt. Toch wil ik van deze gelegenheid waarbij het tegenspreken U onmogelijk is, profiteren door U dank te zeggen voor de vriendschap, collegialiteit en hulpvaardigheid die ik vooral tijdens minder gemakkelijke omstandigheden uit Uw midden mocht ondervinden.

Op een dag als vandaag gaan mijn gedachten uit naar alle mensen van wie ik in allerlei stadia van mijn ontwikkeling en op allerlei uiteenlopende terreinen iets heb mogen leren. Een klein aantal van hen zijn hier aanwezig, een groter aantal kan hier niet aanwezig zijn.

Vanaf deze plaats dank ik de eersten en denk ik met dankbaarheid aan de laatsten.

Dames en Heren Studenten,

Vanaf deze plaats zijn reeds zoveel verstandige woorden tot U gesproken, dat het bijna onmogelijk wordt om daar nog iets aan toe te voegen. Maar één verzoek wil ik toch tot U richten. Dames en Heren Studenten, probeert U om bij Uw gehele studie nooit te vergeten dat achter elke stelling, achter elke wet, achter elke proef en achter elke formule een mens heeft gestaan die op zijn manier getracht heeft om een stukje van de harmonie van de wereld te ontdekken.

Ik heb gezegd.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

ROGERS, E. M., *Physics for the inquiring mind*, Princeton, 1960.

ANTONIADI, E. M., „Le troisième centenaire de Jean Kepler”, *Bulletin de la Société Astronomique de la France*, Paris, 1931.

GROOT, H., *Geheimen van ruimte en tijd*, Amsterdam, 1944.

DIJKSTERHUIS, E. J., „Tycho Brahe”, *Hemel en dampkring*, 1947.