

00021

AT

Christelijke Vereeniging van Natuur- en
- Geneeskundigen in Nederland. -

ORGAAN

ONDER REDACTIE VAN

Dr. J. HEKMAN te Rotterdam, Voorzitter der Redactie

Dr. J. F. REITSMA te Rotterdam, Secretaris der Redactie

Dr. RIJK KRAMER te Amsterdam

Dr. S. T. HEIDEMA te Loosduinen

Prof. Dr. G. J. SIZOO te A'dam

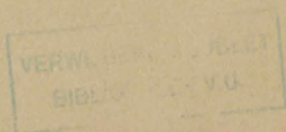
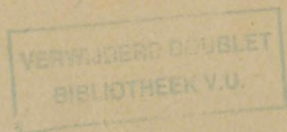
JAARGANG 1939

ELECTRISCHE DRUKKERIJ KLEIJWEGT — LOOSDUINEN

11
30

INHOUD.

	Pag.
Dr. I. van Baal: Bloedgroepen en hun beteekenis voor de anthropologie en de afstammingsleer	1
Dr. R. Hooykaas: Het hypothesebegrip van Kepler	38
Notulen der vergadering, gehouden op Zaterdag 5 November 1938, nam. 2 uur, in de Kliniek Valeriusplein te Amsterdam	60
In Memoriam Dr. A. J. de Blinde	65
Dr. S. C. van Veen: De ontdekking van de gravitatiewet door Newton	66
G. J. Sizoo: De Nobelprijs voor Natuurkunde 1938	103
Boekbespreking	111
Dr. R. Brummelkamp: Sprongsgewijze groei der hersenen	115
Dr. A. C. Drogendijk: Boekbespreking	142
Notulen	144
Dr. R. Hooykaas: Pascal, zijn wetenschap en zijn religie	147
Rijk Kramer: Boekbespreking	179



1939

BLOEDGROEPEN EN HUN BETEKENIS VOOR DE ANTHROPOLOGIE EN DE AFSTAMMINGSLEER¹⁾

door

Dr I. VAN BAAL.

De overgang van de 19e naar de 20e eeuw is een tijdperk geweest van zeer vele gewichtige en fundamenteele ontdekkingen op het gebied van de natuurwetenschappen en haar toepassingen, met name op dat van de geneeskunde. Het was in het jaar 1901 dat aan de reeds talrijke bekende eigenschappen en vermogens van het bloed — een vloeistof die zeker de merkwaardigste en veelzijdigste van alle vochten genoemd mag worden — door een publicatie van *Landsteiner* in de Wiener klinische Wochenschrift nieuwe werden toegevoegd, die betrekking hadden op een typische reactie die bij de vermenging van bloed van twee menselijke personen kon plaats hebben. Deze reactie, agglutinatie of samenklontering genoemd, bestaat in het aan elkaar vastkleven van de roode bloedlichaampjes of erythrocyten, eerst tot kleine, later tot grootere klompjes, die in een reageerbuis snel op den bodem zinken en bij schudden niet meer van elkaar loslaten. Dit gebeuren is wel te onderscheiden van en mag niet verward worden met de bloedstolling, een proces dat zich afspeelt in de bloedvloeistof, het plasma en waarmee de roode bloedlichaampjes in eerste instantie niets te maken hebben.

Het verschijnsel der agglutinatie was op zich zelf in die dagen niet iets nieuws meer. Reeds lang tevoren had bloedtransfusie, het overbrengen van bloed van een gezonde in het aderenstelsel van een zieke, bij patiënten van allerlei aard toepassing gevonden en de medische wereld was volkomen op de hoogte met het feit, dat dit proces somtijds buitengewoon vlot verliep en niets dan zegenrijke gevolgen met zich bracht, soms daarentegen niet minder dan catastrophale uitwerking had. Deze bestond dan daarin, dat het ingespoten bloed van den gever ten prooi werd aan de genoemde agglutinatie, in klompen en klompjes veranderde en dus bij den zieke de circulatie ernstig belemmerde. Tevens trad daarbij een tweede, nog

¹⁾ Uitgewerkte voordracht, gehouden op 18 Juni 1938.

erger verschijnsel op: haemolyse, het openscheuren van de erythrocyten, zoodat hun inhoud, de haemoglobine, in de bloedbaan van den lijder werd uitgestort en daar aanleiding gaf tot vergiftigingsverschijnselen en zeer zware storing in de functie van de nieren, die zich tot taak zagen gesteld de vreemde eiwitstoffen weer te verwijderen. Een doodelijke afloop was veelal het gevolg.

Het is de verdienste van *Landsteiner* geweest de schijnbaar volkomen willekeurigheid in dit gebeuren, waarbij te voren nooit gezegd kon worden of een bloedtransfusie goed dan wel slecht zou afloopen, veranderd te hebben in een eenvoudige wetmatigheid, die aan alle onzekerheid een eind maakte. Hij bepaalde naar de serologische verhoudingen een drietal bloedgroepen en de aanvankelijke meening, dat men bij de agglutinatiesverschijnselen te doen had met een ziekelijke afwijking, bleek onhoudbaar toen men zag dat het bloed van elk mensch, gezond of ziek, bij één van die groepen kon worden ingedeeld. Reeds enkele jaren later werd door *Decastello & Sturli* een vierde groep er aan toegevoegd en tot op den huidigen dag is het mogelijk gebleven een willekeurig menschelijk individu, wat zijn bloeieigenschappen betreft, in een van deze onder te brengen.

Het bleek alras, dat het voor het veroorzaken van een agglutinatie niet noodig was bloed met bloed te vermengen: het was voldoende om serum (dus bloedvloeistof, bevrijd van alle bloedlichaampjes en waaruit bovendien de stolbare bloedvezelstof of fibrine verwijderd was) van den een te voegen bij bloed van een anderen persoon. De ontdekking volgde dat het geheele proces der agglutinatie bestond in een reactie tusschen een bepaalde chemische stof of stoffen, aanwezig aan de erythrocyten en zulke, aanwezig in het bloedserum.

Al naar mate aan beide kanten één of meer van deze substanties aanwezig zijn of ontbreken is agglutinatie het gevolg of blijft achterwege. Voor het verklaren van het bestaan der vier bloedgroepen is het voldoende de aanwezigheid aan te nemen van twee stoffen in de roode bloedlichaampjes, de z.g. agglutinogenen en van twee stoffen in het serum, de z.g. agglutinininen. Volgens de in 1926 door de Hygiënische Commissie van den Volkenbond aangenomen en algemeen aanvaarde nomenclatuur worden de agglutinogenen genoemd A en B en de agglutinininen α (anti-A) en β (anti-B). Menging van een bloed met agglutinogeen A met een ander bloed of met een serum die het agglutinine α (anti-A) hebben en evenzoo van B met β (anti-B) brengt dus agglutinatie te weeg. *Landsteiner* ontdekte nu dezen regel, thans de wet van *Landsteiner* genoemd: In het bloed van den mensch is steeds dat agglutinine aanwezig, dat physiologisch naast het eventueel aanwezige agglutinogeen kan bestaan. Hieruit volgt het bestaan van personen met de navolgende bloedgroepen: ten eerste A, met de physiologische structuur A β (naast het agglutinogeen A het niet daarmee reageerende agglutinine β (anti-B)); dan B, met de physiologische structuur B α (naast het agglutinogeen

B het niet daarmee reagerende agglutinine α (anti-A)); verder AB, met de physiologische structuur ABo (beide agglutinogenen aanwezig, maar geen van beide agglutinenen) en ten slotte de groep O (nul), met de physiologische structuur O $\alpha\beta$ (dus geen agglutinogenen in de erythrocyten, maar beide agglutinenen in het serum).

Wanneer agglutinaties zullen optreden en wanneer niet kan het best zichtbaar gemaakt worden met het volgende schema :

		Serum			
		o	α	β	$\alpha\beta$
Erythro- cyten	O	—	—	—	—
	A	—	+	—	+
	B	—	—	+	+
	AB	—	+	+	+

Hieruit volgt, dat het een eenvoudige zaak is om, wanneer men beschikt over betrouwbare, zuivere en sterk werkende testsera α en β (in den handel verkrijgbaar of te voren bereid), van een willekeurig proefpersoon de bloedgroep te bepalen. Immers, valt de reactie met twee druppels bloed van den betrokkene te doen, beide malen + uit, dan behoort hij tot de groep AB; is het beide malen —, dan is hij O; is het met een van beide +, dan is of de groep A of de groep B in het spel. Om een denkbeeld te geven van de verdeling der agglutinogenen over de Nederlandsche bevolking, zij hier vermeld een onderzoek van 1591 personen uit de Hoeksche Waard: tot O behoorden $\pm 45.5\%$, tot A $\pm 44\%$, tot B $\pm 8\%$ en tot AB $\pm 2.5\%$.

Ten aanzien van het agglutinogeen A is nog een bijzonderheid aan het licht gekomen. Het meerendeel van de bloedmonsters van groep A behoort tot het type, dat A₁ genoemd kan worden. Vermengt men zulk een monster met het serum α , dan wordt het agglutinine geheel geabsorbeerd, want na verwijdering van de erythrocyten uit de vloeistof heeft het serum het vermogen verloren om in een volgend monster de bloedlichaampjes A te agglutineeren. Niet alle A-monsters doen dit evenwel zoo: naast de zooeven genoemde bestaat ook een ander type, A₂ genaamd, die uit het agglutinine α slechts een deel, voor hun eigen type, absorbeeren, want hetzelfde serum is na deze behandeling nog weer in staat bloed van het type A₁ te agglutineeren. A₂ komt minder voor dan A₁. Daar A₂ minder sterk bindt dan A₁ zou het met sera van onvoldoende capaciteit over het hoofd gezien kunnen worden, want niet in alle sera is het agglutinine even sterk aanwezig. Dit bezwaar kan worden ondervangen door steeds gebruik te maken van α -sera van hoogen titer. De noodzaak hiervan klemmt des te meer, wanneer men bedenkt, dat dus ook

kunnen worden onderscheiden de typen A_1B en A_2B . In het laatste zal de aanwezigheid van het agglutinoëen A_2 niet ontdekt kunnen worden, indien niet uiterst nauwgezet wordt gecontroleerd of met het serum α ook niet de geringste agglutinatatie tot stand komt. We kunnen dan in plaats van vier, zes bloedgroepen onderscheiden: O, A_1 , A_2 , B, A_1B en A_2B . In de gewone praktijk blijven het er evenwel vier, daar zonder meer natuurlijk bij een positieven uitslag met α niet is uit te maken of men met A_1 of A_2 te doen heeft.

Het spreekt vanzelf dat tegenwoordig geen medicus meer tot het uitvoeren van een bloedtransfusie zal overgaan zonder eerst tevoren de bloedgroepen van gever en ontvanger te hebben bepaald. De beste conditie is deze, dat gever en ontvanger tot dezelfde groep behooren; in dat geval zal agglutinatatie nooit kunnen optreden. Het vroeger bestaan hebbend gebruik om bloed van de groep O te allen tijde voor transfusies te gebruiken zal thans dan ook niet meer worden toegelaten. Men sprak toen van personen met de groep O als „Universalspender”, er van uitgaande, dat deze menschen nooit agglutinogenen bij zich droegen en hun bloed bij injectie in den zieke nooit kon worden geagglutineerd. Het omgekeerde, namelijk dat het bloed van den patiënt geagglutineerd zou worden door het serum van den gever, werd veel minder ernstig geacht. Dit is ook zoo, daar de naar verhouding steeds kleine hoeveelheid serum in de bloedbaan van den patiënt zeer snel wordt verdund en dus geen groote reacties kan teweeg brengen. Toch kan het werken met „Universalspender” gevaren opleveren, wanneer bijvoorbeeld de ontvanger slechts weinig bloed bezit en de gever toevallig een hoogen agglutininetiter heeft, zoodat bij een solide wijze van werken van het aanvaarden van „Universalspender” geen sprake kan zijn. Omgekeerd zijn ook de personen van de groep AB wel als „Universal-empfänger” beschouwd.

Hoe interessant het ook zou zijn verder de toepassingen der bloedgroepenleer in de geneeskundige praktijk te volgen en in het bijzonder de werking der z.g. bloedtransfusiediensten, waarbij van de hulp van talrijke vrijwilligers, die hun bloed aanbieden, gebruik gemaakt wordt, na te gaan, willen wij liever nog nader bezien welke voorzorgsmaatregelen bij het werken met de testsera α en β moeten worden toegepast om vergissingen en fouten te vermijden. Dit met het uiteindelijke doel om vast te stellen, dat wanneer op dit gebied deskundig wordt gehandeld de uitkomsten volkomen betrouwbaar zijn en om aldus te constateeren, dat serologische verschillen tusschen bepaalde personen een vrijwel onfeilbaar middel kunnen zijn om hen in bepaalde groepen in- of buiten te sluiten.

Een zeer verdienstelijk overzicht van de praktijk der bloedgroepbepalingen is gegeven door onzen landgenoot *Pondman* (1934), plv. directeur van het R.I.V. te Utrecht. In deze inrichting werkt men volgens de „voorwerpsglasmethode”. Men vangt 5 druppels

bloed op in 5 cm³ van een Na-citraat-oplossing, waardoor het te onderzoeken bloed behoorlijk verdund wordt en tevens de stolling wordt verhinderd. 2 druppels hiervan worden met een eenvoudige pipet naast elkaar op een objectglas gebracht. Met een tweede pipet voegt men bij den eenen 1 druppel van het gereedstaande serum α en bij den anderen met een derde pipet 1 druppel serum β . Het glas wordt op en neer bewogen en door roeren met een platina lus wordt het geheel uitgebreid tot de grootte van een kwartje. Bij gebruik van sterk agglutineerende sera ziet men reeds binnen 1 minuut het optreden van helderroode puntjes in de troebele bloedverdunning. De druppel kan ten slotte volkomen helder worden en hier en daar liggen dan groote plakken van geagglutineerde erythrocyten. Waarneming met het bloote oog is veelal voldoende. Blijft agglutinatatie uit, dan moet men minstens 10 minuten blijven waarnemen voor tot een negatief resultaat mag worden besloten. Het optimum der reactie ligt bij 0° C.; het verloop gaat zeer goed bij kamertemperatuur en een temperatuur van 37° C. is dus in het geheel niet noodig.

De andere veel toegepaste methode is de „buisjesmethode” van Schiff. Hierbij werkt men met buisjes van een lengte van 4½ cm, uitwendige diameter van 8 mm en een centrifugeermachine van > 2000 toeren per minuut. In elk buisje komen 6 druppels verdund bloed en daarna in de resp. buisjes 3 druppels serum α en evenzoo 3 druppels serum β . Na goed schudden wordt er gedurende 2 minuten gecentrifugeerd. Alle erythrocyten komen daardoor op den bodem. Nu worden beide buisjes weer geschud en dan ziet men, als er geen agglutinatie is opgetreden, dat de erythrocyten weer gelijkmatig in de vloeistof verdeeld worden; is er wel agglutinatie, dan blijven ze tot vlokjes samengeklonterd. Bij twijfel wordt de inhoud uitgestort en met de loupe bekeken. Beide methode zijn goed; het is aan te bevelen ze elkaar te laten controleeren. Durft men met de voorwerpsglasmethode niet met zekerheid tot agglutinatie te besluiten, dan kan de buisjesmethode beslissen.

Het is van groote beteekenis om sterk werkzame haemotestsera te gebruiken. Bij verschillende personen is het agglutininegehalte van het bloed namelijk zeer verschillend. Verder zijn de agglutinenen in een eenmaal verkregen serum niet stabiel: de titer kan z.g. inzakken, na korter of langer tijd, hetzij geleidelijk of snel. Ook moeten de sera steriel blijven, wat kan worden bereikt door toevoeging van 1 ‰ superol. Door geregelde contrôle op eventuele afwijkingen is het mogelijk betrouwbaar te blijven werken. Op eenvoudige wijze kan al veel bereikt worden door te werken met 2 haemotestsera α en 2 dito β ; het zou zeer toevallig zijn als beide tegelijk sterk in waarde achteruit gingen.

Op een dwaalspoor kan men gevoerd worden door z.g. pseudo-agglutinatie. Soms tijds namelijk vertoonen de roode bloedlichaampjes

de neiging om zich in lange rijen bijeen te voegen: geldrolvorming. Dit is dus in het geheel geen agglutinatatie; wel zal steeds tot de groep AB besloten worden, daar het verschijnsel optreedt onafhankelijk van het toegevoegde agglutinine. Het vinden van de zeldzame groep AB is dus altijd verdacht. Beschouwing met behulp van het mikroskoop geeft de beslissing, daar de geldrolvorming dan direct herkend wordt. Pseudo-agglutinatatie komt het meest voor bij acute infectieziekten, bij cachectische patiënten (o.a. carcinoom, tuberculose) en graviditeit.

Een tweede afwijking is de koude-agglutinatatie. De oorzaak zijn hoogstwaarschijnlijk agglutininen, die niets te maken hebben met α en β . Ze treden vrijwel uitsluitend op tusschen 0° en 5° C., bij sterke concentratie (in zeldzame gevallen) ook tot 20° C. Bij verdenking wordt gecontroleerd bij 37° C., waarbij het verschijnsel nooit voorkomt. Deze stoffen agglutineeren bij bewaren in de ijskast ook het eigen bloed waarin ze voorkomen (auto-agglutinatatie).

Een andere technische fout, veroorzaakt door het niet steriel blijven der testsera, is de z.g. Friedenreichsche agglutinatatie. *Friedenreich* vond twee soorten bacteriën, die een specifieke samenklontering van het bloed bewerkten. Gebruik van zoo'n serum leidt natuurlijk ook weer steeds tot de diagnose AB.

Bij een vierde mogelijke fout spreekt men van de Thomsensche agglutinatatie. Om in de practijk op een willekeurig oogenblik bepaalde haemotestsera te kunnen controleeren houdt men op de laboratoria suspensies van roode bloedlichaampjes ter beschikking. Ook deze kunnen natuurlijk geïnfecteerd worden wanneer ze niet met 1 $\%$ superol bewaard blijven. *Thomsen* heeft nu 2 bacteriën opgespoord (de M-stam en de J-stam), die beide veroorzaken dat de erythrocytensuspensies met elk serum een agglutinatatie aangaan, die zich in niets van de gewone onderscheidt. Ten onrechte zou hieruit dus afgeleid worden dat het betrokken serum nog in goede conditie verkeerde. Gemakkelijk valt deze afwijking op te sporen bij lichaampjes van de groep O; deze mogen immers nooit geagglutineerd worden, maar bij infectie gebeurt zulks met elk serum, zelfs met dat van de eigen groep. Soms lijkt het of in 24 uur tijds deze erythrocyten een nieuw agglutinogeen erbij gekregen hebben.

Wij hebben opzettelijk een wat bredere opsomming van mogelijke fouten en vergissingen gegeven, omdat door hun vermijding een absoluut antwoord kon gegeven worden op enkele belangrijke vragen. Een van deze vragen luidde: Blijft de bloedgroep van een individu tijdens het geheele leven onveranderd? Het antwoord was bevestigend. Treden er geenerlei veranderingen op in de agglutinogenen en de agglutininen in den levensloop, b.v. ten gevolge van diverse ziekten? Het antwoord kan luiden: Ja, maar alleen van quantitatieven aard. Het agglutininetiter en de gevoeligheid der agglutinogenen kunnen wisselen, in het bijzonder de eerstgenoemde. De

agglutinogenen zijn reeds bij de geboorte aanwezig en al na eenige maanden in foetaal bloed aan te toonen. In navelstrengbloed zijn evenwel nooit agglutininen aantoonbaar; deze ontwikkelen zich pas bij het opgroeien.

Ook is door betere techniek en het gebruik van bloedlichaampjes met zeer gevoelige agglutinogenen gebleken, dat z.g. defectgroepen bij den mensch niet voorkomen, wel bij verschillende zoogdieren. Deze defectgroepen zouden b.v. de physiologische structuren $A\alpha$, in plaats van $A\beta$ hebben kunnen, of ook $O\alpha$ in plaats van $O\alpha\beta$.

Het is ook gelukt de stoffen, die voor de erythrocyten-eigenschappen A en B verantwoordelijk zijn, te isoleeren en hun chemische kenmerken nader te onderzoeken. Het bleken koolhydraatachtige stoffen te zijn, met een gering gehalte aan stikstof, behoorende tot de z.g. haptenen. *Brahn & Schiff* stelden vast, dat zij nauw verwant zijn met bepaalde polysacchariden, die in de biochemie reeds langer bekend waren als stoffen, die het substraat van de serologische eigenschappen van vele bacteriën vormen. Hier zij nog vermeld, dat ook is gebleken, dat deze groepsspecifieke stoffen A en B in het geheel niet beperkt zijn tot de bloedlichaampjes, maar in vrijwel alle organen en lichaamsvloeistoffen voorkomen. Bij bepaalde personen bestaat zelfs een erfelijk vermogen (dat bij anderen daarentegen weer geheel ontbreekt) om in speeksel en urine belangrijke hoeveelheden van deze stoffen uit te scheiden.

Wij gaan thans over tot de bespreking van die bloedgroepen, die aangeduid worden met de letters M en N. Er zij nog even aan herinnerd dat het vaststellen van de zoo even behandelde eventueel aanwezige agglutinogenen der groepen O, A, B en AB geschiedt door middel van agglutininen, die in het serum van bepaalde personen kant en klaar aanwezig zijn. Aangezien het hier dus geldt een betrekking van mensch tot mensch, spreekt men van iso-agglutinatie. Met de factoren M en N is het evenwel anders gesteld. Deze agglutinogenen zijn wel is waar beide of een van beide in de erythrocyten van elk mensch aanwezig, maar de agglutininen, die zich zouden kunnen binden aan deze substanties, komen in den mensch niet voor. Zij moeten eerst bij bepaalde dieren, b.v. konijnen, in het bloed worden opgewekt, waarna deze anti-lichamen nog uit de dieren moeten worden verwijderd, om in opgelosten toestand in het konijnerserum als testmiddel bij het onderzoek van menselijk bloed te kunnen dienst doen.

Het is alweer *Landsteiner* geweest, die met zijn medewerker *Levine* in 1927 het onderzoek van deze factoren begon. Wanneer men een dier, b.v. een konijn, regelmatig kleine hoeveelheden van menselijke erythrocyten inspuit, dan vormen zich in het bloedserum van dat konijn als reactie daarop allerlei anti-stoffen, die met menselijk bloed reacties aangaan. Het konijn kan op die wijze min of meer

zoogenaamd geïmmuniseerd worden en zijn serum gaat op den duur een groote hoeveelheid anti-stoffen bevatten. In zulk een serum blijken ook verschillende agglutinenen voor te komen. Het wordt een immuunserum genoemd. Wanneer nu zulk een immuunserum van een konijn, dat ook daarin opgewekte agglutinenen α en β zal kunnen bevatten, wordt vermengd met suspensies van menschelijke bloedlichaampjes A en B, dan worden door deze laatste die specifieke agglutinenen α en β uit dat serum weggenomen. Hierbij blijft het evenwel niet, want *Landsteiner & Levine* ontdekten dat er nu nog andere agglutinenen overbleven, die zich met onbekende agglutinogenen in menschelijk bloed konden binden. Deze agglutinogenen werden door hen aangegeven met de letters M, N en P. Het zal duidelijk zijn, dat deze nieuwe groepen dus geheel staan naast die, welke door iso-agglutinatie werden opgespoord en dat een willekeurig persoon dus naast de agglutinogenen A en B ook nog M of N of P, ja zelfs wel alle drie kan bezitten. Agglutinaties als deze, tot stand gebracht door middel van immuunsera uit dieren verkregen, vallen onder het begrip hetero-agglutinaties.

Vloeistoffen met de agglutinenen anti-M en anti-N bestaan dus niet, maar moeten bereid worden. Ook het R.I.V. te Utrecht heeft zich hiertoe gezet (*Pondman*, 1935), o.a. om Dr Paul Julien indertijd te voorzien van materiaal voor zijn onderzoek van West- en Centraal-Afrikaansche volksstammen. Deze bereiding is een moeilijk en ingewikkeld werk. Voor de inspuiting der konijnen moet men erythrocyten bezigen, die naast M of N geen A of B hebben, daar anders ook de agglutinenen α en β mede worden gevormd in het konijn. Ze moeten dus MO of NO zijn. Zelfs is men er dan nog niet, daar de groep O ook een agglutinine bezit (anti-O of anti-R), zij het dan ook een hetero-agglutinine. Daar zelfs bij het gebruik van bloedlichamen MO of NO als regel niet alleen anti-O, maar ook (zij het meestal zwak) z.g. interfereerende agglutinenen (als anti-A, anti-B en anti-N) zich kunnen gevormd hebben, moet het ruwe serum na dooden en uitbloeden van het konijn zoogenaamd gewaschen worden. Deze geheele serie van wasschingen gebeurt door het serum achtereenvolgens te absorbeeren aan suspensies van erythrocyten NA, NB en NO. Het eindproduct, dat dan dus alleen het agglutinine anti-M behoort te bevatten, heet nu de testvloeistof. Het verkrijgen van een anti-N testvloeistof is nog moeilijker, daar dit agglutinine de eigenaardigheid heeft bij het wasschen zich aspecifiek door de erythrocyten te laten meeslepen, zoodat het lastig is een testvloeistof anti-N te bereiden met een behoorlijken titer.

Opmerkelijk is, dat de agglutinogenen M en N nooit tegelijk ontbreken. Uit mededeelingen van *Wellisch* (de laatste uit 1936) kan opgeteld worden, dat toen aan iets meer dan 100.000 personen een M- of N-bepaling was verricht, waarbij zonder uitzondering hetzij de groep M, hetzij N, hetzij MN gevonden was.

Op overeenkomstige wijze is ook het agglutinogeen P bepaald, dat echter niet steeds bij den mensch aanwezig is. Anti-P testvloei-stof wordt bereid op soortgelijke manier als zooeven aangegeven voor anti-M en anti-N; echter komt ook in normaal paardenserum dikwijls een P-agglutineerend lichaam voor. De factor P wordt veel gevonden bij Negers, maar is ook bij niet gepigmenteerde personen niet zoo heel zeldzaam. De belangstelling voor den P-factor blijkt de laatste jaren verflauwd te zijn. In particuliere correspondentie schreef Pondman mij, dat hij zich ter zake gewend had tot *Landsteiner & Thompson* te New-York, die echter geen voorraad van anti-P meer hadden aangehouden. Pondman tracht thans zelf uit bloed van een 5-tal Negers dezen factor te vinden.

Er blijken nog meer hetero-agglutinaties te bestaan. *Schiff* (1932) vond bij onderzoek van sera van 12 schapen er een, dat na absorptie aan een menscheijk bloed O, dat bovendien voor M, N en P positief was, nog een agglutinine bezat, dat met het meerendeel van andere O-monsters reageerde (bij 68 % van 127 personen). Het voorkomen van dezen factor bleek erfelijk te zijn en hij kreeg den naam van H. Op soortgelijke wijze heeft *Schiff* met behulp van een bepaald konij-nenserum anti-N een factor geconstateerd, die zeer veel zou voor-komen in menscheijk bloed en met G betiteld werd. Er is geen reden om aan te nemen, dat hiermede de agglutinogenenreeks zou zijn uitgeput. Wellicht zullen nog meer van zulke factoren voor den dag komen. Dit is voorloopig niet belangrijk, daar te beginnen met P deze stoffen voor de practijk nog in 't geheel geen toepassing vinden.

De mogelijkheid bestaat alleen om de menschheid serologisch te gaan classificeeren en dan zijn met de nu besproken factoren al heel wat klassen mogelijk, wanneer men de tenminste alle vereischte sera en testvloei-stoffen bij de hand heeft, alsmede het noodige geduld om de talrijke manipulaties uit te voeren. Tellen we A_1 en A_2 mede, en zoo ook A_1B en A_2B , alsmede het criterium van al of niet uitschei-den van de stof A in urine en speeksel, dan komen we reeds tot enkele honderden serologische typen.

De beteekenis van de bloedgroepen zou nooit zoo groot geworden zijn als zij thans is voor de anthropologie, wanneer niet op overtui-gende wijze de erfelijkheid van het bezit dezer factoren was geble-ken. Reeds in 1910 vonden *von Dungern & Hirsfeld* in 72 families met 348 personen, dat de groepsstoffen A en B alleen bij een kind voorkwamen, als tenminste één van de ouders deze bezaten. Al dadelijk werd getracht Mendel's regels toe te passen en de moge-lijkheid daarvan bleek alras, wanneer aangenomen werd, dat het voorkomen van de eigenschap A dominant was over het ontbreken en evenzoo de aanwezigheid van B over de afwezigheid.

Het bestaan van erfelijke factoren bij den mensch is in latere jaren telkens weer aangetoond voor tal van kenmerken. De overgrote

meerderheid van deze heeft echter betrekking op ziekten en gebreken en abnormale verschijnselen. Naast de erffactoren voor haar- en oogkleur, haarvorm en lichaamsgrootte maken die van de bloedgroepen hierop een zeer gelukkige uitzondering en het bestaan van erfelijke wetmatigheid bij de menscheid is aan geen kenmerk zoo overtuigend bevestigd als juist aan deze serologische substanties.

Ook voor de eigenschappen M en N is onmiddellijk een erfelijke overgang vastgesteld en daar deze eenvoudiger is dan die voor de stoffen A en B, wordt ze hier eerst besproken.

De eigenschappen M en N berusten op een eenvoudig allelomorph factorenpaar. Komt de erffactor voor M homozygoot voor, dan hebben we phaenotypisch de bloedgroep M; is de factor voor N homozygoot aanwezig, dan wordt de groep N veroorzaakt; bij kruising van deze 2 homozygoten resulteert de groep MN, daar de eigenschappen M en N geen dominantie over elkaar kunnen uitoefenen. Het erfschema is volkomen te vergelijken met dat van de bekende intermediaire overerving bij de witte en de roode *Mirabilis*. Uit een ouderpaar $MN \times MN$ kunnen dus kinderen geboren worden, die phaenotypisch M of N of MN zijn. Wanneer de ouders zijn MN en N kunnen de kinderen ook weer zijn MN en N, echter niet M. Kwam dit laatste bij uitzondering al eens voor, dan bleek er steeds sprake te zijn van illegitieme nakomelingschap.

Wil men een betrouwbaar overzicht hebben van de groepen M en N, dan is het de zuiverste weg om niet te vragen naar het phaenotypische optreden van de stoffen zelf, maar naar de frequentie van de erffactoren, die daaraan ten grondslag liggen. We gaan daarbij uit van een gelijkmatig dooreen gemengde bevolking in erfelijk opzicht en geven de frequentie van den erffactor (aanwezig zoowel in de spermatozoiden als in de eicellen) voor groep M aan met s , die voor groep N met t . Bij bevruchting zullen deze erffactoren elkaar ontmoeten en in de kinderen zich als volgt met elkaar combineeren :

	s	t
s	s^2	st
t	st	t^2

Bij het samenkomen van 2 erffactoren of genen voor M resulteert phaenotypisch de bloedgroep M dus met de frequentie s^2 ; evenzoo is er voor de groep N een frequentie van t^2 en voor de groep MN is deze gelijk 2 $s t$. Wat voor deze eene generatie van nakomelingen geldt, gaat natuurlijk ook op voor de volgende en geldt dus ook voor het gemiddelde van een gelijkmatig dooreen gemengde bevolking.

We komen dan tot dit schema :

Groepen :	M	N	MN
Geenfrequentie :	s^2	t^2	2 st

Uit de frequentie van de groepen M en N vinden we dus die van de genen als: $s = \sqrt{M}$ en $t = \sqrt{N}$. Vindt men b.v. ergens 30 personen M, 20 N en 50 MN, dan volgt hieruit: $s = \sqrt{0.30} = 0,55$ en $t = \sqrt{0.20} = 0.45$. $s + t$ moet natuurlijk steeds de waarde 1 hebben. Drukt men het voorkomen van M en N uit in %, dan wordt $s + t = 10$.

De theoretische waarde van $s + t = 10$ wordt in de practijk geregeld zeer dicht benaderd. Afwijkingen, die niet binnen de foutengrenzen blijven kunnen natuurlijk veroorzaakt zijn door het ongelijkmatig gemengd zijn van de uitgangsbefolking.

Bij de overerving van de groepen O, A en B bleek het wat ingewikkelder te zijn. Het is niet voldoende om hier één paar erfactoren aan ten grondslag te leggen, zelfs niet twee (b.v. voor A en niet-A, B en niet-B), maar de mathematicus *Bernstein* voerde in 1924 een erfschema in waarbij 3 verschillende genen betrokken zijn. Hier hebben we te doen met een zeer mooi geval van multiple allelie, ook elders uit de genetica welbekend. Bij het optreden van dit laatste verschijnsel wordt een serie van erfactoren naast elkaar aangenomen, waarbij in het eene chromosoom van het bij elkaar behoorende paar slechts één dezer genen voorkomt, in het andere chromosoom een tweede. *Bernstein* nu heeft voor de groepen O, A en B het bestaan van een serie van 3 erfactoren aangenomen, die worden aangeduid met de letters R (voor de groep O), A en B. De combinaties in één chromosomenpaar, dat na bevruchting in één zygote bij elkaar is gekomen, kunnen dus zijn RR, AR, AA, BR, BB en AB.

Zijn er dan 6 verschillende bloedgroepen? Genotypisch wel, maar phaenotypisch zijn AR en AA niet van elkaar te onderscheiden en evenmin BR en BB. De eigenschappen A en B zijn beide namelijk dominant over de eigenschap O; echter bestaan wel A en B naast elkaar voort. Er blijven dus alleen de 4 bekende bloedgroepen over, waarbij echter wel bedacht moet worden, dat de genotypische structuur van iemand, die b.v. tot groep B behoort, zoowel BB als BR kan zijn. In de practijk der bloedgroepenbepaling maakt dat niets uit, daar men van R niets merkt. Alleen de combinatie RR resulteert phaenotypisch met de groep O. De onderverdeling in A_1 en A_2 laten we hier verder buiten beschouwing; *Thomsen* (1932) vond echter de mogelijkheid de reeks multiple allelen uit te breiden tot 4 en de volgende erfactoren aan te nemen: R, A_1 , A_2 , B, waarbij de eigenschap voor de groep A_1 dominant is over die van A_2 en A_2

over R. Op deze wijze was een bevredigende verklaring voor de verspreiding van A_1 en A_2 te verkrijgen.

Bernstein's theorie is volkomen bevestigd geworden door de feiten en de aanwezigheid van de verschillende bloedgroepen bij kinderen van bepaalde ouders kan met het bestaan der 3 erfactoren geheel worden verklaard. Tabel 1 geeft een overzicht van de mogelijkheden.

Tabel 1.

Ouders		Mogelijk bij hun kinderen	
Groep	Genotypische structuur	Genotypische structuur	Groep
OxO	RRxRR	RR	O
AxA	AAxAA ARxAA ARxAR	AA AA,AR AA,AR,RR	A A A,O
BxB	BBxBB BRxBB BRxBR	BB BB,BR BB,BR,RR	B B B,O
ABxAB	ABxAB	AA,AB,BB	A,B,AB
OxA	RRxAA RRxAR	AR RR,AR	A O,A
OxB	RRxBB RRxBR	BR RR,BR	B O,B
OxAB	RRxAB	AR,BR	A,B
AxB	AAxBB ARxBB ARxBR AAxBR	AB AB,BR AR,BR,AB,RR AB,AR	AB AB,B A,B,AB,O AB,A
AxAB	AAxAB ARxAB	AA,AB AA,AB,BR,AR	A,AB A,AB,B
BxAB	BBxAB BRxAB	BB,AB BB,AB,AR,BR	B,AB B,AB,A

Uit deze tabel blijkt ook welke onmogelijkheden er zijn voor de nakomelingschap, wanneer de bloedgroepen der ouders bekend zijn. En omgekeerd kan men bepaalde personen daarmee van het ouderschap uitsluiten. Wanneer b.v. een moeder behoort tot O en een kind tot A of B, kan de vader nooit eveneens tot O behooren, wel

kan hij zijn A, B of AB. Zijn moeder en kind beide O, dan kan een vermeende vader nog wel behooren tot A of B, maar is deze AB, dan kan met zekerheid worden gezegd, dat hij niet de verwekker van het bewuste kind is. In vele vreemde landen wordt bepaling van de bloedgroepen bij het onderzoek naar het vaderschap als een uiterst waardevol hulpmiddel beschouwd. De Nederlandsche rechter heeft tot nu toe, voor zoover mij bekend, hiervan nog geen gebruik willen maken. Het spreekt vanzelf, dat een zoodanig gebruik alleen waarde heeft om iemand met zekerheid uit te sluiten. Het voldoen aan de vereischte bloedgroep alleen kan natuurlijk nooit het vaderschap bewijzen.

Ook in de kriminalistiek, bij het onderzoek van bloed- en spermavlekken, verder ook bij kinderverwisseling, het onderschuiven van kinderen en de zeldzaam voorkomende uitsluiting van het moederschap bewijzen de bloedgroepen soms belangrijke diensten.

Om het karakter van de verdeling van de bloedgroepen in een bevolking in een getalwaarde uit te drukken, heeft *Hirszfeld* ingevoerd de z.g. biochemische rasindex. Deze is het quotient van de $\frac{\% A + AB}{\% B + AB}$. Voor Nederland is deze dus met de resp. $\frac{\%}{\%}$

voor de groepen van 45.5, 44, 8 en 2.5 : $\frac{44+2.5}{8+2.5} = 4.4$. Vroeger

werd deze index van *Hirszfeld* veel gebruikt en in bepaalde gevallen kan men er wel conclusies uit trekken. Hij zegt evenwel niets over datgene waar het toch eigenlijk op aan komt, namelijk over de verdeling der genen, daar een belangrijk $\%$ van de dragers der A en B eigenschappen voor deze heterozygoot zijn en de structuur AR of BR bezitten. Vandaar dat het veel juister is om op overeenkomstige wijze als voor de groepen M en N de geengetallen te bepalen. Hiervoor zijn ingevoerd de letters p, q en r, resp. voor de factoren A, B en R. Hun som is in een gelijkmatig gemengde bevolking natuurlijk weer 1 (c.q. 10). De kansen voor hun samentreffen zijn deze :

	r	p	q
r	r^2	pr	qr
p	pr	p^2	pq
q	qr	pq	q^2

Hieruit volgt voor de kansen der bloedgroepen :

Bloedgroep	O	r^2
"	A (AA + AR)	$p^2 + 2pr$
"	B (BB + BR)	$q^2 + 2qr$
"	AB	$2pq$

Uit het $\%$ -gewijze voorkomen van de bloedgroepen kunnen door eenvoudige berekening de geengetallen aldus worden afgeleid :

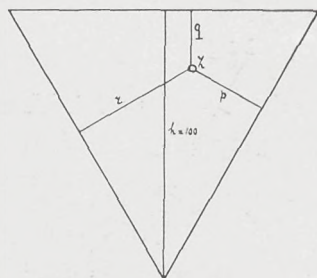
$$r = \sqrt{O}$$

$$p = 1 - \sqrt{O+B}$$

$$q = 1 - \sqrt{O+A}$$

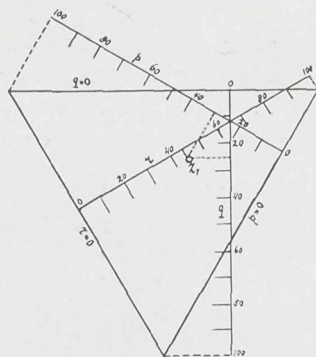
Voor een verdeling van 45.5, 44, 8 en 2.5 % volgen hieruit voor p, q en r resp. 2.686, 0.530 en 6.745, met een som van 9.961.

Door *Wellisch* is nu een index opgesteld, die theoretisch beter verantwoord is, n.l. $\frac{p+r}{q+r}$. In de praktijk heeft hij echter het nadeel dat hij weinig fluctueert en steeds in de buurt van 1 blijft, daar in bijna alle bevolkingen r veel grooter is dan p of q.



Afbeelding 1.

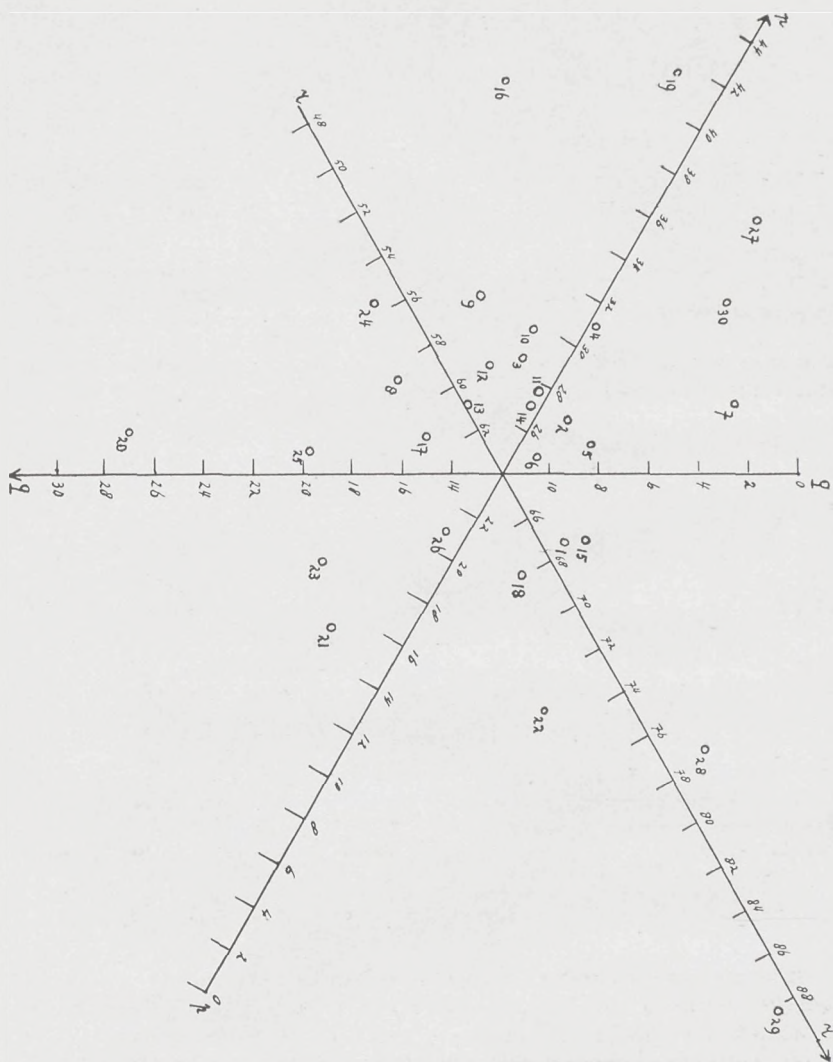
Gelijkzijdige driehoek volgens O. Streng, waarin $p + q + r = h = 100$. (Naar F. Schiff, 1933).



Afbeelding 2.

Drieassig coördinatenstelsel volgens O. Streng. Voor het punt Z_1 is $p = 30$, $q = 25$, $r = 45$. (Naar F. Schiff, 1933).

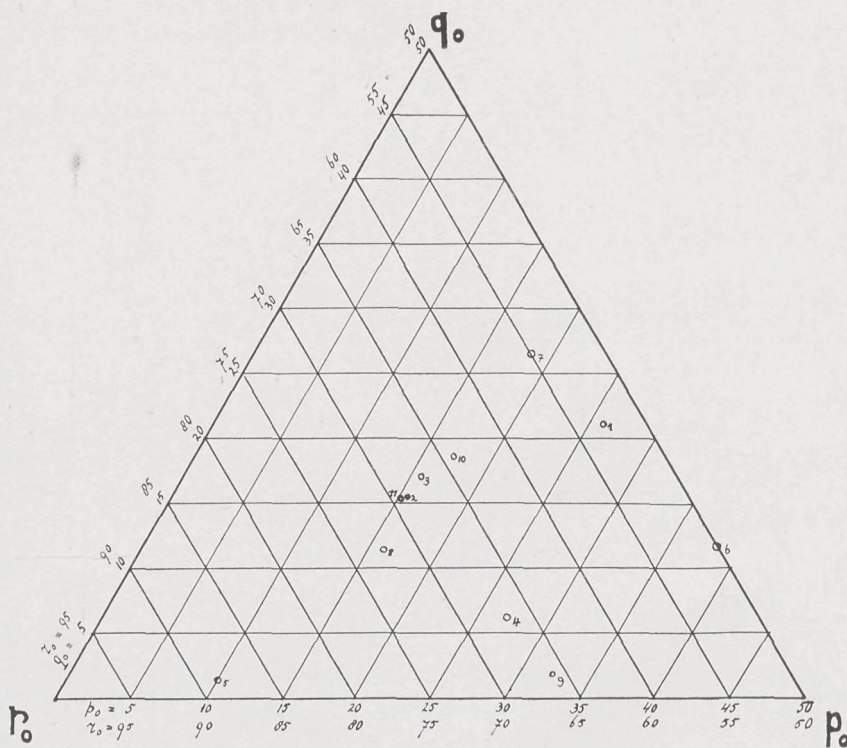
Een zeer overzichtelijke uitbeelding van de verhouding der geengetallen verkrijgt men volgens *Streng*, door binnen een gelijkzijdigen driehoek uit een zeker punt de hoogtelijnen op de zijden naar te laten (afb. 1). Daar de som van deze hoogtelijnen steeds gelijk is aan de hoogte van den driehoek en men $p + q + r = 1$ (c.q. = 100) gelijk kan nemen aan deze hoogte, kan voor elke bevolking een punt binnen den driehoek gevonden worden. Het meest practisch is het om deze punten te groepeeren rondom dat, waarvoor $p = 24$, $q = 12$ en $r = 64$, de daaruit neergelaten hoogtelijnen door te trekken en in 100 deelen te verdeelen (afb. 2). In afb. 3 is dit hoogtelijnenstelsel alléén afgebeeld en voorzien van de punten, die de verhoudingen der geengetallen van een aantal rassen en volksgroepen weergeven.



Afbeelding 3.

„Volkerenkaart” volgens Streng. 1. New-York, 2. Hamburg, 3. Berlijn, 4. Stockholm, 5. Parijs, 6. Italianen, 7. Spanjaarden, 8. Russen, 9. Finnen, 10. Weenen, 11. Polen, 12. Roemenen, 13. Turken, 14. Bulgaren, 15. Georgiërs, 16. Armeniërs, 17. Syriërs, 18. Tunesiërs, 19. Lappen, 20. Burjäten, 21. Senegaleezen, 22. Melanesiërs, 23. Javanen, 24. Japanners, 25. Noord-Chineezen, 26. Zuid-Chineezen, 27. Hawai, 28. Australiërs, 29. Indianen, 30. Eskimo's.

Zeer aanbevelenswaardig is ook de wijze van afbeelding volgens *Julien* (1937). In den gelijkzijdigen driehoek (afb. 4) kunnen de waarden voor p , q en r onmiddellijk worden afgelezen door gebruik te maken van de hulplijnen. Verschuiving van het typeerende punt ten opzichte van dat van een andere bevolking naar een van de hoekpunten p_0 , q_0 of r_0 toont meteen de toeneming van het gehalte aan de betrokken genen. Daar de waarde van r voor de groote meerderheid van de rassen groter is dan 50, kan de driehoek in zijn afmetingen zeer beperkt worden door het gebied waarin r de waarden van 0—50 zou hebben geheel weg te laten.



Afbeelding 4.

Grafische voorstelling van de verdeling der bloedgroepen met een drie-assenstelsel, naar *Julien* (1937), aangevuld met een aantal gegevens, ontleend aan tabellen en aan afbeelding 3. 1. Efé-Pygmeëen, 2. Negers uit Sierra Leone, 3. Bosjesmannen, 4. Nederlanders, 5. Indianen, 6. Armeniërs, 7. Burjäten, 8. Melanesiërs, 9. Spanjaarden, 10. Javanen, 11. Negers uit Liberia.

Laten wij nu de verdeling der bloedgroepen over de verschillende aardbewoners nader bezien. Wanneer men den index van *Hirszfeld* eens nagaat voor de bevolking van Europa, dan ziet men dien van West naar Oost steeds kleiner worden. Dit beteekent natuurlijk niets anders dan dat het $\%$ A in de bevolking in die richting vermindert en omgekeerd het $\%$ B toeneemt. Op overtuigende wijze is dit reeds lang geleden in het licht gesteld door een onderzoek van *L. & H. Hirszfeld*, die in den Wereldoorlog te Saloniki in de legers der Geallieerden gemakkelijk konden beschikken over groote groepen van personen uit zeer uiteenlopende rassen en volkeren. Tabel 2 geeft een overzicht van hun uitkomsten :

	Aan- tal	% O	% A	% B	% AB	In- dex
Engelschen	500	46.4	43.4	7.2	3.1	4.5
Franschen	500	43.2	42.6	11.2	3.0	3.2
Italianen	500	47.2	38.0	11.0	3.8	2.8
Serven	500	38.0	41.8	15.6	4.6	2.5
Bulgaren	500	39.0	40.6	14.2	6.2	2.6
Grieken	500	38.2	41.6	16.2	4.0	2.5
Russen	1000	40.7	31.2	21.8	6.3	1.3
Macedoniërs	500	38.8	33.0	23.2	5.0	1.3
Arabieren	500	43.6	32.4	19.0	5.0	1.5
Madagassen	400	45.5	26.2	23.7	4.5	1.0
Negers (Senegal)	500	43.2	22.4	29.2	5.0	0.8
Indo-Chineezzen	500	42.0	22.4	28.4	7.2	0.8
Britsch-Indiërs	1000	31.3	19.0	41.2	8.5	0.6

Tabel 2.

De groep A, die bij de Engelschen begint met ruim 43 %, daalt geregeld, daarentegen stijgt B. Het steeds kleine $\%$ AB wisselt niet belangrijk. Ook voor de O-groep is er een vermindering, zij het minder groot dan voor A.

De biochemische rasindex heeft ook dienst gedaan om verwantschap tusschen volkeren te bevestigen, die reeds door overeenkomst in andere anthropologische kenmerken klaarblijkelijk tot uiting was gekomen. *Verzar & Weszelsky* (1921) bepaalden de verhouding der groepen bij 1500 Hongaren en 500 Turken. Het resultaat bevestigt de verwantschap, die men reeds eerder had afgeleid, o.a. uit taal-overeenkomst.

	Aan- tal	% O	% A	% B	% AB	R. I.
Hongaren	1500	31.0	38.0	18.8	12.2	1.6
Turken	500	36.8	38.0	18.6	6.6	1.8
Hongaarsche Zigeuners	385	34.2	21.1	38.9	5.8	0.6
Indiërs	1000	31.3	19.0	41.2	8.5	0.6
Duitsche kolonie in Zevenburgen	476	40.8	43.5	12.6	3.1	2.9
Duitschers te Heidelberg	500	40.0	43.0	12.0	5.0	2.8
Nederlanders Boerenfamilie	6679	46.8	41.7	8.6	3.0	3.8
uit Z.-Afrika	596	45.8	39.6	11.9	2.7	2.9

Tabel 3.

Niet minder treffend is de overeenkomst tusschen Hongaarsche Zigeuners en Voor-Indiërs. Een 500-jarig verblijf in Hongarije, gescheiden van de overige bevolking, heeft in de verhouding van de bloedgroepen vrijwel niets gewijzigd. De vermoede bloedverwantschap van de Zigeuners met Indische volken, ook door taalgelijkenis met het Sanskriet, vond door deze uitkomst een krachtigen steun.

In een Duitsche kolonie, sedert 1700 in Zevenburgen gevestigd zonder zich te vermengen met niet-Duitschers, werd vrijwel geen verandering geconstateerd bij vergelijking met een bevolkingsgroep uit West-Duitschland. Ook een analyse van een Zuid-Afrikaansche Boerenbevolking geeft interessante cijfers, wanneer men ze met Nederlandsche vergelijkt.

Waardevol zijn op dit gebied de recente onderzoekingen van *P. F. J. A. Julien* te Utrecht, die een bloedgroepenonderzoek heeft verricht bij de Efé-Pygmeëen in N.O.-Congo en bij de omwonende Negerstammen. Wij geven hier een overzicht van de getallen, waar- bij ook enkele andere Afrikaansche volksstammen zijn opgenomen.

	Aan- tal	% O	% A	% B	% AB
Bosjesmannen	615	56.1	29.6	7.5	6.8
Efé-Pygmeëen	1015	27.00	35.86	28.27	8.87
Negers van N.O. Congo	973	39.67	31.96	22.40	5.96
id. van Liberia	808	50.1	24.5	20.8	4.6
id. v. Sierra Leone	1105	47.2	25.3	24.3	3.2

Tabel 4.

Het bleek *Julien*, dat er een groote tegenstelling bestaat tusschen de groepenverdeling der Pygmeeën en der Bosjesmannen. Langen tijd heeft men gemeend deze volken als nauw verwant, zelfs als takken van één ras te moeten beschouwen, op grond van hun geringe afmetingen, lichte huidskleur en overeenkomst in index cephalicus. Daartegenover stonden diepgaande ethnologische en algemeen cultureele verschillen, die een samenhang tusschen beide groepen twijfelachtig maakten. Het serologisch onderzoek pleit wel zeer sterk voor de laatste opvatting.

Ook kan uit de tabel worden afgelezen een verschil tusschen de bloedgroepenverdeling bij de Negers uit de Pygmeeën-omgeving en die van de Westkust van Afrika. Daar Pygmeeënvrouwen dikwijls als bijvrouwen door de eerstgenoemden gehouden worden en er dus een sterke vermenging is opgetreden, ligt de verklaring der getallen voor de hand. Voor alle groepen zijn de waarden bij de N.O.-Congonegers intermediair tusschen die der Pygmeeën en die van de raszuivere Negers uit Liberia en Sierra Leone. Voor deze laatste twee stammen concludeerde *Julien* (1937) op grond van de berekende geengetallen tot zeer nauwe verwantschap, hoewel ze 200 mijl hemelsbreed van elkander wonen. In het ternaire systeem van grafische voorstelling komt dit zeer mooi uit (afb. 4).

Ook aan de groepen M en N heeft *Julien* aandacht besteed. De resultaten daarvan zijn echter nog niet gepubliceerd, aangezien de auteur verwachtte (naar mij uit een schriftelijke mededeeling van hem bleek), dat de conclusies uit het materiaal te trekken nog weer door andere gegevens zouden worden achterhaald.

Het is geen wonder dat men onderzoekingen als deze, waarvan de oudste welhaast weer 20 jaren geleden plaats vonden, heeft uitgebreid over den ganschen aardbodem, tot bij de meest verschillende volken, om daar op groote schaal gevolgtrekkingen uit te maken. Het is begrijpelijk, dat daarbij de verwachting werd gekoesterd, dat het onderzoek naar de bloedgroepen goede diensten zou bewijzen bij het opsporen van den oorsprong dier bevolkingen en dat de uitkomsten van die nasporingen een belangrijke bijdrage zouden leveren voor het vaststellen van de verwantschap en het ontstaan der menschenrassen in de geheele wereldbevolking. Helaas is deze verwachting niet vervuld. Zooals een aantal getallen, die hieronder volgen, ons laten zien, zijn er weliswaar veelal groote verschillen tusschen sterk van elkaar afwijkende volksstammen op te merken, maar daarnaast evenwel vertoonen soms die getallen bij zeer ver uiteenlopende volken zulke overeenkomsten, dat alle parallelisme met de gebruikelijke en toch ook zeer waardevolle kenmerken van rasonderscheid geheel zoek is.

Het is niet noodzakelijk om hier groote reeksen van getallen op te sommen, maar wij kunnen wel een schetsmatig overzicht geven van wat tegenwoordig over de verspreiding van de genen A, B en R

bekend is. In het Zeitschrift für Rassenphysiologie verschijnen jaarlijks in tabelvorm van de hand van *Steffan & Wellisch* de gegevens, die uit verschillende onderzoeken door hen zijn samengesteld. In groote trekken is de bevolking van de geheele wereld bekend geworden, zoodat belangrijke wijzigingen eigenlijk niet meer mogen worden verwacht. Verbeterde methoden van bloedgroepbepaling maken de nieuwere uitkomsten in het algemeen nog meer betrouwbaar dan de oudere, doordat foutieve en ten onrechte meegerekende agglutinaties thans minder zullen voorkomen.

Schiff (1933) geeft 3 hoofdtypen van de genenverdeling aan :

1. Alleen het geen R is aanwezig (Indianen).
2. De twee genen R en A zijn aanwezig (Australiërs en ongeveer ook Bosjesmannen, vele Eskimo's en Lappen en de meest Westelijke Europeesche bevolking).
3. De drie genen R, A en B zijn naast elkaar aanwezig. (Alle overige volken).

Enkele gegevens, in tabel 5 vereenigd, geven een denkbeeld van de getalverhoudingen.

	Aantal	% O	% A	% B	% AB
Maya-Indianen (Yukatan)	223	97.7	1.3	0.5	0.5
Maya-Indianen uit versch. gebied.	124	98.4	1.6	—	—
Navajo, Nw.-Mexico	112	99.1	0.9	—	—
Indianen uit Peru	200	100.0	—	—	—
Bastaard Indianen uit Peru	1372	75.1	14.1	7.2	3.6
Australiërs (Queensland)	204	57.0	38.5	3.0	1.5
id. (Z. Australië)	101	45.6	54.4	—	—
id. (Nd. Queensland)	377	60.3	31.7	6.4	1.6
Bosjesmannen	615	56.1	29.6	7.5	6.8
Eskimo's (Diskobaai)	371	43.5	47.1	7.3	2.1
id. (Julianehaab)	484	41.3	53.8	3.5	1.4
id. (Kaap York)	124	80.7	12.9	2.4	4.0
Lappen (Zweedsche)	199	51.0	42.0	3.0	4.0
id. id.	404	28.9	62.6	4.5	4.0
id. Finsche	69	36.2	50.7	8.7	4.4

Tabel 5.

Al deze gegevens zijn vermeld in % der bloedgroepen en niet op de meer zuivere wijze, door middel van de geengetallen. Men kan die met de bekende formules echter hieruit berekenen. Voor de Indianen zij nog opgemerkt, dat in de eerste 4 gevallen sprake is van zeer raszuivere stammen; de kleine bijmengsels mogen gesteld worden op rekening van de toch wel eens plaats vindende vermenigving met Blanken. Werkelijk gemengde bevolkingen geven een heel ander cijferbeeld.

Van enkele bevolkingen, die bij type 3 behooren, zij hier nog een overzicht gegeven.

	Aantal	Bloedgroep				Geengetallen		
		% O	% A	% B	% AB	r	p	q
IJslanders	800	55.7	32.1	9.6	2.6	74.6	19.3	6.3
West-Kaukasiërs	257	56.4	36.6	3.5	3.5	75.1	22.6	3.6
Italianen (Spezia)	675	49.6	38.4	8.7	3.3	70.5	23.3	5.9
Samaritanen	83	50.6	32.5	9.6	7.2	71.1	21.2	7.7
Berbers (Tunis)	343	58.3	32.6	7.8	1.2	77.2	19	5
Tunesische								
Mohammedanen	500	46.4	32.4	15.8	5.4	68.1	21.2	11.2
Japanners (Hida)	1002	43.8	33.2	18.8	4.2	66.2	20.9	12.3
id. (Aichi)	1264	28.6	39.6	21.5	10.3	53.5	29.2	17.4

Tabel 6.

Alle hebben een sterk R-gehalte. Hierbij valt tevens in enkele gevallen de sterke gelijkheid der geengetallen van volken, die overigens toch niet met elkaar verwant geacht mogen worden, op.

Reeds constateerden wij dat het A-gehalte in Europa in de richting West-Oost daalt en B in die richting toeneemt. Nu wordt in Midden-Azië (het Noordelijk deel van Voor-Indië, in Zuid- en Midden-China en aangrenzende gebieden) de grootste frequentie van B gevonden. Vandaar uitgaande neemt deze in vrijwel alle richtingen af: naar Europa, waar het b.v. in Spanje zeer laag wordt ($q = 0.3$, voor $p + q + r = 10$), naar Japan en naar het Zuiden en Westen, evenals vanuit Voor-Indië over Voor-Azië naar Afrika. Met graagte zijn natuurlijk allerlei speculaties gemaakt over deze geografische verspreiding, waarbij door *Bernstein* en ook door onzen landgenoot *Bijlmer* (1934) uitgegaan is van de veronderstelling, dat de B-eigenschap in Centraal-Aziatische gebieden in massa als mutatie zou zijn ontstaan. Wij komen daar later nog op terug bij de bespreking van het voorkomen van agglutinogenen bij verschillende zoogdieren.

Als we nog eens even overzien, dan constateeren wij met *Hesch* (1934) voor N.W.-Europa een groote waarde voor p , die in Oostelijke en Zuid-Oostelijke richting kleiner wordt. Maar een zelfde groot bedrag komt ook voor in Australië, Polynesië, bij de Aino's en de Japanners. Ook in Noord-Afrika is dit zoo en bij de Efé-Pygmeeën (*Julien*, 1935), evenals op de Philippijnen en bij de Bosjesmannen. Bij de laatste twee groepen is B echter klein, daarentegen bij de Pygmeeën is het B -gehalte zeer hoog. Hooge B -waarden hebben ook vele Oost-Aziaten, behalve de Japanners. Australië is ongeveer vrij van B . Berbers en Arabieren zijn armer aan B dan de Negers, die een hooge waarde voor q bereiken; ook de Egyptenaren zijn weer zeer rijk aan B . In Australië en Zuid-Afrika (b.v. Bantoe-Negers) komt R zeer veel voor en dit bereikt zijn maximum in Amerika, waar het bij zuivere Indianen de 100 % vrijwel kan halen.

Uit deze feiten blijkt ten duidelijkste, dat het niet mogelijk is om met behulp van de verhoudingsgetallen van de bloedgroepen zich een overtuigend beeld te vormen van den samenhang der verschillende menschenrassen, wanneer hun classificatie is gebaseerd op de gebruikelijke eigenschappen. Ook *Eugen Fischer* (1936, pag. 239), de groote Duitse anthropoloog en geneticus, is overtuigd van de onmogelijkheid om overeenstemming te vinden tusschen de verdeling van de erfactoren voor de agglutinogenen en die voor haarkleur, neusvorm, lichaamsgrootte en pigmenten. Toch veroorzaken de het eerst genoemde factoren naar mijn meening kenmerken, die ongetwijfeld van den eersten rang zijn en welker beteekenis door hun zeer wetmatige erfelijke verdeling op zich zelf niet hoog genoeg kan worden aangeslagen.

Betrekken we nu ook nog de groepen M en N in onze beschouwingen, dan blijkt het volgende. De verhouding der geengetallen s (voor de groep M) en t (voor de groep N) is merkwaardig genoeg voor allerlei bevolkingen vrijwel eender. Overzichten daarvan geeft *S. Wellisch* in het Zeitschrift für Rassenphysiologie. Tot 1936 waren hierover systematische onderzoeken gedaan bij Duitschers, Franschen, Belgen, Denen, Zweden, Italianen, Polen, Russen, Finnen, Blanken en Negers uit New-York, Japanners, Javanen en Soendanezen, bij een klein aantal Indianen en bij Pygmeeën. Voor al deze groepen (met uitzondering van de Indianen en bij de Oost-Indische bevolking) is s vrijwel = 5.5 en t = 4.5. Er is een kleine schommeling, maar < 5 en > 6 is het geengetal voor de groep M toch nooit. De uitzondering in de verdeling, die de Indianen vormen, komt duidelijk aan het licht door een onderzoek van *Landsteiner & Levine* te New-York verricht bij 205 Noord-Amerikaansche Indianen, bij wie de groep M veel meer schijnt voor te komen dan N . 123 waren MM , 10 NN en 72 MN ; dat is dus resp. 60.00 %, 4.88 %

en 35.12 %. Hieruit volgt dus voor $s = \sqrt{M} = 7.746$ en voor $t = \sqrt{N} = 2.209$, met een som van $s + t = 9.995$. Bij de Javanen en Soendaneezen is het verschil minder sprekend. *Postmus* vond bij 198 Soendaneezen voor s een waarde 6.356 en voor t 3.828. Deze wijken dus ook nog duidelijk af van de overal elders gevonden getallen 5.5 en 4.5. Bij andere volken, die ook belangrijk van Europeanen verschillen, zooals b.v. de Japanners, komt zulk een afwijking, voor zoover tot nu toe bekend, niet voor.

Al deze gegevens over de getallen der bloedgroepverdeling, zoo voor de genen R, A en B, als voor M en N, zijn feiten, waarmee weinig is te beginnen ten aanzien van de meer klassieke raskenmerken der anthropologie. Prof. V. Suk, de anthropoloog uit Brno, vestigt er nog even de aandacht op, dat de %-gewijze verdeelingen wel eens gebaseerd zijn op zeer verschillende totalen per bevolkingsgroep (varieerende van enkele individuen tot vele duizenden) en dat dientengevolge de nauwkeurigheid dier getallen wel te wenschen overlaat. Ook *Julien* rekent er mee, dat onderzoekingen aan minder dan 400 individuen op nauwkeurigheid geen aanspraak kunnen maken. Een zeker voorbehoud mag ten aanzien van sommige uitkomsten dus nog wel worden gemaakt. Suk (1934) eindigt zijn beschouwing met de woorden, naar mijn gevoel niet vrij van een zekere teleurstelling: „The general conclusion of the whole study of blood-groups from the point of view of anthropology is that the new facts of blood-grouping, so far as they can be called fully established facts, cannot yet be completely correlated with other traits to represent a criterion in racial classification”.

Wij gaan nu over tot de onderzoekingen verricht over bloedgroepen bij apen. Prof. Dr *Hans Weinert*, van het Kaiser Wilhelm Institut für Anthropologie, menschliche Erblehre und Eugenik in Berlin-Dahlem geeft herhaaldelijk overzichten van den stand van zaken in het reeds meermalen genoemde Zeitschrift für Rassenphysiologie. Uit zijn mededeeling van 1935 blijkt, dat er toen van de anthropoiden onderzocht waren 65 chimpansé's, 4 gorilla's, 11 orang oetans en 14 gibbons. Het grootste deel van deze dieren is behandeld door anderen dan *Weinert*. Voor de litteratuur zie men ook *Dahr* (1936), pag. 163. De dieren zijn natuurlijk moeilijk te verkrijgen en niet altijd hebben de directeuren van dierentuinen hun toestemming verleend voor het vereischte onderzoek. Op zich zelf een respectabel aantal, is het toch veel te klein, zooals *Weinert* zelf toegeeft, om er vaststaande conclusies uit te trekken en %-gewijze verdeelingen uit op te maken.

Nu is het inderdaad een feit, dat het anthropoidenbloed met de menschelijke testsera kan agglutineeren. Men krijgt den indruk, dat *Weinert's* eigen proeven met zorg zijn gedaan, want hij volstaat niet

met alleen de sera α en β te gebruiken, maar hij controleert ook nog met de beide andere, n.l. $\alpha\beta$ en het serum o, dat dus geen menselijke agglutinenen bevat. De noodzakelijkheid hiervan blijkt duidelijk uit het onderzoek (1932) van een 7-jarigen chimpanseé Seppl. Alle onderzochte chimpanseé's behoorden tot de groepen A of O. Seppl echter reageerde niet met het serum α , daarentegen wel met β , zoodat dus voor de eerste maal de bloedgroep B voor chimpanseé's zou zijn vastgesteld. Voortzetting van het onderzoek met het serum $\alpha\beta$ gaf echter een negatieven uitslag. Conclusie: deze chimpanseé valt buiten de gewone menselijke groepen. Was het serum $\alpha\beta$ niet gebruikt, dan zou men zonder meer geconcludeerd hebben: met α geen agglutinatie, met β wel, dus groep B. Dit geval kan wel een uitzondering zijn, of wat nog veel waarschijnlijker is: de bloedgroepen van de anthropoiden zijn toch nog niet precies dezelfde als van den mensch. Een later onderzoek, van *P. Dahr*, zoo dadelijk nog nader te bespreken, levert daarvoor een sterk bewijs.

Weinert (1933) zelf wijst er op, dat door het niet altijd gebruiken van alle vier sera wel niet alle in de litteratuur opgegeven bepalingen geheel betrouwbaar zullen zijn. Misschien zouden er meer afwijkingen als bij Seppl onder voorkomen.

Bezien we de verdeeling der groepen volgens het menselijk schema nader, dan is volgens *Weinert*, aangevuld met de laatste gegevens door *Dahr* (1936), de toestand aldus:

	O	A	B	AB		
Chimpanseé	7	58	—	—	65	+ 2 buiten het schema
Gorilla	—	4	—	—	4	
Orang Oetan	—	4	7	2	13	
Gibbons	—	2	6	2	10	+ 4 idem
	7	68	13	4	92	+ 6 idem

Van verschillende zijden wordt er met eenigen nadruk op gewezen dat de groep B blijkbaar bij de Afrikaansche menschen ontbreekt en men verbindt daaraan dan speculaties over het verloop van de menselijke afstamming. Het spreekt vanzelf dat het getal van 4 gorilla's in dit opzicht toch in het geheel niets zegt, evenmin als het ontbreken van de groep O bij den orang oetan en de gibbons, die bewoners van Z.O.-Azië zijn. Wie uit dergelijke getallen gevolgtrekkingen wil maken, bouwt wel op zeer lossen grond.

Later heeft *Weinert* (1935) nog met gibbons uit den Berlijnschen dierentuin proeven gedaan, die tot resultaat hadden, dat de 2 dieren gevoegd moesten worden bij 2 reeds eerder bekende, die niet in het menselijke vier-groepenschema pasten. Met alle 4 menselijke

sera kreeg hij bij gibbons een positieven uitslag. Dit is niet in overeenstemming met wat *Landsteiner* vroeger gevonden had bij de 10 in de tabel vermelde, waarvan 2 tot de groep A, 6 tot B en 2 tot AB behoorden. Echter past *Weinert's* resultaat goed bij zijn evolutionistische opvattingen, daar immers de gibbons lang zoo sterk niet het anthropoide karakter hebben als de chimpansé's, de gorilla's en de orang oetans. De gibbons worden tegenwoordig wel eens niet meer tot de anthropoiden gerekend, maar dan ingelijfd bij de *Cercopithecidae* of meerkatten. Men kan beide doen, al naar mate men meer op de eene, dan wel op de andere eigenschap van deze dieren let, of ze zelfs (zooals ook gedaan wordt) als een zelfstandige familie plaatsen tusschen de menschen en de overige apen van de oude wereld. Inderdaad kunnen ze als een overgang tusschen beide families worden beschouwd. Men voelt nu de redeneering: bij de menschen komen de 4 menselijke bloedgroepen voor, bij de gibbons (die dan natuurlijk niet tot de menschen gerekend worden) niet, bij alle lagere apen ook niet en dus is de mensch nauwer verwant met de anthropoiden dan met de overige *Catarrhina* en de Amerikaanse *Platyrrhina*. Zoo'n redeneering is feitelijk waardeeloos.

Van groote beteekenis op dit gebied lijkt mij voorts het werk van *Dahr* (1936), verricht bij 2 chimpansé's en 2 orang oetans uit den Berlijnschen dierentuin. De orangs konden oogenschijnlijk ondergebracht worden in de groep B, de eene chimpansé in de groep O, de andere viel evenals de zooeven vermelde *Seppel* buiten de menselijke groepenindeeling. Veel belangrijker is evenwel dat door dieper onderzoek de identiteit der agglutinogenen van mensch en anthropoiden op losse schroeven kwam te staan.

Dahr heeft de orang oetans op dezelfde wijze behandeld als *Weinert*, door namelijk niet alleen met de sera α (anti-A) en β (anti-B) te werken, maar ook met de sera o en $\alpha\beta$. Het resultaat was: met α —, met β +; op grond hiervan zou men geneigd zijn te zeggen: dus groep B. Voortzetting met het serum $\alpha\beta$ gaf ook +, maar eveneens gaf het serum o (dus zonder agglutinenen) een sterke positieve reactie. *Dahr's* conclusie is nu: in het menselijke o serum (en wellicht ook in het β serum) is nog een ander, heteroloog, met orang-bloedlichaampjes werkzaam agglutinine aanwezig. Nadere proeven bewezen dit. Uit een menselijk serum $\alpha\beta$ werden door absorptie met menselijke erythrocyten A en B de agglutinenen verwijderd; evenzoo uit een serum β door absorptie met bloedlichaampjes B. Daarna gaven beide sera met menselijke bloedlichaampjes geen reacties meer. Maar nog steeds bleef er een sterke reactie met het bloed van de beide orangs. De agglutinatie van de orang-erythrocyten door het menselijk serum was dus niet gebeurd door het specifiek menselijke agglutinine anti-B. Of met andere woorden: het agglutinogeen B van den orang oetan is niet identiek met dat

van den mensch. Door dit onderzoek is dus *Weinert's* arbeid met belangrijke resultaten aangevuld. Dit bleek niet minder bij *Dahr's* behandeling van een der chimpansé's. Deze reageerde positief met alle vier menselijke testsera. In het bijzonder was dit eigenaardig voor het serum β , daar nog nooit de aanwezigheid van B bij den chimpansé was geconstateerd. Daar ook het serum o weer + reactie gaf, lag het denkbeeld van heterologe agglutinenen voor de hand. Proeven, na absorptie van de specifiek menselijke agglutinenen door menselijk bloed A en B, wezen inderdaad uit, dat toch nog het chimpansé-bloed met deze geabsorbeerde menselijke sera bleef reageeren.

Nu werd het onderzoek voortgezet door gebruik te maken van z.g. gereinigde agglutinine-oplossingen, reeds vroeger bekend gemaakt door *Landsteiner & Miller* als „purified agglutinin solutions”. Hieronder verstaat men agglutininehoudende vloeistoffen, waaruit de heterologe, dus niet met bloed van den mensch, maar met dat van andere diersoorten reagerende bestanddeelen verwijderd zijn. Door bewonderenswaardige technische behandeling worden deze op de volgende manier verkregen: 5 cm³ menselijk serum α worden vermengd met 5 druppels gewasschen en sterk gecentrifugeerde menselijke erythrocyten A. Men laat ze 2 uur staan bij kamertemperatuur, gedurende welken tijd de binding plaats vindt. Daarna worden deze met agglutinenen beladen erythrocyten afgecentrifugeerd, dan 3 maal gewasschen (deze wasschingen geschieden met een physiologische zoutoplossing 0.9 % NaCl). Ze worden ten slotte opgevangen in 0.6 cm³ zoutoplossing en deze wordt onder aanhoudend schudden 5 minuten gebracht in een waterbad van 56° C. Nu laat een deel van het gebonden, specifiek menselijke agglutinine los en komt in de zoutoplossing terecht. Eindelijk wordt deze weer gecentrifugeerd en ten slotte de NaCl-oplossing afgepipetteerd. Deze bevat nu „gereinigd” agglutinine α , dat vrij is van alle heterologe, soortsvreemde elementen. Op dezelfde wijze kan een agglutinine β bereid worden.

Toen deze sera nu gebruikt werden voor het onderzoek van het bloed van den chimpansé en van den mensch was dit het resultaat :

Erythrocyten	Gereinigd agglutinine	
	α	β
Chimpansé	—	—
Mensch A	+	—
" B	—	+
" O	—	—
" AB	+	+

Zoo bleek ten slotte het bloed van dezen chimpansé niet met de

specifiek menselijke agglutinenen α en β te reageeren. Eigenlijk behoort hij dus in de groep O. De eigenschappen A en B, aangetoond met het normale, niet gereinigde menselijk serum, waren dus niet identiek met de menselijke agglutinogenen A en B; ze waren het gevolg van heterologe reacties.

Dahr concludeert dan ook dat bloedgroepenonderzoek bij anthropoiden, dat slechts uitgevoerd wordt met de gebruikelijke menselijke sera (ook als men daarbij $\alpha\beta$ en o gebruikt) waardeloos is. Tot nu toe is bij zulk onderzoek echter nooit anders gehandeld.

Hoe is het nu met eventuele menselijke bloedgroepen gesteld bij de lagere apen? Het resumé, dat *Weinert* (1933) geeft, bevat verschillende feiten, die niet gemakkelijk met elkaar in overeenstemming te brengen zijn. Alle mogelijke combinaties van positieve en negatieve reacties komen voor bij het gebruik van menselijke sera bij het onderzoek van verschillende bavianen en meerkatten. Het aantal onderzochte dieren is ook hier gering, zeker niet meer dan enkele tientallen. *Weinert's* eigen onderzoek met 9 proefdieren leverde geen reacties met de sera α , β en $\alpha\beta$, daarentegen wel met serum o. Dit is dus zeker iets anders dan de menselijke toestand. *Voronoff & Alexandresco* vonden daarentegen bij hun dieren de groep AB aanwezig, dus wel reacties met de sera α , β en $\alpha\beta$. Een ander onderzoek van *Weinert* met 2 andere Catarrhina, n.l. meerkatten uit den Berlijnschen dierentuin, leverde weer iets nieuws. Beide vertoonden een zwakke reactie met α serum en zouden dus het agglutinoëen A bezitten. *Fischer & Klinkhart* (1932) vonden weer positieve agglutinaties van apen-erythrocyten door de sera van alle vier de menselijke bloedgroepen. Mijns inziens zal bij het nagaan van werkingen tusschen het bloed van 2 verschillende species steeds rekening gehouden moeten worden met mogelijke heterologe reacties, waardoor schijnbaar een positief resultaat wordt verkregen. Vernieuwd onderzoek, op de wijze als door *Dahr* bij anthropoïde apen verricht, zal niet achterwege kunnen blijven. Hij vond zelf bij een achttal lagere apen, waaronder ook 2 Platyrrhina, dat „geabsorbeerde” sera positief bleven reageeren door heterologe agglutinenen. De agglutinogenen van deze dieren konden van menselijke worden onderscheiden.

Weinert's conclusie (1933): „Aus allem können wir auch bis heute wieder den Schluss ziehen, dass niedere Affen und Menschen in ihren gruppenspezifischen Agglutinationserscheinungen nichts mit einander zu tun haben, dass aber Menschenaffen und Menschen darin so weit übereinstimmen, dass — ungeachtet noch möglicher Unterschiede — die Einteilung in die gleichen Gruppen O, A, B und AB bei beiden möglich ist”, is dan ook naar mijn meening, noch wat de eerste, noch wat de tweede helft betreft, zonder meer thans nog aanvaardbaar. Wat de eerste helft aangaat, zeer zeker past het menselijke schema der vier groepen niet voor de lagere apen. Dat

echter ook bij deze dieren agglutinogenen kunnen voorkomen, die wel niet precies dezelfde, maar toch min of meer gelijkend zijn op die van den mensch, lijkt mij, gezien bijv. de reacties, die positief waren voor de groep A, niet geheel uitgesloten. Ik vestig daarop de aandacht, omdat, zooals wij nog zullen zien, ook andere hoogere zoogdieren, o.a. het paard, agglutinogenen bezitten, die met de menschelijke vrijwel overeenstemmen.

Ik meen uit dit alles te mogen opmaken dat zekerheid omtrent een letterlijke bloedverwantschap tusschen mensch en apen nog lang niet is verkregen en dat aan de tot nu toe verkregen uitkomsten geenerlei bewijskracht voor een eventueele afstamming ontleend kan worden.

Over de aanwezigheid van de groepen M en N is bij apen nog maar zeer weinig bekend. Wie een bloedverwantschap tusschen mensch en apen wil aantonen, zal natuurlijk ook met deze factoren rekening moeten houden. *Schiff* vond in het bloed van enkele chimpanse's, die ook door *Weinert* waren gebruikt, geen resultaat met agglutinine-extracten anti-M en anti-N, evenmin als bij de 2 meerkatten uit de Berlijnsche Diergaarde. Dit vormt een groote tegenstelling met den mensch, bij wien immers steeds M of N beide aangetoond kunnen worden. *Landsteiner* geeft voor door hem onderzochte chimpanse's de aanwezigheid van M op en een twijfelachtige reactie voor N. *Dahr* (1936) vond voor 2 orangs en 1 chimpansé een sterke agglutinatie met anti-M; met anti-N was geen reactie te verkrijgen. Bij 3 meerkatten werd met anti-M serum een factor M aangetoond, die voorloopig van den menschelijken M niet te onderscheiden was. De nu nog ver te zoeken zekerheid over deze factoren zal vermoedelijk mettertijd nog wel eens worden bereikt. Thans kunnen ook aan deze factoren geen argumenten voor de descendentie worden gevonden.

Laten wij nu nog eens breder terugkomen op de reeds even aangeroerde vraag hoe men de verdeeling van de genen R, A en B over de aarde heeft willen verklaren en meteen hierbij beschouwen de feiten over de aanwezigheid van deze factoren bij de anthropoide apen.

De mathematicus *Bernstein*, die in 1924 het erfschema van de 3 multiple allele factoren heeft opgesteld, welk schema door de practijk volkomen bewezen is, heeft zich ook gewaagd aan een theorie over den opbouw van de menschheid. Hij neemt aan dat oorspronkelijk bestaan heeft een primair, agglutinogeenvrij oerras O, dat dus alleen het geen R zou bezeten hebben. Door mutaties uit deze primitieve bloedgroep O zouden de eigenschappen A en B gevormd zijn, die eerst in homozygoten vorm aanwezig zouden zijn geweest. Op die wijze zou het menschedom dus opgebouwd zijn uit 3 serologische basisrassen, naast elkaar bestaande.

Tegen deze theorie bestaan verschillende overwegende bezwaren.

In de eerste plaats wil ik deze tegenwerping maken, dat hier fundamentele waarde toegekend wordt aan een veronderstelling, voor welke daarna geen bewijzen worden geleverd, of die slechts maar aannemelijk wordt gemaakt, n.l. het bestaan van het agglutinogeen-vrije oerras. En in dezen slappen bodem laat *Bernstein* dan zijn idee wortelen van de mutaties A en B, mutaties niet met een verlieskarakter, maar van zeer progressieven aard. Het zou niet gemakkelijk vallen het bestaan van veel progressieve, controleerbare mutaties in de recente planten- en dierenwereld aan te toonen. Wat men nog bereikt in dat opzicht wordt teweeggebracht door zeer krachtadige, buitengewone middelen, als b.v. Röntgenstralen. Voor reeds uitgestorven wezens is het natuurlijk geheel onmogelijk hiermede nog iets te bereiken. De van te rijke fantasie getuigende veronderstelling van *Bernstein* over deze mutaties lijkt mij het gevolg van de verlegenheid, waarin iemand raakt, die niet vanaf den oorsprong der menschheid de aanwezigheid van beide agglutinogenen A en B wil aannemen of mogelijk achten. Hiermede wordt geen bevredigende voorstelling bereikt.

Een tweede bezwaar komt aan het licht, wanneer men zich een oogenblik op evolutionistisch standpunt stelt. Wil men aannemen dat de mensch is voortgekomen uit aapachtige voorouders, dan is het voor de theorie van een menschelijk oerras met de eigenschap O wel zeer fnuikend dat bij menschen reeds alle drie agglutinogenen (n.l. A, B en AB) gevonden worden. Volgens de bedoelde opvatting zou bij het ontstaan van het eerste menschenras dus een verlies van erfactoren voor de reeds bij apen bestaande bloedgroepen hebben plaats gevonden. Wie zou willen trachten zich uit deze moeilijkheid te redden door te beweren, dat de gemeenschappelijke voorouders van mensch en anthropoiden allen tot de O-groep behoorden en dat in beider ontwikkelingsreeksen door mutaties in gelijke richting de A- en B-eigenschappen zouden zijn gevormd, moet het wel zeer betreuren dat aan de resten van *Pithecanthropus* geen serologische factoren meer kunnen worden opgespoord. Die alleen zouden nog als bewijsstukken kunnen dienen.

Onze landgenoot *Julien* (1935) voert een nieuw bezwaar aan tegen *Bernstein's* theorie. Deze auteur verwijst naar de uitkomst van zijn onderzoek van de Efé-Pygmeeën, „die zich onderscheiden door een uiterst laag O-cijfer ¹⁾”. De Centraal-Afrikaansche dwergen komen daardoor wel in een zeer eigenaardig licht te staan. Met eenig recht beschouwt men hen als anthropologisch primitieve vormen en dan is het wel zeer merkwaardig te moeten vaststellen, dat een der primitiefste volken der menschheid zich, wat zijn bloedbeeld betreft, verder van den oertoestand zou verwijderd hebben dan de overgrote meerderheid der somatisch en cultureel hooger ontwikkelden.”

¹⁾ Een even laag O-cijfer, met wat meer A en wat minder B, vond Gusinde (1936) bij de Aka-Pygmeeën, uit een naburig gebied.

Julien komt tot de conclusie, dat de hypothese van een menselijk oerras O wel zeer onwaarschijnlijk is en „veeleer schijnt het omgekeerde het geval te zijn geweest, n.l. dat bij den primitieven mensch de bloedgroep O nagenoeg geheel of geheel heeft ontbroken, wat meer met diverse onderzoekingen in overeenstemming zou zijn.”

Nog vermeldt *Julien* mijns inziens zeer terecht als voor de hand liggend bezwaar, dat de z.g. primaire, ongedifferentieerde bloedgroep O eigenlijk geenszins een neutrale uitgangstoestand kan zijn. Immers bezit een dergelijk bloed toch als duidelijk positieve kenmerken de aanwezigheid van een tweetal agglutininen α en β ; positief omdat bij den mensch ook bloedgroepen voorkomen zonder deze gepraeformeerde anti-stoffen. Wij moeten toegeven dat in dit licht bezien de groep $O\alpha\beta$ inderdaad gelijkwaardig is met de andere, b.v. ABo.

Wij hebben de theorie van *Bernstein*, die op evolutionistische basis rust (zij gaat immers uit van een z.g. „primitieve” toestand, waarop hooger ontwikkelde stadia zouden moeten volgen) wat breeder besproken om te laten zien hoe zij in haar consequenties in hopeloozen strijd raakt met andere principia der descendentieeler.

Hier dient ook nog aandacht geschonken te worden aan de beschouwingen van *Routil* (1935) over de phylogenie van den mensch. Ook deze auteur neemt onverbloemd het standpunt van de descendentieeler in. Wij zullen zijn beschouwingen kritisch bezien. Eigenaardig is de wijze, waarop hij concludeert tot een monophyletische afstamming van den mensch. *Routil* wijst er op, dat de differentiatie van het bloed gedurende de embryonale ontwikkeling begint plaats te vinden ongeveer vanaf de 4e tot 6e maand. Vóór dien tijd is het onmogelijk iso-agglutinatie tot stand te brengen. Hij verklaart hier van toepassing de bekende biogenetische grondwet (Haeckel), die in de ontogenie een verkorte herhaling van de phylogenie ziet. Omdat dus een ontwikkelingsstadium van de menselijke vrucht zonder agglutinogenen voorafgaat aan het optreden van deze, volgt daaruit dat het in de afstammingsgeschiedenis van den mensch ook zoo gegaan is en dat dus de menschheid is begonnen met uitsluitend de bloedgroep O. Dit is een zeer lichtvaardige redeneering, daar de z.g. biogenetische grondwet zelf niet meer dan een veronderstelling is, voor welke nooit behoorlijke bewijzen zijn aangebracht.

Voor de oorspronkelijkheid van de O-groep zou ook pleiten het feit, dat deze groep in het algemeen in een hoog % bij alle volkeren op aarde voorkomt: tot 100 % bij de Zuid-Amerikaansche Indianen. Ik noem echter in tegenstelling daarmee de Yamana, een volksstam op Vuurland, waarvan slechts 9.1 % tot groep O behoort. Het is met deze Vuurlandsche bevolking toch eigenaardig gesteld, daar de groep A hier geheel ontbreekt, iets wat nergens elders het geval is. Bovendien treden zeer sterke tegenstellingen op in een klein gebied. Men oordeele over de volgende gegevens van 3 volksstammen,

	Aan- tal	% O	% A	% B	% AB
Ona	18	94.4	—	5.6	—
Yamana	33	9.0	—	91.0	—
Tehueltchen	5	100.0	—	—	—

waarbij echter de veel te kleine aantallen der onderzochte personen de waarde der % ongunstig beïnvloeden.

Wat de groepen A en B betreft, dit zijn volgens *Routil* twee uit elkaar loopende differentiaties, ontstaan op latere tijdstippen. Ik vrees, dat deze zinsnede al even vaag en waardeloos klinkt als die over de mutaties, welke *Bernstein* voorstaat. Daar A op aarde 2 maal zooveel voorkomt als B en ook meer verspreid is, moet A als de oudste beschouwd worden. De groep AB met het geringste % is het mengingsproduct van de mono-agglutinabele groepen A en B en is de jongste vorm. Een door *Routil* uitgevoerde berekening uit 1931 leverde voor de verdeling der bloedgroepen van 410.752 individuen voor de groep O 37 %, A 38 %, B 18 % en AB 7 %. De eigenaardigheden van de verspreiding van A en B, die wij reeds eerder memoreerden, zijn ook *Routil* natuurlijk niet ontgaan en hij erkent ook de onbegrijpelijke B-verdeling der Vuurlanders. Hij wil uit deze gegevens opmaken dat het A-bloed overal in het bewoonbare gebied van de Oude Wereld kan zijn ontstaan; de oorsprong van het B-bloed acht hij met *Bijlmer* (1934) waarschijnlijk in de nabijheid van het Hindu-Kushgebergte in Afghanistan, waar het gehalte aan B in de bevolking het grootst van de geheele wereld is. De Yamana zijn dan misschien, volgens den auteur, de laatste uitbreidingsgolf van het B-bloed naar het Oosten.

Ter verklaring van het bijna geheel tot de A-groep behooren van de oorspronkelijke bewoners van Amerika veronderstelt *Routil*, dat de verovering van dit werelddeel door de menschheid heeft plaats gevonden op een tijdstip, dat er nog geen vergaande differentiatie van het bloed bestond. Toen deze zich in de Oude Wereld voltrok, was Amerika reeds afgescheiden. Eerst door latere verhuizingen, die wel over zee kunnen hebben plaats gevonden, hebben de dragers van de andere bloedgroepen de Nieuwe Wereld bereikt.

Het kan niet worden ontkend, dat *Routil's* theorieën een ietwat voorzichtiger karakter dragen dan die van *Bernstein*. Hij heeft getracht de consequenties van het uitgangspunt: uitsluitend de bloedgroep O, behoorlijk te doorzien, maar dit neemt niet weg, dat o.i. geen bevredigende voorstelling kon worden bereikt. Een zinsnede als over de Yamana, die een laatste uitbreidingsgolf in de verspreiding van het B-geen vertoonen, mag heel mooi klinken, meer dan een fraaie, niets zeggende zinsnede is het niet. Niemand kan zich

immers indenken hoe een zoodanige verbreiding van Centraal-Azië naar Vuurland is tot stand gekomen. Hetzelfde geldt voor de verklaring van de hooge Amerikaansche O-groepgetallen. Tegen de beweerde vroegtijdige afscheiding van dit werelddeel vóór de bloed-differentiatie plaats vond, zijn zonder veel moeite bezwaren te ontwikkelen. Wanneer zulk een vroege afscheiding zou plaats gevonden hebben in het begin van de geschiedenis der menschheid, dan zouden de Indianen een zeer oude bevolking moeten voorstellen, die ook in hun lichaamsbouw nog primitieve kenmerken zouden vertoonen. Dit nu is toch niet het geval. Bovendien zien we dat in volkstammen, die juist algemeen als oud en primitief erkend worden, zooals b.v. Australiërs, een aanzienlijk gehalte aan A gevonden wordt, evenals bij Bosjesmannen, die ook nog 7.5 % B bevatten, om van de Pygmeeën maar niet te spreken. Het is niet in te zien waarom de Indianen, indien deze óók vroegtijdig van de rest van den menschelijken stam afgesplitst waren, deze bloedgroepen niet zouden moeten bezitten. Wanneer de gebruikelijke anthropologische onderscheidingen in aanmerking genomen worden is er voor zulk een hypothetische, vroege afsplitsing van Amerika geen reden van bestaan.

Hier wreekt zich het evolutionistische uitgangspunt, waarbij men theorieën opbouwt vanuit de idee van een primitieven toestand met niets dan O-bloed. Het gevolg is, dat de verbeelding hoogtij moet vieren. Een bevolking van Vuurland is met een uitgangspunt van 100 % bloedgroep O niet te verklaren. Ook het open laten van de mogelijkheid van het ontstaan van A over den ganschen aardbol, behalve in Amerika, doet zeer naief aan en is onbevredigend.

Wij meenen niet zelf een andere of betere oplossing van dit probleem te geven. Het vraagstuk lijkt ons voorloopig geheel onoplosbaar, maar wij willen wel als onze meening te kennen geven, dat een toepassing van de beginselen der descendenteleer op dit terrein geen verheldering van inzicht brengt. Aan te nemen, dat in de menschheid vanaf den beginne de verschillende bloedgroepen aanwezig zijn geweest, heeft dan ook niets minder onmogelijks of onwaarschijns dan de tegenovergestelde opvatting. Het is voldoende daarvoor uit te gaan van een menschenpaar met de genotypische structuren AR en BR. In hun directe nakomelingen kunnen dan alle vier de groepen direct aanwezig zijn geweest. Tegelijk met de overige anthropologische differentiaties (huidskleur, haarvorm, schedelvorm etc.) hebben zich dan de bloedgroepen over de menschheid verdeeld. Ook een autoriteit als *Eugen Fischer* (1936) geeft volmondig toe: „Wenn aber alle Blutgruppen bei den menschenähnlichen Affen vorkommen, ist die Annahme dass der Urmensch eine einzige Rasse gebildet habe, und dann die einzelnen späteren Rassen gewisse Blutgruppen selbständig erworben hätten, nicht mehr und nicht weniger wahrscheinlich als die, dass schon von

vornherein in der noch nicht in Rassen zerfallenen Menschheit alle Blutgruppen vertreten waren."

Wij willen eindigen met wat meer positieve beschouwingen. Het zou kunnen zijn dat het feit, dat de serologische verschillen tussen mensch en menschen in vele opzichten zoo gering blijken, toch nog den indruk wekt van bijzondere beteekenis te hebben voor de verhouding van mensch en dier. Inderdaad lijkt de aanwezigheid van dezelfde bloedgroepen bij beide partijen erg veel op een directe, werkelijke bloedverwantschap. Het is zelfs mogelijk, dat men meer gewicht zou hechten aan *dit* argument, dan aan die welke gewoonlijk ten bewijze van descententie worden aangevoerd, n.l. die afkomstig van de vergelijkende anatomie, de ontogenie en de palaeontologie.

Laten wij ons daarom nog eens afvragen was het eigenlijk zeggen wil, tot een bepaalde bloedgroep te behooren en wat de beteekenis der bloedgroepen is. Wij komen dan tot de volgende overwegingen.

Het phaenotypisch aanwezig zijn van verschillende bloedgroepen bij *Homo sapiens* is een gevolg van de tegenwoordigheid van verschillende erfactoren of genen. Deze genen veroorzaken aan de erythrocyten en in verschillende lichaamsvloten de aanwezigheid van bepaalde chemische stoffen, de agglutinogenen. Deze laatste gaan met daarbij passende agglutininen, afkomstig uit het bloedserum, reacties aan. Niet bij alle individuen zijn deze reacties dezelfde en men kan deze individuen in groepen vereenigen, wier gedrag ten opzichte van een bepaalde stof hetzelfde is.

Het is nu reeds herhaaldelijk gebleken, dat dergelijke reactieverschillen ook bestaan buiten den mensch. Groepsspecifieke stoffen komen óók voor bij ratten, muizen, paard, rund, schaap, varken en bij kippen. Op den duur zal het aantal diersoorten, waarbij dit gebleken is, ongetwijfeld nog grooter worden. Van bijzondere beteekenis lijkt mij hier een uitgebreid en grondig onderzoek bij het paard, omdat daarbij gebleken is, dat bij dit dier agglutinationogenen voorkomen, die met menschenlijke vrijwel identiek zijn. Als dit juist is, dan komen dus erfactoren, die gelijke phaenotypische gevolgen met zich meebrengen, zoowel bij paard als bij apen en mensch voor. Hiermede verliezen ze dan evenwel meteen hun beteekenis als bewijzen voor een eventuele afstamming, daar toch niemand het paard in de lijn der menschenlijke voorouders zal willen plaatsen. Wellicht blijkt een overeenkomstige gelijkheid later ook nog voor het bloed van andere zoogdieren. Zoo bezien wordt dan het verschijnsel der z.g. bloedgroepen teruggebracht tot de aanwezigheid van bepaalde chemische substanties, die ook in scheikundig opzicht nauw verwant zijn. Dat een dergelijk voorkomen niets bijzonders is blijkt, naar het mij voorkomt, voldoende hieruit, dat we zulk een aanwezigheid van talrijke chemische stoffen kennen. Om slechts één voorbeeld te noemen: de

aanwezigheid van een stof als pepsine, een der eiwitplitsende enzymen, bij de meest verschillende zoogdieren en van gelijkwaardige vervangers ook bij andere Vertebraten. Het verschil met stoffen als de agglutinogenen is dan, dat de laatste een gevolg zijn van de werking van slechts één of twee erfactoren, terwijl de vorming van pepsine ongetwijfeld afhangt van een geheel complex van genen, zooals verreweg de meeste kenmerken van mensch en dier. Slechts door het gemakkelijk wisselende spel der *enkele* genen voor de bloedgroepen hebben de groepsspecifieke agglutinabele stoffen zoo de aandacht kunnen trekken, zooals dit ook gebeuren kon met eigenschappen als oogkleur en haarvorm, die eveneens van slechts zeer weinig erfactoren afhangen. De minder wisselende eigenschappen vallen daarentegen door hun steeds aanwezig zijn niet meer op.

Het bedoelde onderzoek naar de agglutinogenen van het paard is verricht door Prof. S. Schermer (1934), Directeur van het Tierärztliche Institut van de Universiteit te Göttingen, en zijn medewerkers. Zij gebruikten daarvoor ongeveer 400 paarden. Reeds door andere onderzoekers voor hen was geconstateerd, dat menschelijk serum bij het paard agglutinaties teweeg kon brengen en zoo was zelfs een 4-groepen schema met agglutinogenen A en B en passende agglutinininen α en β opgesteld. Bij nader onderzoek bleek het Schermer, dat toch niet alle paarden hierin pasten: 16 % der dieren bleek niet te verklaren met slechts 2 paar agglutinininen-agglutinogenen; later werd dit 30 %, ten slotte zelfs 40 %. Een groots opgezette serie proeven bracht aan het licht, dat ook bij het paard, precies als bij den mensch, 2 typen van A-erythrocyten en 2 typen van α -serum voorkomen. Het zeer gevoelige agglutinogeen werd A_1 , het mindergevoelige A_2 genoemd; het sterk werkende serum α , het zwakke α_1 .

De volgende reacties bleken in vitro nu mogelijk :

$$\begin{array}{rcl} A_1 & - & \alpha_1 \\ & \diagdown & \\ A_2 & - & \alpha \end{array}$$

Het zwakke agglutinine α_1 veroorzaakt geen samenklontering van de roode bloedlichaampjes A_2 en achteraf werd dan ook gevonden, dat de combinatie $A_2 \alpha_1$ in hetzelfde bloed ook werkelijk bij 4 % van alle paarden voorkomt. Het grootste resultaat voor de verklaring der 40 % afwijkingen werd echter bereikt door Schermer's medewerker Kaempffer, dien het gelukte 4 nieuwe erythrocyten-eigenschappen en eveneens 4 bijbehorende agglutinininen te vinden. Hiervoor zijn ingevoerd de letters C, D, E, F, resp. γ, δ, ϵ en φ . Een groot aantal combinaties is hier dus mogelijk geworden, zoodat het dikwijls niet eenvoudig is om twee paarden met precies dezelfde serologische structuur te vinden. De groep O komt heel weinig voor, slechts in 1.4 %, A (A_1 en A_2 samen) en B daarentegen zeer veel, resp. in 63 % en 75 % der onderzochte dieren. Belangrijk is nu, dat

voor de serum-eigenschappen α en β (evenwel niet voor γ, δ, ϵ en φ) de wet van *Landsteiner* bleek te gelden. Ze zijn dus steeds aanwezig waar A, resp. B ontbreken. Dit is mede daarom van beteekenis, omdat deze regel voorts alleen maar schijnt te gelden voor mensche-lijk bloed. Bij het varken b.v. kent men structuren als $O\alpha$, $O\beta$ en Oo , ook Ao en Bo ; bij schaaap en rund Ao , $O\alpha$ en Oo . De zeer sterke overeenkomst wat betreft de eigenschappen A_1 en A_2 en het voor-komen van de agglutinenen α en β bij mensch en paard kan volgens verschillende auteurs geen toeval zijn en pleit naar mijn meening sterk voor identiteit van de daaraan ten grondslag liggende erf-factoren.

Resumeerende moeten wij tot de slotsom komen, dat het, van natuurwetenschappelijken kant beschouwd, nog steeds zeer duistere probleem van 's menschen afkomst en van den oorsprong der onder-scheiden menschelijke rassen door het te baat nemen van de sero-logische kenmerken niet nader tot zijn oplossing kan worden ge-bracht. Het is jammer dat de verwachting van de anthropologie in de bloedgroepen een zelfstandig raskenmerk te zullen bezitten, niet in vervulling is gegaan. Nu gelooven wij ook stellig, dat de vraag naar den oorsprong van den mensch, evenals naar dien van al het geschapene, de grenzen, die aan de natuurwetenschap door hare beoefenaren behooren te worden gesteld, verre overschrijdt. Het betreden van het gebied over deze grenzen door interpretatie in evolutionistischen zin van de feiten, die door het onderzoek naar de bloedgroepen aan het licht gekomen zijn, heeft geen uitkomst ge-bracht. Met spanning uitziende naar wat later onderzoek nog aan het licht moge brengen om verdieping van ons inzicht te verschaf-fen, blijft tegenover het mysterie van de herkomst van den mensch het woord van den Psalmddichter van kracht: Komt laat ons aanbid-den en nederbukken, laat ons knielen voor den Heere, die ons ge-maakt heeft. Wanneer wij de schepping van den mensch niet alleen alleen naar de ziel, maar ook naar het lichaam met dezen auteur geloovig aanvaarden, dan zal instemming met deze opwekking en erkenning van den rijken inhoud ons kunnen behoeden voor dwa-lingen en lichtvaardige gevolgtrekkingen op het gebied van de wetenschap der anthropologie.

EENIGE ORIENTEERENDE LITTERATUUR.

- Bijlmer, H. J. T.*, 1934. The relation of bloodgroups to race, and some personal inquiries in the south-west Pacific. C. R. Congres intern. Anthr. Ethn., London.
- Dahr, P.*, 1936. Über A-B-O Blutgruppen und M-N Blutfaktoren anthropoider und niederer Affen. Zschr. f. Rassenphysiologie, Bd. 8.
- Domarus, A. von*, 1936. Blutgruppen, Blutübertragung und Blutersatzmittel. Die Naturwissenschaften, Bd. 38.
- Fischer, E.*, 1936, in: *E. Baur, E. Fischer und F. Lenz*, Menschliche Erblehre und Rassenhygiene, Bd. 1. München.
- Fischer & Klinkhart*, 1932. Über Hämagglutination und Hämolyse bei *Macacus cynomolgus* und *Simia rhesus*. Zschr. f. Immunitätsforschung, Bd. 75.
- Gusinde, M.*, 1936. Erforschung der Bambuti-Pygmäen und ihrer Blutgruppen. Zschr. f. Rassenphys., Bd. 8.
- Hesch, M.*, 1934. Die rassengeschichtliche Bedeutung der Blutgruppenverteilung. C. R. Congr. intern. Anthr. Ethn., London.
- Julien, P. F. J. A.*, 1935. Bloedgroeponderzoek der Efé-Pygmeeën en der omwonende Negerstammen. Verh. Kon. Belgisch Kolon. Instituut, Brussel.
- , 1937. Distribution of the bloodgroups in some peoples of Liberia and Sierra Leone. Proceedings Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, Vol. XL.
- Lattes, L.*, 1932. The individuality of the blood. Oxford.
- Pondman, A.*, 1934. Bloedgroepbepalingen in de practijk met een bespreking over bloedtransfusiediensten. Geneesk. Bladen, 31e reeks.
- , 1935. Over de bereiding van anti-M en anti-N testvloeistoffen. Nederl. Tijdschr. voor Hygiëne, Microbiol. en Serol., Jrg. 1935.
- Routil, R.* 1933. Zur Entstehung der Blutgruppen. Zschr. f. Rassenphysiol., Bd. 6.
- , 1935. Die bedeutung der Blutgruppenkombinationen van O-A-B-AB und M-MN-N für Phylogenie, Erblehre und Rassenkunde des Menschen. Mitteilungen der Anthropol. Gesellsch. in Wien, Bd. 65.
- Schermer, S.*, 1935. Die Blutgruppen der Haustiere (Pferd, Rind, Schwein und Schaf). Zschr. f. Rassenphysiol., Bd. 7.

- Schiff, F.*, 1932. Ein neues serologisches Erbmerkmal des Menschen. Die Naturwissenschaften, Bd. 35.
- , 1933. Die Blutgruppen und ihre Anwendungsgebiete. Berlin.
- Suk, V.*, 1934. Anthropological aspects of blood-grouping. C. R. Congr. intern. Anthr. Ethn., London.
- Thomsen, O.*, 1932. Untersuchungen über die Erbllichkeit der Blutgruppen A_1 und A_2 in einem grossen Geschlecht. Zschr. f. Rassenphysiol., Bd. 5.
- Verzar & Weszecszy*, 1921. Biochemische Zeitschrift, Bd. 126.
- Weinert, H.*, 1933. Neue Blutgruppenuntersuchungen an Affen im Jahre 1932. (3. Mitteilung). Zschr. f. Rassenphysiol., Bd. 6.
- , 1935. Blutgruppenuntersuchungen an Gibbonaffen im Jahre 1934. (4. Mitteilung). Id., Bd. 7.
- Wellisch, S.*, 1935. Das vorhandene Untersuchungsmaterial im M-N-System. 2. Mitteilung, Zschr. f. Rassenphysiol., Bd. 7; 3. Mitteilung, id., Bd. 8, 1936.
-

HET HYPOTHESEBEGRIIP VAN KEPLER

door

Dr. R. HOOYKAAS.

I. KEPLER'S APOLOGIE VOOR TYCHO.

De uiteenzettingen van Kepler over het begrip hypothese hebben aan actualiteit slechts weinig ingeboet. Nog steeds is men verre van eensgezind over de aard van de kennis, die wij door de natuurwetenschap verwerven ¹⁾. Aan de natuurwetenschappelijke hypothese valt dientengevolge zeer verschillende waardeering te beurt.

In het volgende wordt het hypothesebegrip van Kepler besproken aan de hand van zijn „Apologia Tychonis ²⁾ contra Ursum”. Juist dit tamelijk onbekende werkje werd gekozen, omdat de natuurwetenschappelijke hypothese er met opzet uitvoerig behandeld is en omdat het door het ontbreken van vertalingen voor velen ontoegankelijk is gebleven.

In het tweede gedeelte van dit artikel wordt de kentheoretische achtergrond van het door Kepler ontwikkelde begrip beschouwd. Daarbij zullen we weer zien welk een groote invloed overtuiging hebben kan, als het empirisch feitenmateriaal tot systematische wetenschap verwerkt wordt.

Voorgeschiedenis ³⁾.

Nicolaas Raimier Bär (Ursus) had op slinksche wijze het ontwerp van Tycho's astronomisch systeem in handen gekregen en dit in 1588 in zijn *Fundamentum astronomicum* als eigen werk gepubliceerd. Zijn kwaad geweten, dat duidelijker sprak doordat hij van Tycho niets dan weldaad ondervonden had, maakte hem tot een hevig vijand van den grooten astronoom. Rudolf II had hem in 1588 naar Praag beroepen als hofmathematicus en prof.math. aan de academie. Rudolf verzamelde daar veel twijfelachtige figuren om zich heen, alchemisten en astrologen, die niet altijd van onberispelijke levenswijze waren.

Door zijn groote voortvarendheid werd Kepler (1571—1630) in de onverkwikkelijke twist tusschen Ursus en Tycho betrokken. Hij had in 1595, vóór de publicatie van zijn eerste werk, het „*Mysterium cosmographicum*”, een brief aan Ursus in Praag geschreven ⁴⁾, waarin hij diens oordeel over zijn theorieën vroeg en, naar de ge-

woonte van die dagen, overdreven loftuitingen daaraan toegevoegd, o.m. „roem van Duitschland” (*decus Germaniae*). Ursus nam geen notitie van die brief, totdat hij merkte, dat Kepler's werk opgang maakte. Toen zocht hij contact en drukte de brief in extenso af in zijn in 1597 verschenen „*De hypothesibus astronomicis*”, waarin hij zich verdedigde tegen de beschuldiging van plagiaat en zich uitputte in persoonlijke aanvallen op Tycho. Ondertusschen had Kepler een en ander over Ursus vernomen, waarschijnlijk door zijn leermeester Maestlin: „de roem van Duitschland” is in zijn correspondentie nu „een ezel en geen beer” (*asinus ille, non jam ursus*). Na de publicatie van zijn schrijven aan Ursus kreeg hij van Tycho een booze brief vol verwijten, terwijl Maestlin hem meer dan eenmaal aanspoorde Ursus tot verantwoording te roepen en Tycho zijn verontschuldigen aan te bieden.

Ondertusschen werd Tycho door Rudolf II naar Praag geroepen. Ursus nam hierop snel de beenen: gerechtelijke vervolging had geen voortgang, daar hij overleed (1600). De keizer liet zijn boek in beslag nemen.

Terwille van Tycho en op aandringen van zijn geliefden leermeester is Kepler in 1601, nog in Graz, dus alvorens ook hij naar Praag trok, met een apologie voor Tycho begonnen, waarin vooral bewezen moest worden, dat Tycho zijn hypothesen niet aan de Ouden ontleende. De samenwerking tusschen Tycho en Kepler te Praag was van korten duur; 24 November 1601 stierf Tycho. Kepler schoof het onaangename werk van de apologie terzijde. Tycho en Ursus waren beiden gestorven en de zaak had hem vanaf het begin tegen de borst gestuit; hij kon zichzelf zijn ondoordachte overdrijving niet goed vergeven. Maar ook een andere reden hield hem tegen. Aan David Fabricius, die hem aanspoorde nu spoedig zijn belofte aan Tycho te vervullen, schreef hij December 1602, dat hij eerst de geschiedenis der hypothesen nog eens grondig wilde bestudeeren en dat hij het werk zou uitgeven als het minder opzien zou baren dan nu, want Ursus was zijn voorganger ⁵⁾. Kepler had namelijk de positie van hofmathematicus gekregen en het pleit voor zijn fijn gevoel, dat hij aarzelt dadelijk tegen zijn voorganger te schrijven.

Ander werk, de uitgave van Tycho's nalatenschap, heeft Kepler's aandacht voorgoed van de kwestie afgetrokken. Het handschrift is onvoltooid blijven liggen totdat Frisch het in de vorige eeuw bij de Opera omnia uitgaaf ⁶⁾. Het bestaat uit een voorrede en twee hoofdstukken: „Wat een astronomische hypothese is” en „Over de geschiedenis der hypothesen”. In de korte voorrede vertelt Kepler over de bewuste brief. Hij zegt, dat hij als jongeling van 23 jaar te hard van stapel geloopt is, zoowel in het prijzen van Ursus als in het zich neerbuigen voor hem. „Door mijn onmatige lof heb ik velen geleerden onrecht gedaan”. „Ursus eigent zich Tycho's hypothesen

toe en doet alsof ik aan zijn zijde sta, omdat ik schreef „hypotheses tuas amo”, aldus een getuigenis ontwingend aan iemand, die niet op de hoogte was”. Kepler zegt verder, dat hij Ursus aangekondigd heeft de pen tegen hem op te zullen nemen, echter alleen wat het wetenschappelijke betreft.

Huiselijke omstandigheden en Ursus' dood beletten hem hieraan gevolg te geven, maar de belofte aan Tycho bleef en „ziehier dan het werk”.

Hoofdstuk II dient om het ontstaan der astronomische hypothesen historisch te belichten, opdat aldus blijke, dat Ursus ten onrechte Tycho er van beticht heeft oude Grieksche hypothesen omgewerkt te hebben.

Om hoofdstuk I, „wat een astronomische hypothese is”, te kunnen begrijpen, is het van belang de in Kepler's tijd heerschende opvatting te beschouwen.

Het hypothesebegrip van de scholastiek.

In de Middeleeuwen en ook nog in Kepler's tijd werd de astronomie, voorzoover zij geen sterrewichelarij (astrologie) was, beschouwd als *praktische* wiskunde, in tegenstelling tot de theoretische, zuivere wiskunde. (Vandaar ook Kepler's titel van hofmathematicus). Dit hangt samen met de opvatting, dat de taak der astronomie slechts is de plaats der hemellichamen met behulp der wiskunde te construeeren en te berekenen ⁷⁾. Plato had als taak der hemelkunde gesteld cirkelvormige banen te construeeren met behulp waarvan men de plaats der hemellichamen berekenen kan. Men trachtte deze eisch te vervullen door constructie van excentrische cirkels, maar ook door epicykels. (De planeet beschrijft een cirkelbaan waarvan het middelpunt zich beweegt langs een cirkel, die de aarde tot middelpunt heeft).

Hoe de hemellichamen zich *in werkelijkheid* bewegen, was iets dat uitgemaakt moest worden door de „natuurphilosophie”. Men dacht er niet aan ervaringen, die voor het aardsche golden, ook op de hemel toe te passen, want het aardsche, ondermaansche is volgens de scholastieke wijsbegeerte vergankelijk, terwijl het hemelsche eeuwig is. De mogelijkheid tot wat wij nu zouden noemen een natuurwetenschappelijke behandeling van de hemel werd niet erkend. Wat men over de hemel wist, wist men door de *physica*, die wij echter nu grootendeels als metaphysica zouden betitelen. Deze verklaarde aard en beweging der hemellichamen door wijsgeerige redeneering; de hemellichamen beschrijven allen cirkelbanen, want zij zijn eeuwig en het eeuwige komt de volmaakte beweging, die geen begin of einde heeft, de cirkelbeweging, toe. Ook bij de planeten, waar het anders lijkt, moeten er inderdaad cirkelbewegingen zijn. Om aan deze eisch der *physica* nog eenigszins tegemoet te komen gebruikten de astronomen dan ook juist cirkelconstructies.

De hypothesen der astronomie echter waren slechts „werkhypothesen”, hulpvoorstellingen, die niet pretendeerden de werkelijkheid weer te geven, maar slechts dienden om de plaats te berekenen, dus een mathematische *beschrijving* te geven van de banen die wij waarnemen. De physica gaf daarentegen hypothesen, die wel aanspraak maakten de werkelijkheid uit te drukken. Zij ontkende het recht van de wetenschap, die zich met het aardsche proefondervindelijk bezig hield, door analogiebesluit hieruit iets over het hemelsche te concluderen en onttrok zich door haar wijsgeerige methoden bij voorbaat reeds aan empirische toetsing. Wel waren er astronomen, die de realiteit b.v. der epicykels aanvaardden, maar zij waren daardoor in strijd met de leer der „School”.

Tot laatstgenoemd type van astronomen behoorde ook Copernicus (1473—1543). Hij meende inderdaad, dat de zon het centrum van het heelal is, waaromheen de aarde en de overige planeten zich in cirkelvormige banen bewegen. Hiermee randde hij de bestaande opvattingen aan, want nu verviel het essentiële onderscheid tusschen hemel en aarde, daar de aarde nu als een planeet beschouwd werd. Daar kwam nog bij, dat men tegenspraak met de H. Schrift meende te bespeuren.

Door zijn realistische opvatting stelde Copernicus dus een nieuwe „physica” tegenover de oude ⁸⁾. Het is daarom te begrijpen, dat velen, die een botsing met de overgeleverde filosofie en theologie niet aandurfd en toch de voordeelen van Copernicus' systeem inzagen, het zóó trachtten voor te stellen, dat Copernicus hier als „astronoom”, als „mathematicus” redeneerde, d.w.z. dat hij slechts naast de epicykeltheorie een andere meetkundige constructie gaf om de plaats der hemellichamen te berekenen. Hiertoe behoorde ook de uitgever van Copernicus' „De revolutionibus”. Aan Andreas Hossmann (Osiander), een Luthersch theoloog, was de uitgave van dit boek toevertrouwd geworden. In 1541 antwoordde hij op een brief van Copernicus ⁹⁾, dat astronomische hypothesen geen geloofsartikelen maar slechts grondslagen der berekening zijn. Daarom raadde hij Copernicus aan hierover iets in de voorrede te zeggen, opdat de peripatetici en de theologen, wier heftige tegenspraak gevreesd werd, milder gestemd zouden worden.

Aan Kepler was bekend, dat de anonyme voorrede van Copernicus' boek van Osiander afkomstig is ¹⁰⁾. Osiander past zich daar geheel aan bij de traditioneele, ook door den Lutherschen theoloog Melanchthon ¹¹⁾ bevestigde, opvatting, dat het voldoende is wanneer een hypothese tot een berekening leidt, die met de waarnemingen overeenstemt. Hij zegt, dat de wetenschap hypothesen opstelt om de berekening mogelijk te maken, niet met de aanspraak dat het nu ook werkelijk zoo is. „Voor dezelfde beweging zijn soms meerdere hypothesen mogelijk; de astronoom kiest de begrijpelijkste en eenvoudigste, de filosoof de waarschijnlijkste” (de geocentrische!).

Dat Osiander hiermee tegen de ware bedoeling van Copernicus in ging, is duidelijk; Copernicus eischte van zijn hypothesen niet alleen, dat zij het verschijnsel berekenden, maar ook dat zij conform waren aan de beginselen der physica (metaphysica). Zijn physica was echter niet meer de peripatetische maar de platonische en zooals we zien zullen is Kepler hem hierin gevolgd.

Ook Ursus draagt dezelfde meening voor als Osiander, maar op onbeholpen wijze. Hij beweert niet alleen, dat een hypothese niet de realiteit uitdrukt, maar overdrijft dit door te zeggen, dat het tot haar wezen behoort, dat ze onjuist is, dat ze niet meer dan een vernuftspel is ¹²⁾.

Er blijkt uit het voorgaande, dat de aanhangers der oude school de hypothese beschouwden zooals wij het met beroep op Newton ook dikwijls doen, als een min of meer willekeurige veronderstelling, terwijl de nieuwe richting een realistische astronomie, die deel der „physica” is, voorstond en de hypothesen als noodzakelijke, onwankelbare grondslagen opvatte. Het gaat tusschen de hypothese als suppositio, *onderstelling* en als sub-positio, *onderstelling*.

De Parijsche hoogleeraar Ramus had met rhetorische wending zijn professorszetel beloofd aan hem, die een astronomie zonder hypothesen kon geven. Kepler schrijft daarover aan Maestlin in 1597 (dus kort na publicatie van het *Mysterium cosmographicum*): Als Ramus daarmee hypothesen bedoelt, die moeten worden geloofd en niet bewezen en onder hypothesenvrije astronomie verstaat, die welke slechts de *ware* hemelbeweging geeft, dan komt aan Copernicus of aan mij dat professoraat toe. Verwerpt Ramus echter *alle* hypothesen: de ware en natuurlijke zoowel als de valsche, dan is hij dom. En, zegt Kepler schertsend, ik wil liever mijzelf professor dan Ramus dom noemen (*malo me professorem regium quam Ramum stultum appellare*) ¹³⁾.

Het realistische hypothesebegrip heeft Kepler verdedigd tegen Osiander (in zijn *Mysterium cosmographicum*) en tegenover Ursus in zijn *Apologia Tychonis*.

„Wat een hypothese is” ¹⁴⁾.

Het woord hypothese werd volgens Kepler het eerst door de meetkundigen (geometra) gebruikt. Zij waren niet zoo dwaas als de Pyrrhonisten ¹⁵⁾, die alles betwijfelen, maar hebben door „natuurlijk licht” (*lumen naturale*) geleid, bepaalde algemeen erkende grondslagen als uitgangspunt genomen. Zij noemden die „axioma's”. Een andere soort is er echter ook; daarvan wist men niet zeker of zij juist waren. Toch werden zij als zoodanig aanvaard om daarna af te leiden wat volgen zou indien zij juist waren. Met deze soort vooral heeft men te maken als men de bewijsmethode van de geometrie naar verwante wetenschappen overbrengt. Beide soorten noemde men hypothesen, of suppositiones, *onderstellingen* t.o.v. hetgeen, dat men

bewijzen wilde. Van de geometrie kwam het woord hypothese in de logica, waar ook Aristoteles het gebruikt. In de reeks syllogismen zijn de praemissen of propositiones van het eerste de hypothesen. En daar zoowel geometrie als logica in de astronomie toegepast worden, doen dus ook daar de hypothesen hun intrede. Bij een astronomisch bewijs is de waarneming, waarop dat berust, een hypothesis.

Deze beteekenis van het woord hypothese: grondslag, uitgangspunt zonder meer, is echter een zeer ruime. Als bijzondere definitie, zegt Kepler, noemen we „*astronomische hypothese*” het geheel der opvattingen waarmee een geleerde de reden der hemelsche bewegingen bewijst, zoowel *physische* als *geometrische* stellingen, of hij hen ergens anders vandaan heeft of wel hen tevoren uit waarnemingen bewezen heeft. Door syllogistische noodzaak volgen daaruit dan weer de waargenomen plaatsen der sterren, zoowel die welke hij als hypothesen gebruikt heeft als die welke nog zullen verschijnen.

Bij deze definitie wordt door Kepler dus elke grondslag van de astronomische redeneering, in de letterlijke beteekenis als *onderstelling*, als *astronomische hypothese*, beschouwd. Over de aard daarvan laat hij zich nog niet uit: al of niet empirisch gevonden, meetkundig of natuurkundig of metaphysisch van karakter, dit alles kan „*astronomische hypothese*” bij hem inhouden. Hij legt zich niet vast aan de geijkte gewoonten van zijn tijd.

„Wat is een juiste hypothese?” ¹⁶⁾.

Na de beteekenis van het woord hypothese uiteengezet te hebben wil Kepler onderzoeken wanneer een hypothese juist is. Met bruikbaarheid stelt hij zich niet tevreden; trouwens hij gelooft vast, dat alleen de juiste hypothese tot het eind toe bruikbaar is. Kepler is geen pragmatist, hij stelt de eisch der juistheid, „want wetenschap, dus ook astronomie, is geen spel”. Het nu volgend betoog toont groote overeenkomst met gedeelten uit het *Mysterium cosmographicum*:

Wil men tot juiste conclusies komen, dan moeten de praemissen van het syllogisme, d.w.z. de hypothesen, ook juist zijn. Nu gebeurt het wel, dat als een of beide praemissen foutief zijn, toch een juiste conclusie getrokken wordt, maar dit is toeval (b.v. Copernicus nam van twee hemellichamen de breedte evenveel te klein en kreeg daardoor een juiste conclusie over hun onderlinge afstand). Bij het trekken van verdere conclusies komt echter hun onjuistheid steeds duidelijker aan den dag; steeds wordt het moeilijker de samenhang met andere feiten te handhaven; steeds meer wordt het betoog gewrongen. Leugenaars moeten een goed geheugen hebben, zegt het spreekwoord ¹⁷⁾.

Kepler wil hier ongetwijfeld mee zeggen, dat een onjuiste hypothese soms voor een deel der wetenschap bevredigend kan zijn, maar dat hij in het geheel der wetenschappen gepast, zijn leugenachtig

karakter niet kan verbergen. Dat dit zijn bedoeling is, blijkt wel uit hetgeen volgt :

Hoe kan het dan, vraagt hij zich af, dat er in de astronomie zoo veel verschillende hypothesen zijn, die toch allen dezelfde bewegingen demonstreeren? In de lange reeks van bewijzen, die men in de astronomie meestal heeft, is het nauwelijks mogelijk, dat uit een ongezonde hypothese een gezond resultaat, dat met de waarneming overeenstemt, zou volgen. Echter, als men meent, dat uit verschillende hypothesen hetzelfde volgt, dan is dit nog niet zoo. Als twee hypothesen hetzelfde resultaat geven wat de plaatsberekening betreft (quoad numeros), dan presteeren ze nog niet hetzelfde. Want het kan zijn, dat de eene behalve de plaatsberekening nog iets meer wil bewijzen. Zoo wilde Copernicus behalve de plaats bepalen ook nog de noodzakelijkheid aantonen waarom sommige planeten in oppositie met de zon het dichtst bij de aarde zijn en dat werd door de concurreerende hypothese niet verklaard ¹⁸⁾.

Kepler meent dus, dat Copernicus behalve plaatsberekening ook het waarom, de *oorzaak* der verschijnselen vraagt ¹⁹⁾. En zelfs indien verschillende hypothesen in het astronomische hetzelfde zouden presteeren, dan zou er nog door physische beschouwing verschil zijn (*alicujus considerationis physicae*). Kepler sluit de physische beschouwingswijze niet buiten de astronomie. Hij zegt, dat de astronomen hun hypothesen zoowel met geometrische als met physische redenen behooren te overwegen. Al vallen de conclusies van twee hypothesen in het geometrische samen, in het physische zullen ze toch hun aan ieder eigene gevolgen hebben. Kepler voelt echter wel, dat deze argumentatie zijn tegenstanders, die een geheel ander uitgangspunt hebben, niet raken zal.

De astronomen, zoo gaat hij voort, plegen niet steeds deze physische verschillen te beschouwen, maar beperken zich tot de grenzen der geometrie of astronomie (hier neemt hij het woord dus in de traditioneele beteekenis!). Wij willen ons nu bij hen aanpassen en de gelijkwaardigheid *binnen* één bepaalde wetenschap (dus de zuiver geometrische astronomie!) bespreken. Als voorbeeld de dagelijksche beweging. Binnen de astronomie verklaren beide hypothesen: de aarde draait binnen de hemel of de hemel draait om de aarde hetzelfde (opkomst en ondergang der sterren, dag en nacht). Toch kan, daar ze contradictorisch zijn, slechts een van beiden waar zijn, zoodat men zou denken, dat uit het onjuiste even goed het juiste kan volgen als uit het ware. Maar hetgeen volgt, volgt niet uit de beweging van de hemel of van de aarde, maar uit de onderlinge scheiding dier twee (*quatenus intercedit inter coelum et terram aliqua separatio super tractu quodam*). De verschijnselen worden dus slechts gedemonstreerd door de twee hypothesen voorzoover zij gelijkwaardig (*sub uno genere*) zijn, niet door hetgeen waarin zij verschillen. De oorzaak van hun bewijskracht is dus dezelfde van

dit standpunt, ook al zijn zij fysisch contradictorisch ²⁰⁾.

Een ander voorbeeld levert de concentrische cirkel met epicykel, die gelijkwaardig is met de excentrische. In werkelijkheid let de planeet niet op het middelpunt van een epicykel of van de excentrische cirkel. Beiden bewijzen slechts, dat bij eenparige beweging het verblijf van de planeet in de eene „semicirkel” langer duurt dan dat in de andere. Wat elk van beiden in het bijzonder heeft (in specie) wordt niet bewezen. De bijzonderheden hebben de geleerden meer voor hun eigen begrip dan tot verklaring der natuur toegevoegd. Geen der beide onderstellingen is dus een astronomische hypothese; slechts hetgeen beiden gemeen is, n.l. het bepaalde gedeelte van de planeetbaan (*circuli planetarii portio*), dat men veronderstelt in de eene helft van de dierenriem (*circulus zodiaci*) te zijn. Als wij het begrip „juiste hypothese” vormen, dan moeten hypothesen, van welke kant ook beschouwd, waar zijn en dan is het de plicht van den astronoom niet bij vol weten onjuiste, vernuftig opgezette hypothesen te veronderstellen om daarmee zijn berekening uit te voeren.

Als Kepler nu aantoonst, dat Oslander, tegen Copernicus' bedoeling in, van de hypothese slechts bruikbaarheid, geen volstreckte waarheid eischt, dan vestigt hij nogmaals de aandacht op de dubbelzinnigheid van het woord hypothese (*aequivocatio vocis hypothesis*). Welk deel der planeetbaan in een halfcirkel van de zodiak is, is een echte hypothese, die niet veranderd kan worden. De vorm der berekening daarvan kan verschillen, maar deze is geen *astronomische* maar eerder een *geometrische* hypothese ²¹⁾. Zegt een astronoom, dat de maanbaan ovaal is ²²⁾, dan is dit een astronomische hypothese, maar zegt hij uit welke cirkels die ovaal ontstaan kan, dan gebruikt hij geometrische hypothesen. Zegt Ptolemaeus, dat de beweging van een planeet in het apogaeum verlangzaamt, dan stelt hij een astronomische hypothese op; voert hij het gelijkheidspunt in, dan doet hij dit als geometer terwille van de berekening. En Oslander speelt met deze dubbelzinnigheid van de hypothese; hij draagt hetgeen voor de geometrische hypothese wáár is, over op de astronomische ²³⁾.

Het lijkt alsof in deze betoogen Kepler inderdaad tijdelijk afziet van de z.g. „fysische” beschouwingen en nu tegenover elkaar stelt de waargenomen feiten, die hij als astronomische hypothesen aandient en de verschillende geometrische constructies om die feiten voor berekening toegankelijk te maken. Eigenlijk gunt hij deze rekenhypothesen de naam van hypothese niet. Zelfs als men de taak der astronomie beperkt tot beschrijving der doorloopen banen, zelfs dan is het onmogelijk volgens hem, dat twee hypothesen dezelfde conclusie geven; het verschil er tusschen is voor het bewijs van geen belang. Hun gemeenschappelijke kern is de eigenlijke hypothese. In de gegeven voorbeelden blijft als zoodanig slechts het geconstateerde

feit over: de hemel draait om de aarde of omgekeerd; de zon draait om de aarde of omgekeerd.

Waarom voegt Kepler er niet als voorbeeld van gelijkwaardige astronomische opvattingen bij: de 5 planeten bewegen zich volgens ingewikkelde banen om de aarde of in cirkelbanen om de zon? Ook hier toch gaat het niet om de keuze tusschen twee geometrische constructies van dezelfde beweging, maar om het betrekken van dezelfde plaatsbepalingen op verschillende vaste punten? Men kan de gemeten onregelmatige baan der planeten t.o.v. de aarde toch als een feit, dus als een astronomische hypothese in de beteeckenis, die Kepler daaraan geeft, beschouwen? Toch blijkt, dat Kepler de vraag of de planetenbeweging op de aarde of op de zon betrokken moet worden van geheel andere aard acht dan de kwestie of de aarde om de zon draait of omgekeerd. „Niemand twijfelt nog, zegt hij, dat wat gemeenschappelijk is in Tycho's en Copernicus' hypothesen, n.l. dat de zon het centrum van de beweging der 5 planeten is, werkelijk ook zoo is, hoewel over de beweging of rust van de zon nog getwijfeld wordt. Door de astronomie is dit in de physische wetenschap opgenomen” (m.a.w. als werkelijkheid erkend).

Nu is dus het niet te ontkennen concreet resultaat van de astronomie, dat op de zon betrokken de 5 planeetbanen eenvoudig zijn en ook de retrogradaties helder worden, terwijl op de aarde betrokken alles ingewikkeld wordt. Laat Kepler door zijn besliste keuze zonder eenige motiveering voor de eenvoudigste beweging nu niet de astronomische feiten als de eenige grondslag van de astronomische hypothese los? Voor het bewustzijn van zijn tijdgenooten niet. Zelfs de voorstanders der geometrische astronomie tegenover de physica hadden hun niet-empirische, „physische” eischen op de achtergrond. De hemelbewegingen moeten eenparig en cirkelvormig zijn ²⁵⁾. Dit was zóó vanzelfsprekend, dat het zelfs bij het wiskundig spel, dat de astronomisch-geometrische hypothese voor velen was, als regel gold. De epicykeltheorie was een poging de ingewikkelde beweging t.o.v. de aarde op eenparige *cirkelbewegingen* terug te voeren. Voor Kepler komt zij echter niet in aanmerking als realiteit, omdat men de bodem der feiten verlaat door een „hypothetisch” centrum aan te nemen en omdat de theorie *te ingewikkeld wordt*. Als Kepler nu de astronomische hypothese van een geometrische constructie van cirkels tot direct gemeten werkelijkheid wil maken, dan stelt hij zichzelf dus stilzwijgend de eisch, dat de gemeten plaatsen op zoodanig centrum betrokken moeten worden, dat een eenvoudige baan beschreven wordt. Hiermee heeft hij zich voor het bewustzijn der astronomen nog niet buiten het gebied der rekenende en metende astronomie begeben. Met recht kon hij dus zeggen, dat de astronomie hier iets tot de physica, tot de kennis van de werkelijke bouw van het heelal bijgedragen heeft ²⁶⁾.

De astronomisch-physische hypothese.

De zon in het centrum van de aardbaan of de aarde in het centrum van de zonnebaan is ook hetzelfde ervaringsfeit, maar beide beschouwingen voldoen aan de eisch van eenvoud, zoodat uit „astronomisch” oogpunt de stelsels van Copernicus en Tycho gelijkwaardig zijn. Maar daar heeft Kepler geen vrede mee; hij wil iets absoluuts en als de astronomie niet op eigen kracht tot de *volle* werkelijkheid kan komen, dan is het geoorloofd hulp van buiten te halen.

Ursus wil, dat astronomen slechts hemelbewegingen voorspellen en berekenen. Dit is wel hun eerste plicht, zegt Kepler, maar een astronoom is ook een filosoof, die de natuur der dingen onderzoekt. Een goed astronoom is hij die tot de waarheid voor het gezichtszintuig komt, een beter astronoom wie ook de verborgen vorm der natuur tracht te vinden. Voor de berekening, zoo gaat hij voort, is Ptolemaeus' stelsel niet slechter dan dat van Copernicus. Copernicus en Tycho zochten echter ook de oorzaken waarom (*causae*) de liefde tot de te kennen natuur (*amor cognoscendae naturae*) dreef hen er toe met astronomische argumenten dit deel der physica te onderzoeken; zij gaan prat op overeenstemming met de natuur der dingen. Copernicus is volgens eigen zeggen, toen hij een ongelijkheid in de epicykelbeweging ontdekte, van Ptolemaeus afgeweken, niet omdat die beweging niet klopte met de waarneming, maar omdat hij streed met de *natuur* der dingen ²⁷).

De astronoom heeft tot taak de volle werkelijkheid uit te drukken, ook al gebruikt hij geen zuiver astronomische argumenten en daarom zien wij Kepler, het begrip verder toespitsend, ook op de „astronomisch-physische hypothese” de naam „astronomische hypothese” toepassen.

Tycho koos voor beweging van de zon om de aarde, omdat geen parallaxis der vaste sterren gemeten werd en omdat hij dit meer in overeenstemming met de H. Schrift achtte. Kepler legt zich bij het eerste, toch wel „astronomische” argument niet neer; het kan zijn dat de afstand der vaste sterren zoo groot is vergeleken met de aardbaan, dat de parallaxis niet meetbaar is. Hij meent, dat er geen strijd met de Schrift is; in zijn *Mysterium* belooft hij niets te zullen zeggen dat de Schrift aanrandt en toont hij zich tot intrekken bereid, indien men hem daarvan overtuigen kan ²⁸). Hij openbaart zich dáár als Copernicaan; hier schrijft hij echter een apologie voor Tycho, dus kan hij moeilijk tegen Tycho stelling nemen. Dit verklaart mede zijn geringe geestdrift voor dit werkje; hij moet Ursus (en Osiander) bestrijden zonder hetgeen hemzelf het belangrijkste en het liefst in zijn argumentatie is te berde te kunnen brengen. Zijn diepste motieven vinden we daarom in zijn apologie voor Copernicus, in het *Mysterium cosmographicum*.

Daar constateert hij, dat Copernicus en Tycho het er over eens zijn, dat de planeten om de zon draaien en dat het niet beslist nood-

zakelijk is hieraan de opvatting te verbinden, dat de zon stil staat. Om te begrijpen waarom Copernicus dan „speciem pro genere” genomen heeft door de zon bovendien in het centrum der wereld te plaatsen, moeten we van de astronomie naar de physica of cosmographie overgaan, zegt Kepler. Copernicus' hypothese stemt overeen met de natuur, want deze bemint eenvoud en eenheid en heeft niets overbodigs. Copernicus heeft niet alleen de overbodige cirkels verwijderd, maar ons ook de schoone samenhang van de wereld geopenbaard ²⁹).

Kepler doet hier de keus, *alles*, ook de aardbeweging op de zon te betrekken, omdat dit het meest harmonische totaalbeeld geeft. Eerst hiermee heeft hij naar zijn eigen meening de bodem der eigenlijke astronomie verlaten en de physica te hulp geroepen. Het schoonste geheel is volgens hem ook het ware.

Het „naïef realisme”.

Ursus meent, dat men begint met een hypothese en dan tot waarneming komt. Volgens Kepler is het begin der kennis uit de zintuiglijke waarneming ³⁰); daar komt dan de redeneering (*ratiocinatio*) bij, die de geest tot kennis van de vorm der wereld brengt. Deze conclusie uit de waarneming heet dan achteraf de „astronomische hypothese”. Drie dingen zijn er in de astronomie: 1. de schijnbare (*apparentes*) bewegingen der hemellichamen; 2. de astronomische hypothesen; 3. de geometrische hypothesen ³¹). Al begint zij er mee, toch is de astronomische waarneming voor Kepler niet identiek met de directe zintuiglijke gewaarwording. Evengoed als de oudere astronomen weet hij, dat het verstand noodig is om de zinnelijke schijn tot wetenschappelijk feit te verdiepen. Tegenover de naïeve opvatting, die niet boven direct zintuiglijke ervaring uitgaat, staat Kepler naast de ptolemeïsche astronomie en daarom doet hij terloops een aanval op Patrizzi (1529—1597).

Patricius verwerpt sferen en cirkels en elke astronomische hypothese. De planeten bewegen zich volgens hem tusschen de vaste sterren en beschrijven inderdaad spiralen en verdraaide lijnen langs de hemelkoepel, zooals wij die direct waarnemen ³²). De goddelijke rede stuurt hen in hun grillige loop. Kepler geeft toe, dat de loop der planeten door de hoogste Rede beheerscht wordt en dat, indien het God behaagde, zij daarom alleen reeds de spiraalbanen kunnen doorloopen, zooals wij die zien. De waarlijk filosoferende astronoom echter verschilt van Patricius als hij vraagt wat God eerder zou behagen: de planeten de samengestelde en verwarde beweging te geven, die ons oog treft, of hen zoo eenparig en regelmatig te laten bewegen? Hij zoekt de oorzaken waardoor ons gezicht gefopt wordt en verheugt zich als hij van de eenvoudige, geordende beweging der planeten de toevallige, door phantasie van het gezicht ontstane, gescheiden heeft. Bij Patricius' opvatting kan men geen

voet verzetten zonder dat er een wonder gebeurt. Gelooft men alleen het gezicht en gebruikt men niet rede en gezond verstand, dan bewegen, als wij wandelen, de bergen t.o.v. elkaar en komen naar ons toe. Patricius' wijsheid is die van iemand, die door het venster naar grazende koeien keek, terwijl voor het raam een spin hing. Hij zag hen in dezelfde richting en onderscheidde het afstandsverschil niet en riep uit: o wonder, een veelvoetige koe! (*miraculum, bovem multipedem*) ³³).

De schijnbare wegen der planeten behooren tot de taak der praktische astronomie (*astronomia practica et mechanica*); om de ware wegen te vinden heeft men de beschouwende astronomie noodig ³⁴); aan de meetkundigen de taak uit te maken door welke lijnen en cirkels op papier de juiste afbeeldingen dier ware bewegingen ge- teekend worden.

II. DE ACHTERGROND VAN KEPLER'S „PHYSISCHES” HYPOTHESEN.

Het geometrische wereldplan.

Reeds vóór 1595 stond Kepler's grondgedachte vast, dat God de wereld schiep naar maat en getal. God heeft in de schepping Zichzelf willen uitdrukken; in Zijn wezen was het getal 3 reeds opgesloten. Vóór de schepping was er geen getal dan de 3, die God zelf is; in het geschapene is echter het getal steeds een accidens van de hoeveelheid ³⁵).

De laatste stelling is voor Kepler zeer belangrijk; de getallen ontleenen hun waardigheid niet aan zichzelf, maar aan de quantiteiten die zij uitdrukken. Kepler is tegenstander van de zuivere getallenmystiek; 6 is een volmaakt getal door de eigenschappen van de zeshoek; op zichzelf is het niet heilig ³⁶). Dit komt dus neer op de prioriteit der geometrie t.o.v. de arithmetica. De geometrische begrippen, die in de Goddelijke geest abstracties zijn, hebben voor hun uitdrukking in het subject, in het geschapene, de materie noodig; waar het geschapene is, daar is meetkunde (*ubi materia, ibi geometria*) ³⁷).

Om te beginnen staat vast de harmonie der rustende dingen: zon, vaste sterrensfere en tusschenruimte met Vader, Zoon en H. Geest ³⁸). Dit is volgens Kepler geen ledige gelijkenis, die men achteraf opmerkt, maar de oorzaak dat de wereld zóó en niet anders is ³⁹). De Drieëenheid zelf was dus oertype voor het heelal.

Nu vraagt Kepler ook voor de bewegende lichamen, de planeten, naar oorzaken waarom het zóó en niet anders is met hun aantal, afstanden en bewegingen. Van alles heeft hij geprobeerd om er achter te komen: of misschien de straal van de eene baan een veelvoud van die der andere is en ook het tenslotte als verkeerdt inge-

ziene pogen uit de getallen als zoodanig iets af te leiden ⁴⁰). Hij geloofde tenslotte de oplossing gevonden te hebben: het doel van zijn eerste werk, het *Mysterium*, was vooral aan te toonen, dat de Schepper bij de schepping op de 5 regelmatige lichamen lette en aan hen natuur, getal, verhoudingen en snelheden der bewegingen aanpaste ⁴¹).

Kepler meent, dat God bij de schepping als volmaakt Schepper het schoonste maken moest (*Timaeus*: de beste moet het schoonste maken). De Idee der wereld, die God bij wijze van spreken (*loquimur humano more*) vóór de schepping van het volmaaktste werk opvatte (*praeconcepit*) moest dus de hoogste Idee zijn en daarom moest God de wetten, die Hij in Zijn goedheid Zichzelf voorschreef, gebruiken, zoodat de Goddelijke Drieëenheid in de schepping uitgedrukt is. Hij wilde in de wereld de goddelijkheid van den Maker afschaduwten. Zooals God de norm en regel der schepselen is, zoo is de bol die voor de lichamen. Het beperkt getal der planeten en de grootte van hun banen heeft God, die, als Plato zegt, altijd wiskunde bedrijft, bepaald door de regelmatige lichamen en hun ingeschreven en omgeschreven bol. Wie dit aanneemt heeft de ware astronomie. Er behooren (oporteat!) niet meer dan 5 verhoudingen, dus 6 planeetsferen te zijn ⁴²). Kepler is van de waarde dezer speculaties ten sterkste overtuigd. Hij meent *a priori*, uit de oorzaken, uit de scheppingsidee zelf gededuceerd te hebben hetgeen dat Copernicus achteraf, uit de effecten, *ex phainomenois*, vond ⁴³).

Na 25 jaar (1621) getuigt hij nòg, dat zijn zeker beginsel al die tijd geweest is, dat de oorzaken der natuurlijke dingen mathematisch zijn, omdat God de Schepper de wiskundige begrippen als archetypen van eeuwigheid bij zich gehad heeft in hun zuivere abstractie van de quantiteiten, materieel-geometrisch beschouwd ⁴⁴).

Kepler begrijpt, dat op deze wijze slechts een statisch begrip van de wereld verkregen wordt; het gebeuren en bewegen blijft er buiten. Hij geeft toe, dat de archetypen op zichzelf zonder kracht zouden geweest zijn, als God er niet bij het scheppen bepaalde vermogens in gelegd had. Nadat Kepler dan ook „ontdekt” had [*Harmonices mundi* (1619)], dat de archetypen voor de excentriciteiten der banen te vinden waren in de ook reeds aan Pythagoras bekende muzikale harmonieën, was hij ervan overtuigd, dat, had Aristoteles dit ook geweten, hij — daar archetypen zelf niet kunnen werken — God als Architect erbij aanvaard zou hebben ⁴⁵). De schoonheid en harmonie van de schepping drijven volgens Kepler dus tot aanvaarden van een redelijk Bouwmeester.

Het vermogen van den mensch tot kennen.

Kepler kon dit alles zoo apodictisch niet beweren, indien hij niet de vaste overtuiging bezeten had, dat de mensch in staat is tot ware kennis. Als hij het heliocentrische systeem tegenover Brahé en

Ptolemaeus verdedigt, beroept hij zich op het *natuurlijk licht* der rede, dat eischt, dat het Gode waardiger is dat alle bewegingen uit één bron vloeien dan dat de zon aan een onedeler lichaam (de aarde) zijn beweging zou ontleenen ⁴⁶). Wat verstaat Kepler nu onder dit „natuurlijk licht“?

Kennen is voor hem het wiskundig, het meetkundig kennen, want materie is ruimte. „*Mensurare est scire*“: meten is weten ⁴⁷).

De wiskundige rationeele verhoudingen in hun schoonheid en harmonie leggen getuigenis af van hun Maker. Maar wie garandeert ons, dat wat wij als waar, schoon, eenvoudig en harmonisch ervaren nu inderdaad per se, a.h.w. in God's oog, dit ook is? Wie waarborgt dus de volstreckte waarheid van onze kennis? Hoe kunnen wij zeker zijn, dat het geometrische kennen het hoogste is? Dat indien eenerzijds wij als de hoogste wet der natuur de meetkundige wetten vinden en anderzijds God bij de schepping Zichzelf in de natuur heeft willen uitdrukken, wij nu de gevolgtrekking mogen maken, dat God's Wezen geometrisch is? Hoe weet ik dus zeker, dat, verondersteld dat God's Wezen in de natuur uitgedrukt is — ik nu ook in staat ben dit te leeren kennen?

Hier komt Kepler's theologisch-wijsgeerige overtuiging naar voren, dat God den mensch zóó geschapen heeft, dat hij ware kennis kan verkrijgen, dat hij ons niet in het duister wil laten.

Alles schiep God naar de normen der quantiteit, zegt hij, dus heeft God den mensch een geest gegeven, die deze ook begrijpen kan ⁴⁸). Zooals het oog voor de kleuren en het oor voor de geluiden, zoo is de menschelijke geest niet voor iets willekeurigs, maar tot het verstaan der quantiteiten geschapen; hij merkt een ding juist op naarmate het dichter staat bij de naakte quantiteiten (die er de oorsprong van zijn); hoe verder het er van af staat, hoe meer fouten en duisternis insluipen ⁴⁹).

Onze geest brengt door zijn eigen natuur zelf de begrippen mee tot onderzoek van die Goddelijke dingen, die door het praedicament „quantitas“ opgebouwd zijn (dus tot de materiele schepping behooren!); wordt dit in hem bedorven, dan kan hij slechts door negaties definieeren ⁵⁰).

De verleiding komt op hier aan te nemen, dat Kepler op neokantiaansche wijze zou meenen, dat wij in de natuur slechts de wetten van onze eigen (mathematische) geest kunnen vinden, dat daarmede dus geen ontologische realiteit gekend behoeft te worden ⁵¹). Niets is echter verder van hem. Hij is realist; hij vindt quantitatieve verhoudingen in de natuur, dus is deze het werk van een wiskundige. Dit is voor Kepler geen vroom aanhangsel, dat desnoods gemist kan worden.

Kepler wil geen God naar 's menschen beeld aannemen ⁵²). Neen — omgekeerd: de mensch is naar God's beeld. Daar ligt de oorzaak van ons kenvermogen. De ideeën der quantiteiten zijn van eeuwig-

heid met God geweest ⁵³); zij zijn exemplariter in de zielen die naar God's beeld geschapen zijn, daarin stemmen de heidensche filosofen en de doctoren der Kerk overeen ⁵⁴), zegt Kepler. God drukt zijn eeuwige Idee en Wezen af in de schepping; de mensch, die God's beeld is, kan dus een adequate kennis verkrijgen.

Dit is natuurlijk een geloofsstandpunt, dat gemakkelijk in zijn tegendeel kan verkeeren.

Maar ook *al ontbreekt het menschelijk kennen*, tóch zou de natuur mathematisch van wezen zijn („wat niet in de schoot der natuur is, kan er ook niet uitgehaald worden”) ⁵⁵). Dit blijkt ook uit Kepler's astrologische werken, waarin de invloed van de hemel verklaard wordt, doordat de aarde onder bepaalde hoeken t.o.v. de planeten staat. Zonder dat hij discursief denken kan reageert hij toch, door een ingeschapen vermogen om quantiteiten — zij het ook onbewust — op te merken, op harmonische posities. Deze vermogens, zegt hij elders, zijn de beelden Gods (*imagines Dei*), die als God de geometrische schoonheden opmerken ⁵⁶). De aarde heeft een soort dierlijk leven, dus kan hij gevoelig zijn voor wiskundige harmonie ⁵⁷). Zoo ook zal een boer, zonder iets van wiskundige harmonieën af te weten, toch bepaalde muzikale harmonieën kunnen waardeeren, omdat hem dit ingeschapen is, zoodat zijn ziel onbewust de schoone wiskundige verhoudingen apprecieert ⁵⁸).

Het doel van alle wetenschap is nu ook op God gericht ⁵⁹). De wetenschap is er, opdat de natuur van den geest des Scheppers zou gekend worden; zij is een uiterlijk middel waardoor het geloof in de schepping bevestigd wordt ⁶⁰). Door meetkundig onderzoek *moeten* we God vinden. De materie is een bewijs voor de scheppingsdaad, die vele wijsgeeren ontkennen; daarom hebben juist de Christenen, die de ware godsdienst belijden, het eerst de plicht het boek der natuur te doorzoeken ⁶¹).

Plato en Kepler.

Kepler's denkbeeld, dat de Schepper slechts het volmaaktste en schoonste gewild kan hebben, vinden we ook in Plato's *Timaios* ⁶²). De opvatting, dat ware kennis de wiskundige kennis is, is eveneens van Grieksche oorsprong. Ook voor Plato is het meetkundige aan het stoffelijke het „kenbare”. Kennen is hier meetkundig kennen ⁶³).

Plato meent, dat de graad van zekerheid, die wij over een onderwerp kunnen krijgen, afhangt van de graad waarin het deel heeft aan het ware Zijn; de stoffelijke wereld is echter een wereld waarin het Worden een rol speelt en daarom kan ware kennis (*epistēmē*) over haar niet bereikt worden, slechts een zeer waarschijnlijke meening (*doxa*) ⁶⁴). De graad van zekerheid richt zich dus niet naar het subject. Plato is realist ⁶⁵), geen subjectivist.

Bij Kepler is dit in nog veel sterkere mate het geval. Hij meent over de stoffelijke wereld wel degelijk tot absolute zekerheden te

kunnen komen. Want Gød heeft Zijn Wezen in de schepping uitgedrukt, dus maat en getal er in gelegd, maar tevens den mensch zóó geschapen, dat hij dit Wezen zou kennen. Kepler breekt zich het hoofd niet over de schaduwachtigheid van de wereld t.o.v. het ware Zijn, maar aanvaardt de realiteit ervan op eenvoudige wijze. Erkend moet echter worden, dat Kepler zich beperkt tot het zuiver geometrische wereldbestel (het „statische”), want waar hij wiskundig speculeert over de voortreffelijkheid van de eene planeet boven de andere en dergelijke teleologische kwesties, waarschuwt hij er voor, dat dit slechts een „spel” is ⁶⁶).

Hij volgt Plato daarin, dat hij den Schepper Zijn eigen Wezen in de schepping laat uitdrukken ⁶⁷). Een verschilpunt is echter, dat bij Plato in de eerste plaats de kosmos het Wezen van het Goddelijke in zich heeft, terwijl de mensch dit slechts in afgeleide zin heeft en aan de kosmos ontleent (een mikrokosmos is). Bij Kepler werkt de christelijke opvatting door: de mensch staat als directe beelddrager Gods, als eigenlijk doel der schepping, tegenover de rest van het geschapene (*omnia propter hominem*) ⁶⁸).

Als Plato vooropstelt, dat God niets doen kan, dat niet goed is, dan geldt dit niet alleen voor het zedelijk goed, maar dan zegt het, dat God niets kan doen wat strijdt tegen de wetten van logica en mathematica, waaraan Hij „onderworpen” is. Hier moet de Christen Kepler zich van Plato los maken. Hij verwijt Plato, dat hij de volmaaktheid en noodwendigheid van de geometrische wetten in de geometrische Idee zelf ziet en niet in God's soevereine wil en aldus de vroomheid schendt ⁶⁹).

In hun praktische houding komt het op hetzelfde neer. Nu God eenmaal de geometrische en logische wetten vastgesteld heeft, doet Hij ook volgens Kepler niets meer, wat voor het verstand onredelijk blijkt. Hij heeft ons n.l. diezelfde wetten ingeplant, die Hij in de natuur uitdrukte.

Kepler en Jeans.

Tenslotte een enkel woord over Kepler's verheerlijking der wiskunde vergeleken met die van den modernen astronoom Jeans. Jeans vindt in de natuur overal mathematische wetten; eigenlijk lost de natuur zich op in mathematische vergelijkingen, zoodat haar wezen het best aangeduid wordt als mathematisch. De wiskunde is een zuiver product van de menschelijke geest; de waargenomen natuur is als mathematisch werk dus ook het product van een mathematisch brein, dat oneindig ver boven het onze verheven is: de Godheid ⁷⁰).

Nu zegt ook Kepler, dat het onderzoek der natuur tot geloof in God leidt. Toch ligt de zaak bij hem anders. Kepler gaat niet blanco tot de natuur om er God te vinden; een reeds aanwezig geloof ontvangt bij het natuuronderzoek versterking en bevestiging ⁷¹). Bij

zijn afleiding apriori gaat hij uit van de H. Drieëenheid. Wel moet men volgens hem door onderzoek der natuur tot lof en aanbidding van den Schepper komen, maar juist zijn geloof, dat hij in de natuur het werk van God's vinger zou zien, gaf hem de volharding, die leidde tot dat natuuronderzoek en tot zijn beroemde wetten.

Bij Kepler is de richting juist andersom dan bij Jeans. Het mathematische in den mensch ontleent hij aan het beelddrager-Gods-zijn en daarom durft hij óók in de natuur de menschenlijke (dus ook de Goddelijke) wiskunde te zoeken. „Niet alsof de mensch door „natuurlijk licht” kan beredeneeren wat het gebouw des hemels past en daarom de Bouwmeester op deze menschenlijke regels let, maar omdat Hij die regels uit Zichzelf genomen heeft bij het bouwen van de wereld, daarom kan Zijn beelddrager bij het onderzoek (ratiocinando) geen andere vinden” ⁷²).

Men ziet hier duidelijk, dat het „natuurlijk licht” niet vrijmachtig een wereldorde schept. Een vrije wilsbeschikking van God heeft het in staat gesteld de Goddelijke wereldorde door aan waarneming gebonden redeneering te vinden.

Er blijft bij Kepler een zekere vaagheid; het repareeren van platonische voorstellingen heeft hem belet tot een geheel zuiver en duidelijk standpunt te komen. Maar toch tracht hij als geloovige, ondanks historische belemmeringen, uit te gaan van God naar den mensch. Jeans ging uit van den mensch om dan tot een God te komen naar eigen ideaal, naar eigen beeld.

Slotbeschouwing.

Kepler was een geloovig Christen, die om zijn overtuiging schade geleden heeft. Toch zijn de heidensche Renaissance-invloeden ook bij hem merkbaar. In dogmatische kwesties was hij eenvoudig en kinderlijk; aan zijn orthodoxie werd niet getwijfeld. Meermalen merkt hij op, dat de heidensche filosofen (waarmee dan vooral Plato bedoeld is) en de leeraars der Kerk in „deze beschouwingen” overeenstemmen. Dit is iets dat men algemeen geloofde ⁷³); het bezwaar van de tijdgenooten gold dan ook niet zijn algemeene speculatieve grondslagen, maar de praktische uitwerking ervan in het heliocentrische systeem. Men meende, dat dit in strijd was met de H. Schrift ⁷⁴).

Niet in opzet, wel in resultaat is hij echter niet geheel er aan ontsnapt zich God naar eigen beeld, als wiskundige, in te denken. Dat de mensch vooral als wiskundige de beelddrager Gods is, is een willekeurige, op aesthetische gronden rustende stelling. Hoe ver het beelddrager-zijn gaat kan door „natuurlijk licht” niet meer gezien worden. Uit ons zelf hebben we hoogstens een vaag besef, geen kristalheldere zekerheid, welke vlekken het beeld vertoont. Kepler heeft hier de deur open gezet voor theosophische speculaties. Zijn

oprecht geloof en zijn nuchtere werkelijkheidszin behoedden hem echter voor verder afglijden ⁷⁵).

Naast de intellectualistische Godskennis, die hij blijkt na te streven, staan echter zijn groote deemoed, zijn vurige liefde tot God en Zijn Kerk. Op die liefde voor God komt het tenslotte bij Kepler ook aan en niet op intellectueele kennis. Dit blijkt wel uit het slot van het *Mysterium cosmographicum* ⁷⁶): „Gij nu, beminde lezer, verlies het doel van al deze dingen niet uit het oog, dat is de kennis, bewondering en aanbidding van den zeer wijzen Maker. Het is niets waard van het oog tot de geest, van het zien tot de beschouwing, van de zichtbare loop tot de diepste Raad des Scheppers voort te gaan, indien gij hierin wilt rusten en niet met één sprong en de geheele devotie der ziel u wilt opheffen tot liefde voor en kennis en vereering van den Schepper”.

ANNOTATIES.

- 1) Men denke aan het verschil in standpunt tusschen Max Planck en Pascual Jordan, die resp. verklaring en beschrijving als taak der natuurwetenschap zien. Over Mach en Jordan: G. J. Sizoo, Het positivisme van Ernst Mach en de ontwikkeling der moderne physica. Orgaan 1937, p. 113.
- 2) Tycho Brahé, Deensch astronoom, gest. 1601.
- 3) De uitvoerige briefwisseling (1597—1600) tusschen Tycho, Kepler, Maestlin e.a. over de onderhavige kwesties vindt men in J. Kepleri Opera omnia, ed. Ch. Frisch, Francof. 1858. T. I, p. 217—231.
- 4) Zie ook: Antwort auff D. Helisaei Röslii Discurs (1609); Op. I, 504.
- 5) Kepler aan Fabricius; Op. I, 235.
- 6) Joannis Kepleri Apologia Tychonis contra Ursum; Op. I, 236 seq. De voorrede is in 1601 geschreven.
- 7) P. Duhem, Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée, Paris 1908.
- 8) L. Prowe, Nicolaus Copernicus, Berlin 1883. Copernicus' directe leerling Rheticus komt in zijn Narratio prima (1539) op voor de realiteit der copernicaansche voorstellingen (p. 441). De uitgever van Copernicus' werk heeft sterk realistische gedeelten eenvoudig weggelaten (p. 500, 507, 510).
- 9) Apologia Tychonis, I, 246; Osiander schrijft aan Rheticus: „Peripatetici et theologi facile placabuntur, si audierint, ejusdem apparentis motus varias esse posse hypotheses”.
- 10) Osiander, utilia magis arti secutus, verissimam Copernici et seriam sententiam praefatione sua maluit occultare. Apologia c. 1; Op. I, 245.
- 11) Melanchthon in zijn Initia doctrinae physicae, Corp. Ref. XIII, 216, 217; IV, 679.
- 12) Apologia, I, 242.
- 13) Kepler aan Maestlin, Sept. 1597; I, 35.
- 14) Apologia; I, 238—248.
- 15) Naar den scepticus Pyrrho.
- 16) Apologia; I, 239. In cap. 1 van het *Mysterium cosmographicum* komt een betoog voor, dat op sommige plaatsen bijna gelijkloidend is met het nu volgende.
- 17) Vgl. *Myst. cosm.* c. 1; Op. I, 112.
- 18) Apologia; I, 240; vgl. *Myst. cosm.* c. 1; Op. I, 113.
- 19) Wel is hij zich bewust hierin veel verder te gaan dan Coper-

- nicus: „ut Copernicus mathematicis, sic ego physicis, seu mavis metaphysicis rationibus ascriberem”. *Myst. cosm. praefatio*, I, 106.
- 20) *Apologia*; I, 241. Vgl. *Myst. c. 1*; I, 113.
 - 21) *Ap.*; I, 241.
 - 22) *Ap.*; I, 246.
 - 23) *Ap.*; I, 246.
 - 24) *Ap.*; I, 243.
 - 25) Vandaar, dat het Kepler zulk een zelfoverwinning kostte later tot ellipsbanen over te gaan. Ook Copernicus beschouwde eenparige cirkelbewegingen als vanzelfsprekend.
 - 26) *Ap.*; I, 243.
 - 27) *Ap.*; I, 242. We vestigen de aandacht er op, dat de strijd om het heliocentrische systeem niet in eerste instantie ging tusschen „zuivere wetenschap” en „kerkelijke onverdraagzaamheid”, maar tusschen aanhangers van de platonische en van de aristoteliaansche wijsbegeerte.
 - 28) I, 112.
 - 29) *Myst.*; I, 113.
 - 30) *Ap.*; I, 242.
 - 31) I, 246.
 - 32) Zie ook Kepler aan Fabricius; I, 337.
 - 33) I, 247.
 - 34) *Ap.*; I, 248. In dezelfde trant antwoordt hij Röslin; I, 506.
 - 35) Kepler aan Maestlin, Juli 1905; I, 10.
 - 36) *Myst. praef.*; I, 106. *Myst. c. 10*; I, 134. *Annot auctoris*; I, 110.
 - 37) Kepler aan Joach. Tanckius; I, 378. *Myst. c. 2*; I, 122. *De fundamentis astrologiae certioribus* (1602), XX; I, 423.
 - 38) *Myst. praef.*; I, 106. *Myst. c. 2*; I, 122. Soortgelijke opvattingen verkondigde reeds Nicolaas van Cusa in zijn „*de docta ignorantia*”. Dit was aan Kepler bekend.
 - 39) I, 106, 123. Kepler aan Tanckius: de geometrische quantiteiten zijn geen symbolen, maar objectieve oorzaken; I, 378.
 - 40) *Myst. praef.*; I, 107.
 - 41) I, 106. Reeds vóór 1595 stond als *axioma* bij Kepler vast, dat alles wat naar een vast getal geschapen is, de *ratio* van dat getal middellijk of onmiddellijk aan de 5 regelmatige, platonische lichamen (tetraeder, kubus, oktaeder, dodekaeder, ikosaeder) ontleent (Kepler aan Maestlin, Juli 1595; I, 14). Hij is zich bewust hier op hetzelfde fundament als Pythagoras en Plato te staan; slechts de wijze en toepassing acht hij verschillend (I, 101).
 - 42) *Myst. c. 2*; I, 122—124.
 - 43) *Myst. c. 2*; I, 125.
 - 44) I, 136. *Annot. na 25 jaar*.
 - 45) *Annot. op Myst. cosm. na 25 jaar*; I, 136.

- 46) *Myst.* c. 20; I, 178.
- 47) Kepler aan Hegulontius; I, 372.
- 48) Kepler aan Maestlin, April 1597; I, 31.
- 49) Vergelijk *Timaios* 90 CD.
- 50) Kepler aan Maestlin, April 1597; I, 32.
- 51) E. Cassirer (*Das Erkenntnisproblem*, Berlin 1911; 337, 340—343, 346) heeft neiging Kepler eenzijdig te beschouwen. Hij schakelt de vraag uit *wáárom* bij Kepler en *wáárom* bij de neokantianen „Angemessenheit” tusschen de te kennen natuur en de menschelike geest bestaat. Kepler's latere werken, vooral de *Harmonices mundi*, schijnen hem voldoende materiaal voor zijn opvatting te leveren. Maar hoe kan Kepler dan 25 jaar na de eerste publicatie (dus nog na het verschijnen van de *Harmonices* (1619)) in zijn aantekeningen (1621) op het *Mysterium cosmographicum* (1596) dit werk, op enkele niet-ingrijpende wijzigingen na, nog voor zijn rekening nemen? (vgl. Cassirer, p. 375—376). Omdat hij nog steeds meent, dat het ontologische waarheid bevat (zie annot. b op *Myst.* cap. 11; I, 136).
- 52) God heeft de wereld als een onzer bouwmeesters gemaakt, naar orde en regelmaat, zoodat het lijkt alsof niet wij de natuur nabootsen, maar alsof God op onze bouwwijze gelet heeft. *Myst. dedicatio*; I, 97.
- 53) *Geometricae figurae sunt entia rationis..... ergo sunt aeternae* (scil. in mente Dei). Kepler aan Hegulontius; I, 372.
- 54) Annot. na 25 jaar; I, 111.
- 55) *Myst.* c. 12; I, 145.
- 56) Kepler aan Fabricius; I, 357.
- 57) So dan nun auch die himlische würckung in den Erdboden durch eine Harmoniam und stille Musicam khumpt., so muess abermahl in den Erdboden..... eine verständliche sehl steckhen, wölliche anfahe zu dantzen, wan jr die Aspect pfeiffen. *Calendarium in annum 1599*; I, 402. Zie ook: *De fund. astrologiae* XLII; I, 429.
- 58) *De fund. astrol.* XLIII; I, 429.
- 59) I, 98, 123, 184.
- 60) Kepler aan Maestlin, Apr. 1597; I, 31.
- 61) *Myst. dedicatio*; I, 97.
- 62) Nu was noch is het den Algoede gegeven, iets anders dan het schoonste te bedrijven. *Timaios* 30 A (vertaling: Jan Prins, *Platoon's Timaios*, Den Haag, z.j.). Zoowel Kepler als Copernicus beroepen zich voor hun aesthetische en mathematische beginselen steeds op Plato.
- 63) Als hij op geometrische wijze het wezen van het vuur uiteenzet heeft, zegt Plato: „Hier ligt de oorsprong van het vuur en van de andere lichamen..... De oorsprongen, die daar nog weer boven liggen weet God en van de menschen, die Hem bevriend

- is" (Timaios 53D). De geometrie dringt dus niet tot het wezen, maar slechts tot het *kenbare* ervan door.
- 64) Dus van hetgeen blijvend is en vaststaat..... zijn de verklaringen blijvend en onwankelbaar..... Maar de verklaringen van wat naar dat andere is nagebootst en dus afbeelding is, zijn ook daaraan evenredig waarschijnlijk. Want wat het Zijn is tot het Worden, dat is Waarheid tot Overtuiging. Timaios 29 BC.
- 65) *Realist in moderne, niet in middeleeuwsche beteekenis*. Zie: A. Diès, *Autour de Platon II*, Paris 1927, p. 471.
- 66) *Patere nunc..... ut ludam aliquantisper in re seria, et nonnihil allegoriis indulgeam*. *Myst. c. 4., c. 9; I, 133.*
- 67) De wereld „een zichtbaar Wezen..... een waarneembaar God, beeld van het denkbare Wezen, in de hoogste mate groot, goed, schoon en volmaakt". Timaios 92 C. Bij Kepler en Copernicus soms de uitdrukking „*deus visibilis*" voor de zon.
- 68) *Myst. c. 23; I, 184; I, 128.*
- 69) Een wil, die volgens Kepler aan God's Wezen „gebonden" is. Kepler aan Tanckius; I, 381.
- 70) James Jeans, *The mysterious universe*, Cambridge 1930, p. 134.
- 71) Aan Maestlin schrijft hij, dat het geloof in de schepping wordt *bevestigd*. (Apr. 1597); I, 31.
- 72) *Apologie tegen Fludd; V, 467:nec si homo ratiocinatur ex lumine naturae quid coelorum aedificio conveniat, propterea coelorum architectus humanas respicit regulas, sed quia tales ipse regulas ex se ipso desumsit struendi mundi, propterea imago ipsius ratiocinando non alias invenit*. Zie ook *Myst. c. 2; I, 123* en Kepler aan Hegulontius; I, 372.
- 73) *Annot. auctoris; I, 111.*
- 74) In *Myst. cosm. cap. 1, I, 112* betuigt Kepler het tegendeel.
- 75) In zijn verwerping der getallenmystiek en in zijn polemieek met Fludd. Kepler aan Tanckius: „*Ludo et ego symbolis..... sed ita ludo ut me ludere non obliviscar. Nihil enim probatur symbolis*"; I, 378. Zie ook: R. Hooykaas, *Natuurwetenschap en religie in het licht der historie*. Amsterdam. Vrije Universiteit 1934.
- 76) *Myst. cosm. c. 23; I, 184.*

NOTULEN

der Vergadering, gehouden op Zaterdag 5 November 1938, nam.
2 uur, in de Kliniek Valeriusplein te Amsterdam.

De Voorzitter, Dr. J. F. Reitsma, opent deze vergadering met gebed en voorlezing van Lucas 12. In zijn openingswoord herdenkt hij het plotseling heengaan van een onzer leden, Dr. P. R. Switters, arts te Rotterdam. Voorts wordt aan Prof. van der Horst een woord van dank gebracht voor de gastvrijheid in zijn kliniek. De notulen zullen worden opgenomen in het nummer van het Orgaan, dat binnenkort verschijnt.

Hierna brengt de penningmeester, Prof. Sizoo, het finantieel verslag uit over het tijdvak van 28 November 1937 tot 5 November 1938. Over het tijdvak van 18 November 1937 tot 5 November 1938 bedroeg het totaal der baten f 1637.57, te weten :

Saldo 1937	f	650.80
Contributie 202 leden	f	986.77
	f	1637.57

Het totaal der uitgaven bedroeg f 857.73, te weten :

Firma Kleijwegt: 2e halfjaar 1937	f	172.72
1e halfjaar 1938	f	450.47
Honoraria orgaan	f	114.—
Vergaderingen, bestuurskosten	f	120.54
	f	857.73

Het kassaldo bedraagt dus f 779.84. Uit de stijging van het kassaldo blijkt, dat de uitgaven door de inkomsten ruim gedekt zijn. De finantieele toestand onzer vereeniging mag dus ook dit jaar weer gezond worden genoemd.

Ingekomen is een present-exemplaar van de biografie van Dr. Hermanides door Arts A. Hymans: in dank aanvaard. Als nieuwe leden worden gekozen: Mej. Dr. A. A. Boon, Arts te Amsterdam, A. Drewes, Nat. Phil. Docts. te Amsterdam, Dr. A. A. van der Dussen te Amsterdam, P. Groen, Nat. Phil. Docts. te Hilversum, M. Koksma, Nat. Phil. Docts. te Amsterdam, L. M. Kuyvenhoven, Apotheker te Leiden, K. van Nes, Nat. Phil. Docts. te Amsterdam, G. Meerkerk, Arts te West-IJsselmonde, P. C. Sanders, Nat. Phil. Docts. te Amsterdam, D. de Vries, Nat. Phil. Docts. te Amsterdam,

J. E. B. Wientjes, Zenuwarts te Amsterdam, A. Aten, Nat. Phil. Docts. te Uithoorn.

De heeren Van Baal en Wolfert brengen verslag uit over het finantieel beheer. Na de aanwezige bescheiden in orde te hebben bevonden, stellen zij voor den penningmeester te danken voor het nauwkeurig beheer der finantiën.

Hierna houdt Prof. Dr. L. van der Horst een voordracht over: „*Bewustzijnsprocessen en begeleid-verschijnselen van de hersenen*”.

In de hierna volgende bespreking vraagt Dr. Brummelkamp:

1. Of er onderzoeken verricht zijn bij pathologische afwijkingen, b.v. idiotie, waar anatomisch een groot deel der hersenschors is te gronde gegaan.
2. Merkt hij op, dat de curven, opgenomen bij patiënten in slaap-toestand, aldus kunnen worden geïnterpreteerd, dat bij het slapen de vegetatieve golven overwegen.

Dr. Hekman dankt Prof. van der Horst voor zijn belangwekkende voordracht. Hij herinnert aan het onderzoek met de psycho-galvanische reflex. Bij het bezien der curven komt toch de vraag op: is men zeker, dat deze stroomen in de schors zelf ontstaan? Men moet wel voorzichtig zijn met de interpretatie, als men met zoo fijne apparaten werkt. Hetzelfde geldt van de micromethodes in de interne kliniek. Is misschien de mogelijkheid, dat men te doen heeft met begeleidverschijnselen, zonder dat men behoeft aan te nemen, dat hier product van werkzaamheid van bepaalde cellen wordt aangetoond? Is de interpretatie der verschijnselen zooals de inleider aannemelijk heeft gemaakt, dan is dit gebied van onderzoek wel zeer belangwekkend.

Prof. Sizoo: De oscillogrammen, die spr. heeft laten zien, doen het vermoeden rijzen, dat de waargenomen trillingen behooren tot het type der relaxatietrillingen. Deze zijn physisch gemakkelijk te verkrijgen met behulp van een batterij, weerstand, capaciteit en glimlampje. Eenige jaren geleden werd door Dr. Balth. v. d. Pol te Eindhoven een relaxatie-trillingsketen gebouwd, waarmede zoowel normale als afwijkende electro-cardiogrammen volledig kunnen worden nagebootst.

Prof. Dr. Jansen merkt op, dat het optreden van een wisselende potentiaal hem niet verwondert, omdat de verhouding van de verschillende bestanddeelen van de cel, die de redox potentiaal bepaalt, wel niet volkomen constant zal zijn, maar om een evenwichtstoestand zal schommelen.

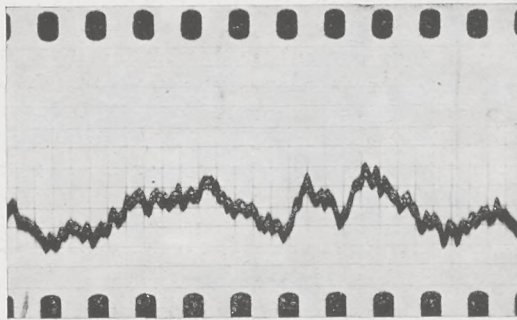
Dr. Hutter vraagt: Is er iets bekend over deze verschijnselen bij hypnose? Voorts vraagt hij, in welken zin Prof. v. d. Horst het begrip bewustzijn gebruikt. Ten slotte: is er ook iets bekend over de electrische stroomen bij lagere dieren?

Dr. Wolvekamp: De vorm der afgeleide electrische stroomen verschilt met plaats en wijze van afleiding. Zijn er evenwel nog con-

stante verschillen aan te toonen, samenvallend met de plaats van afleiding? Dit in verband met de, de laatste jaren sterk in discrediet geraakte localisatieleer.

Prof. van der Horst antwoordt aan Dr. Brummelkamp :

Het electrencephalogram is bij oligophrenen en ver voortgeschreden vormen van dementie meermalen opgenomen en de verschillende onderzoekers vinden dezelfde curven. Er treedt n.l. een regelmatige wisselspanning op van ongeveer 4 per sec., welke een curve levert als deze :



Adrian spreekt hier van δ -golven. Het wil mij voorkomen, dat dit wisselspanningen zijn, welke overeenkomen met α -golven en het gevolg zijn van een zeer groote nivelleering der bewustzijnsinhouden met synchroniseering van de wisselspanningen in de verschillende schorsvelden.

Wat betreft de curven, opgenomen in slaaptoestand, blijkt het inderdaad, dat de α -golven regelmatiger worden en in den regel gaan overwegen. Dit is in overeenstemming met de veronderstelling, dat aan de α -golven vegetatieve processen ten grondslag liggen, terwijl de β -golven dan moeten worden opgevat als uitdrukking van het psycho-fysisch gebeuren bij bewustzijnsprocessen.

Antwoord aan Dr. Hekman :

De vraag van Dr. Hekman is door vele onderzoekers gesteld. Evenals bij de registreering van het psycho-galvanisch reflex-phae-nomeen exosomatische stroomen de endosomatische versterken, zoo ook heeft men zich afgevraagd, of niet de wrijving van den bloed-stroom in den vaatwand, of het spanningsverschil tengevolge van de innervatie der mimische musculatuur, of ook de demarcatiestroom dit „Berger-rhythme” zou kunnen opwekken, of althans versterken.

Maar onze contrôle-onderzoekingen onder zeer uiteenlopende verhoudingen, als ook de onderzoekingen van Kornmüller e.a., geven onweerlegbaar aan, dat we hier te doen hebben met een proces van

de zenuwcel. We weten nog niet, waarin deze processen, die zich afspelen in de cellen van de grijze hersenstof, bestaan. Zeer waarschijnlijk liggen aan deze electriche verschijnselen biochemische processen ten grondslag. Maar ook, al is veel in deze materie nog duister, het psychophysisch probleem is door geen experimenteel onderzoek zóó exact benaderd als in de studie der encephalo-electrische verschijnselen. De curve der cerebrale wisselspanning stelt het verloop der hersenprocessen voor gedurende het psychisch gebeuren.

De hoogleeraren Sizoo en Jansen dank ik zeer voor hun waardevolle gegevens.

Het feit, dat de α -golven een situatie aangeven, waarbij door chemische processen een *wisselstroom* verwekt wordt, deed mij als bioloog aarzelen in het opstellen van een waarschijnlijke hypothese omtrent de genese van de wisselspanning. Uw opmerkingen bevatten welkome inzichten in de verschillende mogelijkheden.

Antwoord aan Dr. Hutter :

Electrencephalographische onderzoeken bij hypnose zijn veelvuldig verricht, met name door onzen landgenoot Franke. Het EEG. is dan typisch voor dien bewustzijnstoestand, terwijl de veranderingen, die gedurende een hypnose kunnen optreden door hypothesen in overeenstemming kunnen worden gebracht met de bewustzijnsprocessen. Dit onderzoek is echter nog niet afgesloten. Met zekerheid durf ik hierover nog geen uitspraak te doen, aangezien deze EEG-en verschillende interpretaties toelaten.

Wanneer ik hier sprak over bewustzijn en bewustzijnsprocessen, werd daarmee bedoeld op den bewustzijnsgraad en -toestand, d.w.z. die eigenaardige functie in het psychische, die ook langs experimenteel-psychologischen weg voor het onderzoek toegankelijk is.

Wat tenslotte de electriche stroomen bij lagere dieren betreft : elke levende cel heeft het vermogen electriche stroomen te produceeren. Caton, Fleischl von Marxow, Neminski, Cybalski e.a. hadden reeds vóór Berger gewezen op de bijzondere productiviteit van de zenuwcellen.

Thans staat het vast, dat er is een autonome bio-electrische activiteit, een continu wisselend potentiaal verval is in het zenuwweefsel bij dier en mensch, een wisselspanning bij kind en grijsaard, in slapenden toestand evenals in het dagleven, zij het ook, dat de curven onderling steeds weer verschillen.

Antwoord aan Dr. Wolvekamp :

De verschillende hersenschorsvelden geven zeer onderscheiden curven. Eén van onze eerste onderzoeken was juist daarop gericht. In het dierexperiment bleek ons, in overeenstemming met de onderzoeken van Kornmüller, dat practisch elk schorsveld zijn eigen curve geeft.

Hierna geeft Dr. R. Hooykaas een samenvattend overzicht (om des tijds wille beknopt) van zijn studie over :

„Het hypothese-begrip van Keppler”.

Daar genoemde studie in haar geheel in het Orgaan zal worden afgedrukt, wordt geen bespreking gehouden.

De Voorzitter brengt beiden inleiders den dank der vergadering voor hun belangwekkende mededeelingen. Niets meer aan de orde zijnde wordt hierna de vergadering op de gebruikelijke wijze gesloten.

De Secretaris,

J. H. LANDWEHR.

IN MEMORIAM

Dr A. J. DE BLINDE.

11 Maart j.l. overleed te Bennebroek, in den ouderdom van 57 jaar, Alexander Jacobus de Blinde, Geneesheer-Directeur van de Stichting „Huize Vogelenzang”. Hij was de eerste Directeur van deze Stichting, welke uitgaat van de Vereeniging tot Christelijke Verzorging van geestes- en zenuwzieken in Nederland. De voltooiing van deze Stichting, waarvan de opbouw geheel onder zijn leiding heeft plaatsgevonden, heeft hij niet meer mogen aanschouwen. Plotseling is hij uit het leven weggerukt. Donderdag 9 Maart heeft hij zijn dagtaak in opgewektheid en schijnbaar nog in volle gezondheid verricht, en in den nacht daarop volgende is hij buiten kennis geraakt en zonder tot bewustzijn te zijn gekomen, is hij een dag later overleden.

De Blinde was een bescheiden man, een man van innerlijke beschaving, een natuurvriend en een liefhebber van kunst.

Een belangrijke plaats nam hij in het maatschappelijke leven in. Naast zijn dagelijksche arbeid wijdde hij zijn krachten aan de nazorg voor geesteszieken, aan de opleiding voor verplegenden en aan de organisatie van de wijkverpleging. Een gezien lid was hij van de Vereeniging van Gestichts-Directeuren, en als haar oudste Directeur was hij de vertrouwensman geworden van de Vereeniging, die hij meer dan dertig jaren heeft gediend.

De Blinde was een man met een nobel hart en velen zijn het die hem in liefde gedenken.

Hij heeft, door het plotselinge van zijn overlijden, geen afscheid kunnen nemen, noch van de zijnen, noch van zijn verdere omgeving. Waar hij echter meermalen opwekte te zoeken de blijdschap des Heeren en de vrede Gods, die alle verstand te boven gaat, moge op deze plaats uitgesproken worden de schoone woorden van Filipensen 4 : 6, 7 :

„Weest in geen ding bezorgd, maar laat uw begeerten in alles, door bidden en smeeken, met dankzegging bekend worden bij God; En de vrede Gods, die alle verstand te boven gaat, zal uwe harten en zinnen bewaren in Christus Jezus”.

W.

DE ONTDEKKING VAN DE GRAVITATIEWET DOOR NEWTON.*)

door

Dr. S. C. VAN VEEN.

I.

Dames en Heeren,

Het ligt in mijn bedoeling, U in gedachten hedenavond terug te voeren naar een der belangrijkste momenten uit de geschiedenis der natuurwetenschappen, naar de gebeurtenis, die een totale omwenteling heeft teweeggebracht in de toenmaals heerschende denkbeelden en methoden van natuuronderzoek, de gebeurtenis, waardoor een nieuw tijdperk van wetenschappelijk onderzoek werd ingeluid, waarbij de natuurfilosofie, voor dien tijd voor het meerendeel nog steunende op zwevende begrippen en ongefundeerde bespiegelingen, plotseling werd verheven tot een „exacte” wetenschap, gebaseerd op vaste grondstellingen, in overeenstemming met de meest nauwkeurige waarnemingen.

Ik bedoel hier de ontdekking van de gravitatiewet door Newton. Ik wil hier niet verhelen, dat, toen enkele maanden geleden mij het vereerende verzoek werd gedaan, hier in Uw midden een lezing te houden, de keuze van het onderwerp daarvan mij voor groote moeilijkheden heeft geplaatst. Er waren echter verschillende gewichtige overwegingen, die mij tenslotte tot de keuze van het genoemde onderwerp hebben doen overhellen. De eerste reden was, dat wij ook in het afgelopen 15-tal jaren een dergelijk stormachtig verloop in de ontwikkeling der physica hebben medegemaakt, met de schepping van de golf- en quantenmechanica, welke vooral in de eerste jaren zulk een lawineachtig verloop vertoonde, dat er vrijwel geen bijhouden aan was, en dat we de verzuchting van een geestig Engelsch schrijver, Prof. S. E. Mitchell, ten volle kunnen waardeeren, die in 1929 in het „Handbuch der Astrophysik” schreef ¹⁾ :

„It has been truly said, that nowadays, long before a research on atomic structure is old enough to permit the printer's ink used in its publication to become dry, the investigation has already been superseded by something still newer and it has become only a matter of ancient history.”

Nu wil het ons toeschijnen, dat na deze Sturm und Drangperiode

*) Lezing gehouden voor de Natuurfilosofische faculteitsvereniging der Vrije Universiteit op Vrijdag 27 Januari 1939.

eindelijk een tijdperk van bezinning en bezinking is ingetreden, waarbij men zich weer sterk begint te interesseeren voor een kritische beschouwing van de grondslagen, waarop het groote gebouw van de natuur, althans van het beeld, dat wij ons daarvan hebben gevormd, schijnt te rusten, en dan ligt het natuurlijk voor de hand, in de eerste plaats te denken aan den grondlegger van de moderne natuurbeschouwing, en aan de door hem geschapen methoden, die nog heden ten grondslag liggen aan de meest moderne onderzoekingen.

Een tweede reden is, dat er weliswaar reeds veel geschreven is over de historie van de ontdekking der gravitatie-theorie, maar dat de geijkte voorstellingen, die men daarover, zelfs in vele gerenommeerde historische geschriften, zooals Wolf, *Geschichte der Astronomie* ²⁾, pleegt aan te treffen, niet in alle opzichten conform de waarheid zijn gebleken, en in het bijzonder enkele punten bevatten, welke, zooals we in het vervolg hopen te laten zien, reeds in vroegere tijden eenigszins tegenstrijdig hebben geschenen, en het onderwerp hebben uitgemaakt van uitvoerige discussies, en waarop eerst een duidelijk licht is geworpen door kritisch onderzoek van authentieke briefwisselingen e.d. gedurende de laatste jaren.

Tenslotte kan als minder belangrijke reden nog worden aangevoerd, dat de groote ontdekking, die ons hier interesseert, kort geleden haar 250-jarig jubileum heeft mogen vieren. Immers, zij werd wereldkundig gemaakt door de publicatie van het klassieke werk „*Principia mathematica philosophiae naturalis*”, dat in 1687 het licht zag ³⁾.

Laat mij eerst nog eens mogen recapituleeren, wat de berichten van Newton's tijdgenooten ons leeren over de ontdekking van de gravitatielwet, en de aanleiding tot deze ontdekking.

Verschillende authentieke berichten staan ons daarvoor ten dienste, zooals van Newton's nicht en huishoudster Catherine Barton, en in het bijzonder van zijn vriend Henry Pemberton ⁴⁾.

Newton dan was geboren op 4 Januari 1643 ⁵⁾ in het kleine dorpje Woolsthorpe, gelegen in het graafschap Lincoln. Na een voorspoedige studietijd in Cambridge, van 1661—1665, een periode, waarover betrekkelijk weinig bekend is, verwierf hij den graad van „Bachelor of Arts”, en daarna kwam er een voorval, dat hem noodzaakte voor korten tijd zijn studieën te Cambridge te onderbreken. In 1666 werd een gedeelte van Engeland, waaronder Londen en omgeving en ook Cambridge, geteisterd door een hevige pestepidemie, waaraan duizenden ten offer vielen. Om deze epidemie te ontloopen, verliet Newton Cambridge, en nam voor korten tijd intrek in zijn geboortedorpje Woolsthorpe.

Laten wij nu even zijn biograaf Pemberton aan het woord :

„Toen hij eens alleen gezeten was in een tuin, werden plotseling zijn gedachten gericht op de kracht van de aantrekking van de aarde.

Daar het gebleken was, dat deze kracht niet merkbaar verminderd was op den grootst mogelijken afstand van het middelpunt van de aarde, waarheen wij kunnen stijgen, hetzij op de daken van de hoogste bouwwerken, hetzij op de toppen van de hoogste bergen, daarom scheen het hem voor de hand liggend, hieruit te concludeeren, dat deze kracht zich nog veel verder moest uitstrekken, dan men gewoonlijk dacht; waarom niet zoover als de maan, zeide hij bij zichzelf? En indien dit het geval was, moest haar beweging er door worden beïnvloed; wellicht is het juist deze kracht, die haar in haar baan houdt. Echter, ofschoon de aantrekkingskracht niet merkbaar verzwakt wordt wegens de kleine verandering in afstand, die wij kunnen bewerkstelligen ten opzichte van het middelpunt van de aarde, toch is het zeer wel mogelijk, dat op den afstand van de maan deze kracht aanmerkelijk in intensiteit zal verschillen van die, welke zij aan de oppervlakte van de aarde bezit. Om het bedrag van deze vermindering te schatten, overlegde hij bij zichzelf, dat indien de maan in haar baan zou worden gehouden door de aantrekkingskracht, ongetwijfeld de planeten om de zon zouden worden gevoerd door dezelfde kracht. En door vergelijking van de omloopstijden van de verschillende planeten met hun afstanden tot de zon, vond hij, dat indien eenige kracht als de aantrekkingskracht hen in hun baan hield, haar intensiteit moest afnemen met de tweede macht van den afstand. Dit laatste feit leidde hij af door aan te nemen, dat de planeten in volmaakte cirkels concentrisch om de zon liepen, waarvan inderdaad het meerendeel van de loopbanen der planeten weinig afweek. Aangenomen daarom, dat de aantrekkingskracht, uitgebreid tot de maan, op dezelfde manier afnam, rekende hij na, of deze kracht voldoende zou kunnen zijn om de maan in hare baan te houden. Daar hij op dat moment verstoken was van alle boeken, rekende hij met de gewone schatting, in gebruik bij landmeters en zeelieden, voordat Norwood de omtrek van de aarde had bepaald ⁶⁾, n.l. dat 60 Engelsche mijlen samen een breedtegraad van de aarde vormden. Maar daar deze veronderstelling sterk van de waarheid afwijkt, daar iedere graad ongeveer $69\frac{1}{2}$ mijl bevat, klopte zijn berekening in het geheel niet met het verwachte resultaat, waaruit hij besloot, dat ten minste eenige andere oorzaak zou moeten samenwerken met de aantrekkingskracht van de aarde op de maan. Tengevolge van dit feit legde hij van dien tijd af alle verdere onderzoekingen over deze kwestie terzijde. Maar eenige jaren later bracht een brief die hij ontving van Dr. Hooke, hem wederom tot het onderzoek van de baan, welke een lichaam zal beschrijven, dat valt uit een hooge plaats, wanneer de draaiing van de aarde om haar as mede in rekening wordt gebracht. Zulk een lichaam, dat dezelfde beweging heeft als het punt op de aarde, waaruit het valt, dank zij de draaiing van de aarde, wordt dan beschouwd als voortgeworpen en tegelijkertijd naar beneden getrokken door het centrum van de aarde. Dit gaf hem aanleiding zijn

vroegere onderzoeken over de maan weer ter hand te nemen. En daar Picart in Frankrijk juist in dien tijd de omtrek van de aarde had bepaald, gebruikte hij deze resultaten, waardoor het bleek, dat de maan in haar baan werd gehouden louter en alleen door de aantrekkingskracht der aarde; en bijgevolg, dat deze kracht afneemt als men zich verwijderd van het middelpunt van de aarde op dezelfde wijze als onze schrijver oorspronkelijk had vermoed. Volgens dit grondbeginsel vond hij, dat de lijn, beschreven door een vallend lichaam, een ellips was, met het middelpunt van de aarde tot brandpunt. En daar de hoofdplaneten zich in zulke banen om de zon bewegen, had hij de voldoening om te zien, dat dit onderzoek, dat hij slechts uit nieuwsgierigheid had ondernomen, kon worden toegepast op de belangrijkste vraagstukken. Hierna stelde hij ongeveer een twaalfstal theorema's op voor de beweging van de hoofdplaneten om de zon. Vele jaren na dit tijdstip had hij een onderhoud met Dr. Halley, die hem een bezoek bracht in Cambridge. Dit onderhoud bracht Newton er toe zijn onderzoeken over dit probleem wederom op te vatten, en dit gaf aanleiding tot het schrijven van het boek, dat hij publiceerde onder den titel „Mathematische grondbeginselen van de natuurfilosofie”. Dit werk, vol van zulk een verscheidenheid van diepzinnige ontdekkingen, was door hem samengesteld uit nauwelijks eenig ander materiaal dan de weinige bovengenoemde stellingen in het tijdsverloop van anderhalf jaar.”

Dit sobere verhaal, dat in zijn soberheid echter vrij volledig is, vindt men, met meerdere of mindere versierselen opgesmukt, in het meerendeel der biografische notities omtrent de ontdekking der gravitatiewet weergegeven.

Tot die versierselen behoort in de eerste plaats de legendarische appel, die de in meerdere of mindere mate romantisch aangelegde biograaf in den eenzamen tuin van Woolsthorpe laat vallen, af of niet op Newtons neus, om hem zoo op meer hardhandige manier te suggereeren tot zijn bespiegelingen omtrent de zwaartekracht.

Deze naïeve fabel is vermoedelijk uit den romantischen duim van den heer Voltaire gezogen, want hij is het eerst te vinden in de 15de van Voltaire's „Lettres sur les Anglais” (1733), ontstaan naar aanleiding van de reis van Voltaire naar Engeland in 1726.

Rosenberger merkt hieromtrent op 7) : „Die Anekdote gehört zu den naiven Fabeln, in denen ohne jedes Verständniss der geschichtlichen Entwicklung alle Entdeckungen als Kinder des Zufalls betrachtet werden.”

Wij zullen n.l. spoedig zien, dat Newton werkelijk niet zulk een hardhandige stimulans noodig had om zijn gedachten in de aangegeven richting te stuwen.

Een tweede versiersel is een verslag over een zitting in „The Royal Society” in Juni 1682. Daar zouden volgens de overlevering het eerst de resultaten van de nieuwe graadmetingen van Picart zijn vermeld.

Newton, die daarbij aanwezig was, zette onmiddellijk een kleine berekening op, om zijn vermoedens aan deze nieuwe resultaten te toetsen, en toen hij begon te bemerken, dat zijn vermoedens volkomen bleken uit te komen, raakte hij zoozeer in staat van opwinding, dat hij niet in staat was deze kleine eenvoudige berekening te voltooien en hij moest een van zijn vrienden verzoeken, deze taak van hem over te nemen.

Zoo kan men het pakkende verhaal voor het eerst lezen in het in 1822 verschenen werk van Robison, *Elements of mechanical philosophy* ⁸⁾.

Dit schoone verhaal komt echter in een eenigszins bedenkelijk daglicht te staan, als men ziet, dat de resultaten van de metingen van Picart reeds in 1671 gepubliceerd werden, en dat ze besproken werden in de zittingen van 9 Januari en 10 Februari 1672, en dat een verslag verscheen in de *Philosophical Transactions* van 1675 ⁹⁾, dus reeds 7 jaar vroeger; al zullen we straks overtuigender argumenten ten berde brengen, het is toch al zeer onwaarschijnlijk, dat al deze publicaties aan Newton, die zelf reeds sedert 1672 lid van de R. S. was en die er toch meer dan iemand anders voor geïnteresseerd was, onopgemerkt voorbij zijn gegaan.

Men heeft echter in het verslag van Pemberton meer meenen te kunnen lezen, dan dit werkelijk bevat. In het bijzonder heeft men in den regel hieruit meenen op te maken, dat Newton reeds in 1666 in het volledig bezit van de gravitatiewet was en dat alleen nog gewacht behoefde te worden op betere resultaten van de graadmeting om deze ontdekking in optima forma te kunnen publiceeren.

Wel heeft het reeds sedert de verschijning van de *Principia* groote verwondering verwekt, dat er dan 20 jaar zijn verlopen tusschen de „ontdekking” en de publicatie van deze beroemde wet, en het heeft niet aan gissingen en hypothesen ontbroken om deze „twenty years’ delay in announcing the law of gravitation” (zooals de titel luidt van het uitvoerige artikel, door Cajori in 1928 aan deze materie gewijd) ¹⁰⁾ te verklaren, de moderne kritische onderzoekingen, en we zouden er zelfs bij kunnen voegen, een nauwkeurige studie van de *Principia* zelf, hebben geleerd, dat „dit 20-jarig uitstel” in hoofdzaak op een fictie berust en dat het weliswaar boven alle twijfel verheven is, dat Newton reeds in 1666 de eerste ideeën van zijn grootsche theorie heeft opgevat en daarbij in het bijzonder de „quadratenwet” heeft ontdekt, maar dat hij nog zeer ver verwijderd was van een werkelijk volledige attractiewet. We zullen juist zien, dat hij zich van 1666 tot 1685, weliswaar met langdurige onderbrekingen, met deze problemen heeft beziggehouden en zich eerst aan het eind van deze onderzoekingen, dus in 1685, gerechtigd achtte de naar hem genoemde wet in haar volledigen omvang neer te schrijven, n.l.: „twee stoffelijke punten trekken elkaar aan met een kracht, die recht evenredig is met de massa’s en omgekeerd evenredig met het kwadraat der afstand”, dus in formule $K = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$.

Na deze uitvoerige inleiding zullen we er toe overgaan, alle in het kort aangeroerde punten met meerdere volledigheid te bespreken.

I. Wat betreft de attractiekracht, als kwalitatief verschijnsel.

Natuurlijk mag Newton niet als de ontdekker van de attractie „an sich” worden beschouwd. Beschouwingen over de aantrekkingskracht der aarde zijn reeds te vinden bij de Grieksche filosofen.

Aristoteles kent aan het element „aarde” een natuurlijke, ingeboren tendenz toe om naar het middelpunt van de wereld, dus naar beneden te streven. Evenzoo aan het element „vuur” om naar boven, dus van het middelpunt af te bewegen. De beweging van de overblijvende *aardsche* elementen is afhankelijk van de omstandigheden en de omgeving. Lucht in water stijgt op, lucht in vuur daalt. Al deze *natuurlijke* bewegingen van aardsche elementen zijn rechtlijnig ¹¹⁾.

Aristoteles houdt steeds een scherpe scheiding tusschen aardsche en hemellichamen, vooral ook wat de natuurlijke beweging betreft. Bleek de natuurlijke beweging voor de aardsche lichamen rechtlijnig, voor de hemellichamen bleek zij cirkelvormig. Dit brengt hem dan in de noodzakelijkheid om voor de samenstelling der hemellichamen een vijfde element in het leven te roepen, de aether. Voor Aristoteles is dus de beweging der hemellichamen geen „probleem” maar een natuurlijke ingeschapen bewegingstoestand. Evenmin de valbeweging. In overeenstemming met zijn opvatting, dat alle zware lichamen naar het middelpunt van de wereld streven, plaatst Aristoteles de aarde zelf in dit middelpunt.

Wat de grondleggers der moderne astronomie betreft, Copernicus spreekt slechts zeer terloops over de zwaartekracht in zijn hoofdwerk: „De revolutionibus Orbium Coelestium”, Liber I, Caput 9 ¹²⁾, waar hij zegt: „Ik voor mij neem aan, dat de zwaarte niets anders is dan een zeker natuurlijk streven, door de goddelijke voorzienigheid van den Formeerder des heelals aan de deelen ingeplant, om door vereeniging in bolvorm een geheel te vormen. Het is aannemelijk, dat dit streven ook zetelt in de zon, de maan en de andere planeten, opdat zij door zijn uitwerking in den bolvorm blijven, waarin ze zich vertoonen.”

Men mag echter niet, zooals von Humboldt in zijn Kosmos ¹³⁾ heeft gedaan, uit deze uitspraak opmaken, dat Copernicus hier reeds aan *algemeene* aantrekkingskracht heeft gedacht. Immers hij spreekt niet van het streven van de hemellichamen om tot *elkaar* te naderen, maar alleen van de deelen van een *zelfde* lichaam, om zich met elkaar te vereenigen. Ofschoon dus het Aristotelische standpunt nog niet voor 100 % verlaten is, ten eerste omdat ook voor Copernicus een lichaam valt, omdat het zich niet bevindt op de plaats, waar het van nature behoort te zijn, en omdat hij ook op het punt van de natuurlijke bewegingen, zooals uit een andere plaats in zijn geschriften bleek ¹⁴⁾, geheel het standpunt van Aristoteles innam, toch is er

een groote vooruitgang te bespeuren, omdat Copernicus niet meer denkt aan het streven naar het middelpunt van de aarde als centrum van het heelal, maar aan een streven tot vorming van een geheel met de overige deelen der aarde (resp. zon of planeten).

De eerste heldere ideeën over algemeene attractie, dus onderlinge attractie van twee willekeurige lichamen in het heelal, vindt men bij Newton's grooten voorganger, de wetgever der astronomie: Johannes Kepler. In zijn beroemde werk over de planeet Mars, „*Astronomia nova*”, uit 1609 ¹⁵⁾, waarin hij o.a. de eerste beide naar hem genoemde wetten uitspreekt ¹⁶⁾, geeft hij in de inleiding de volgende interessante beschouwingen over de zwaartekracht, daarin vermoedelijk geïnspireerd door de bekende uit 1600 dateerende onderzoekingen van Gilbert over de magneetkracht ¹⁷⁾. Op de hem eigen emotioneele wijze begint Kepler met stelling te nemen tegen de heerschende Aristotelische opvattingen ¹⁸⁾ :

„In geen geval streven de zware massa's naar het middelpunt van de wereld, omdat ze de uiterste grenzen van het heelal ontvlieden. Want hun afstand tot het midden van het heelal is onmetelijk groot en beteekent niets in vergelijking met den afstand tot het einde der wereld. En waardoor zou zulk een haat kunnen worden veroorzaakt? Met welke kracht en met welke wijsheid moeten dan zware massa's begaafd zijn, dat ze met zulk verstandig overleg trachten aan hun rondom lagerende vijanden te ontsnappen? En met welk een slagvaardigheid de uiterste einden der wereld, dat ze hun vijand in alle richtingen tot vernietigens toe vervolgen?”

En dan gaat hij verder: „De ware leer der zwaartekracht berust op de volgende axiomata: Iedere stoffelijke zelfstandigheid is van nature geneigd op elke plaats in rust te blijven, waar zij alleen geplaatst is, buiten de werkingssfeer van een verwant lichaam (alzoos dus het traagheidsbeginsel voor rustende lichamen). De zwaarte is het *wederzijds* streven tusschen verwante lichamen tot vereeniging of verbinding (ook de magnetische werking behoort hiertoe), zoodat men veeleer moet zeggen, dat de aarde aan de steen trekt dan dat de steen naar de aarde streeft ¹⁹⁾. Zware lichamen worden niet naar het middelpunt van het heelal (als we de aarde in het middelpunt van het heelal plaatsen) getrokken als naar het middelpunt van het heelal, maar naar het middelpunt van een rond lichaam, namelijk de aarde. Waar dus de aarde ook gebracht wordt, of waarheen ze zich ook door haar bezielde kracht (*facultate sua animali*) beweegt, steeds bewegen zich de zware lichamen naar haar toe. Als de aarde niet rond was, dan zouden zware lichamen zich niet van elke plaats recht naar het middelpunt bewegen, maar van verschillende zijden naar verschillende plaatsen. Indien twee steenen op eenige plaats ter wereld in elkaars nabijheid worden geplaatst, buiten de werkingssfeer van een derde verwant lichaam, dan zullen die steenen evenals twee magneten in een tusschengelagen plaats samenkomen, en de

eene zal tot den andere komen over afstanden, die zich omgekeerd verhouden als hun „massa's" ²⁰). Wanneer de maan en de aarde niet in hare banen teruggehouden werden door de „bezielde kracht" (*vis animalis*) of een daarmede gelijkwaardige kracht, dan zou de aarde opstijgen naar de maan over $\frac{1}{54}$ deel van den afstand, de maan nederdalen tot de aarde over 53 van die deelen, en hier zouden zij samenkomen, vooropgesteld, dat de stof van beide lichamen van dezelfde dichtheid is."

Uit het voorafgaande is reeds op te maken, dat de inzichten van Kepler een groote vooruitgang vertoonen t.o.v. die van zijn voorgangers. In het bijzonder blijkt dit uit zijn beschouwingen over een *wederkeerige* attractie. Toch was Kepler nog zeer ver verwijderd van het opstellen van een attractie-„wet", zooals vooral uit zijn verdere beschouwingen blijkt. Wij hadden reeds de gelegenheid er op te wijzen, dat Kepler met vrij groote klaarheid het traagheidsbeginsel van lichamen in rusttoestand heeft uitgesproken; voor bewegende lichamen is hij er echter niet in geslaagd zich noemenswaardig boven de Aristotelische opvattingen te verheffen.

Ik wil daartoe nog eenige verdere aanhalingen uit de voornoemde inleiding vermelden.

Kepler beschouwt daarin het zonnelichaam als bron van die kracht, die alle planeten ronddrijft. „Ik heb dat zoo voorgesteld", zegt hij, dat de zon weliswaar op haar plaats blijft, maar als in een draaibank wordt afgedraaid. Hierbij wordt een onstoffelijk bestanddeel van haar lichaam op dezelfde wijze als haar onstoffelijk licht in de wereldruimte uitgegoten. Dit bestanddeel volgt de draaiïng van het zonnelichaam en wordt met geweldige drijfkracht in de wereldruimte gewerveld. Zoo draagt hij de massa's van de planeten met zich mede in cirkels en zijn kracht neemt toe of af naarmate de stof in meerdere of mindere mate wegglijdt. De kracht, die alle planeten in hun baan om de zon ronddraagt, is als een gemeenschappelijke oorzaak herkend en hiermede afgedaan. Nu bleef nog te bewijzen over, dat iedere planeet een bijzondere krachtvormer (*motor*) moet bevatten, wiens plaats in den bol was aan te wijzen.

Het is nauwelijks te gelooven, welke moeite mij de tot dit doel in het spel gebrachte krachtvormers in het vierde deel hebben veroorzaakt.

Een loopbaan ontstaat, wanneer wij de krachtsontwikkelaars der planeten de taak opleggen, het lichaam in een *naar de zon gerichte rechte lijn* in evenwicht te houden.

Ten slotte moest het gebouw onder dak worden gebracht en aange-toond worden, dat deze evenwichtsbeweging waarschijnlijk door een magnetische kracht ontstaat. De oorzaak van alle bewegingen der hemellichamen berust dus op stoffelijke, en wel magnetische krachten, *met eenige uitzondering* van de wervelkracht van de rustende zon, die blijkbaar als *levende eigenkracht* moet worden aangezien.

In enkele deelen van het derde en vierde boek wordt in het midden gelaten, of de krachtbron van iedere planeet afzonderlijk niet ook door psychische impulsen wordt geregeld. Dit argument geldt voor die personen, die door onverschillig welke vreemde, schijnbaar zeer bewijskrachtige bezwaren afgeschrikt zijn en de natuurlijke kracht in de stoffelijke wereld niet recht vertrouwen. Zij mogen zich voorstellen, dat het *bewustzijn* van de planeten de middellijn van de zon als maat van den evenwichtstoestand opvat, en den hoek, welke de sterrekundigen berekenen, onmiddellijk aanvoelt" ²¹⁾.

Uit deze interessante, maar niet steeds duidelijke uiteenzettingen, waarbij op het laatst Kepler's astrologische geaardheid even om den hoek komt kijken, blijkt o.i. duidelijk, dat Kepler wel een zekere algemeene attractiekracht voldoende acht om de planeten in hun baan te *houden*, maar onvoldoende om een beweging in die baan te *onderhouden*; hiervoor moet bij Kepler de wervelkracht der zon als *deus ex machina* in het leven worden geroepen. Wij ontmoeten dus weer de Aristotelische opvatting, dat een beweging niet uit zichzelf in stand kan blijven, m.a.w. hier zien wij duidelijk dat Kepler te kort schiet in dynamisch inzicht. Het traagheidsbeginsel voor bewegende lichamen is nog niet tot zijn bewustzijn doorgedrongen.

Wij moeten ons hierbij echter nauwkeurig rekenschap geven van het feit, dat in dien tijd zelfs het begrip „kracht” nog op losse schoeven stond.

Al laten deze zeer interessante beschouwingen van Kepler aan klaarheid te wenschen over, een groote vooruitgang ten opzichte van de opvattingen van Aristoteles beteekent het feit, dat Kepler de tegenstelling tusschen aardsche en hemelsche bewegingen heeft verbroken en beide volgens een gemeenschappelijk principe tracht te verklaren, ofschoon een attractie-„wet” nog ver te zoeken is ²²⁾.

Daarom zijn de beschouwingen van Kepler zooveel hooger te schatten dan die van den merkwaardigen persoon, dien wij nu te bespreken hebben, en die wij geen bespreking zouden hebben waardig gekeurd als hij niet pertinent als voorganger van Newton werd aangewezen, wat betreft de attractiewet, door geen mindere autoriteit dan..... Newton zelf. Wij bedoelen hier den Franschen priester-astronoom Ismaël Boulliaud, meer bekend onder den verlatiniseerden naam Bullialdus ²³⁾.

Op 20 Juni 1686 schreef Newton aan Halley o.a. ²⁴⁾, dat Bullialdus reeds in 1645 in zijn lijvige werk „*Astronomia Philolaica*” de wet der omgekeerde kwadraten der afstanden had vermeld. Hoezeer wij ook buigen voor de autoriteit van Newton, toch wil het ons voorkomen, dat hij in dezen zijn voorganger aanmerkelijk overschat. Het werk van Bullialdus beteekent weer een stap terug in de richting van Aristoteles. Hij valt de „attractietheorie” van Kepler heftig aan, in het bijzonder de bovengenoemde van de zon uitgaande krachtstroom, waardoor de planeten worden rondgevoerd, welke zich *alleen*

in het vlak van den equator van de zon voortplant, met de daaruit voortvloeiende afname van de kracht in evenredigheid met den afstand. Bullialdus verklaart de uitbreiding van de *kracht alleen in het vlak* van den equator voor onmogelijk, en beweert, dat indien zulk een kracht zou bestaan, zij zich in *alle* richtingen zou moeten voortplanten, evenals het licht, en mitsdien dan zou moeten afnemen volgens het kwadraat van den afstand.

Het blijkt echter uit het verdere werk van Bullialdus, dat hij van zulk een kracht, onverschillig volgens welke afstandswet werkende, niets weten wil, maar dat de rangschikking en beweging der planeten het gevolg is van een scheppingsdaad, waarbij de beweging der planeten niet in stand wordt gehouden door de werking van een ander lichaam, de zon, maar dat de oorzaak der beweging ligt in het bewegende lichaam zelf, de planeet; dus geen wederkeerige attractie.

Over het werk van Boulliaud wordt door de astronomen zeer uiteenlopend geoordeeld. Lalande schrijft over de *Astronomia Philolaica* „als een der beste werken over astronomie, die ooit geschreven zijn” ²⁵); daarentegen vermeldt Delambre, dat Boulliaud de naam „evectie” voor een van de maansstoringen heeft ingevoerd, en merkt daarbij schamper op, „dat dit het eenige is, dat van zijn werk is overgebleven” ²⁶). Boulliaud leed niet aan een overmaat van bescheidenheid, want hij schrijft in zijn inleiding, dat iemand, die zijn boek heeft bestudeerd, geen reden meer heeft om andere boeken over astronomie te bestudeeren. In elk geval, zooveel is zeker, dat Boulliaud nimmer een attractiewet heeft ontdekt en als zoodanig niet als voorganger van Newton mag worden beschouwd.

Was ons oordeel over het werk van Boulliaud niet onverdeeld gunstig, des te beter zijn we te spreken over dat van Borelli, die in 1666 een boek het licht deed zien, waarin hij de theorie van de planeten van de Medici (d.w.z. de door Galileï ontdekte wachters van Jupiter) behandelde ²⁷). Hierin voert hij voor het eerst begrippen als centripetale en centrifugale kracht in. Hij houdt daarbij de centripetale kracht (= attractiekracht) voor standvastig, dus onafhankelijk van den afstand tot het centrum, terwijl de centrifugale kracht op een of andere manier afneemt met den afstand. Voor het doorloopen van een bepaalde baan is er evenwicht tusschen beide krachten noodig, wat zich bij afwijking uit den evenwichtstoestand automatisch herstelt. Borelli kwam tot het inzicht, dat het probleem der planeetbeweging op te lossen zou zijn, als men in staat zou zijn de bovengenoemde krachten te berekenen. Zijn wiskundige kennis schoot echter te kort om deze oplossing tot een goed eind te brengen.

Borelli komt echter de verdienste toe, op juiste wijze de middelpuntvliedende kracht in den kring der beschouwing te hebben opgenomen. Hij kon op dat moment niet weten, dat de grootte van deze kracht reeds was bepaald, en wel door onzen landgenoot Christiaan

Huygens in 1659, toen hij zijn beroemde verhandeling „de Vi centrifuga” schreef, welke echter eerst 8 jaar na zijn dood, in 1703, werd gepubliceerd ²⁸⁾).

De bovengenoemde onderzoekingen en publicaties hadden niet nagelaten ook in wijder kring belangstelling te wekken; zoo ziet men reeds in 1661, dat de Royal Society aan een commissie uit haar midden opdracht gaf onderzoek te doen naar den aard van de aantrekkingkracht der aarde. Van de resultaten van dit onderzoek is echter nimmer iets gepubliceerd ²⁹⁾).

Maar van het allergrootste belang is juist voor ons, dat deze problemen in 1666, het jaar van den vallenden appel, in het brandpunt van de wetenschappelijke belangstelling in Engeland blijken te staan, niet het minst door de groote interesse, welke Robert Hooke (geb. 1635), lid en later secretaris van de Royal Society, voor de aard-attractie toont te koesteren. Men kan hierover in de geschiedenis van de R. S. tal van mededeelingen van zijn hand lezen, waaruit wij het volgende (uit 1666) aanhalen ³⁰⁾ :

„Gravity, tho' it seems to be one of the most universal active principles in the world, and consequently ought to be the most considerable, yet has it had the ill fate, to have been always, till of late, esteemed otherwise, even to flighting and neglect. But the inquisitiveness of this latter age hath begun to find sufficient arguments to entertain other thoughts of it. Gilbert began to imagine it a magnetical attractive power, inherent in the parts of the terrestrial globe; the noble Verulam also, in part embraced this opinion; and Kepler (not without good reason) make it a property inherent in all celestial bodies, sun, stars, planets. This supposition we may afterwards more particularly examine. But first it will be requisite to consider, wether this gravitating or attracting power be inherent in the parts of the earth; and, if so, wether it be magnetical, electrical, or of some other nature distant from either.

First then, if it be magnetical, any body attracted by it ought to gravitate more, when nearer to its surface, then when farther off. To examine which property, several trials have been made, both on the higher parts of Westminster-abbey, and also at the top of St. Paul's-tower.”

En dan gaat hij verder met de vermelding van zijn proeven, welke bestonden in het wegen van een lichaam, eerst op groote hoogte, en vervolgens, wanneer het aan de balans was verbonden, door middel van een lang koord, dus kortom het prototype van de meer moderne proeven van Jolly e.a. Hij besluit met de mededeeling van de algeheele mislukking van deze proeven, ondanks de door hem genomen voorzorgen om ze zoo nauwkeurig mogelijk te doen slagen.

Wij zullen hier tijdelijk onze kennismaking met de interessante figuur van Robert Hooke onderbreken, met de belofte, dat we hem nog meermalen zullen ontmoeten, in verband met de verdere onder-

zoekingen van Newton, want we zijn nu juist gekomen aan het vroeger vermelde moment, dat de jonge Newton in meditatie verzonken zat in den tuin van Woolsthorpe.

Het voorgaande moge voldoende zijn om aan te toonen, dat de akker reeds geploegd was en dat het niet noodig was het hardhandig ingrijpen van den vallenden appel te hulp te roepen om de gedachten van Newton, die van dit voorafgaande niet onkundig was gebleven, in de gewenschte richting te sturen.

Wij komen nu aan het tweede zeer belangrijke punt uit het verslag van Pemberton, het gebruik van de foutieve maat van de straal van de aarde, de daaruit voortvloeiende verkeerde uitkomst, het vervolgens teleurgesteld terzijde leggen van de berekening en de daaraan sluitende opwindig 16 jaar later.

Reeds in het begin van de 18de eeuw heeft het verwondering verwekt, waarom Newton na de terugkeer uit Woolsthorpe, toen hij de bibliotheek van Cambridge weer tot zijn beschikking had, verzuimd heeft de berekeningen te herhalen, met gebruikmaking van de veel nauwkeuriger graadmetingen van zijn landgenoot Norwood uit 1636 ³¹⁾, of eventueel van onzen landgenoot Snellius uit 1617 ³²⁾, die, ofschoon niet buitengewoon nauwkeurig, een zeer bevredigend resultaat zouden hebben opgeleverd. Reeds Voltaire sprak die meening uit in 1738 in zijn „Elements de la philosophie de Neuton, mis à la portée de tout le monde”.

Voltaire spreekt daarbij het vermoeden uit, dat deze meer nauwkeurige resultaten in Engeland in het vergeetboek waren geraakt, tengevolge van de politieke woelingen van dien tijd.

Het antwoord op deze vragen kan, op grond van moderne historische navorschingen, kort zijn.

Met groote zekerheid laat zich n.l. hieruit opmaken, dat Newton deze berekening inderdaad en met gunstig gevolg heeft uitgevoerd. Met groote nauwkeurigheid is deze kwestie onderzocht door Cajori in de in 1928 verschenen verhandeling „Newton's twenty years' delay” ³³⁾. Daarin wordt o.m. geciteerd een gedeelte van een memorandum in Newton's handschrift, dat in 1887 werd ontdekt door Adams (de berekenaar van Neptunus) in de verzameling handschriften onder berusting van de graaf van Portsmouth, in de litteratuur bekend als de „Portsmouth-collection”, waar wij lezen :

„.....And the same year (1665 or 1666) I began to think of gravity extending tot y^e orb of the Moon, and having found out how to estimate the force with w^{ch} (a) globe revolving within a sphere presses the surface of the sphere, from Kepler's Rule of the periodical times of the Planets being in a sesquialterate proportion of their distances from the centers of their Orbs I deduced that the forces w^{hc} keep the Planets in their Orbs must (be) reciprocally as the squares of their distances from the centers about w^{ch} they revolve; and therefore compared the force requisite to keep the Moon in her

Orb with the force of gravity at the surface of the earts, and found them answer pretty nearly *) ³⁴). All this was in the two plague years of 1665 and 1666, for in those days I was in the prime of my age for invention, and minded Mathematicks and Philosophy more than at any time since. What Mr. Huygens has published since about centrifugal forces I suppose he had before me....." ³⁵).

Verder vermeldt Cajori nog een post uit een aanteekenboek van Newton uit die jaren, waaruit blijkt, dat hij „Gunter's Book and Sector" heeft aangekocht. Dit boek nu bevat een vrij nauwkeurige, bijna met die van Snellius overeenkomende waarde van de aardstraal.

Ik hoop hiermede voldoende te hebben aangetoond, dat er van terzijde leggen van de berekening wegens teleurstelling in de uitkomst geen sprake kan zijn, en hiermede vervalt ook het mooie verhaal van de opwindende vergadering van de R. S. van 1682.

Het is aan geen twijfel onderhevig, of reeds de eerste pogingen van 1666 werden met vrij gunstig succes bekroond en voerden Newton zonder noemenswaardige bezwaren tot de quadratenwet, en op zichzelf was dit reeds een kapitale ontdekking, zoodat een onderzoeker van kleiner kaliber vermoedelijk niet gearzeld zou hebben deze wereldkundig te maken, maar de doordringende geest van Newton zag verder en in plaats van de oplossing van een probleem zag hij zich hiermede geplaagd voor zoovele en zoo groote moeilijkheden, dat hij aanvankelijk aan de volledige oplossing daarvan wanhoopte. En daarom heeft hij zijn succesvol begonnen onderzoekingen voor ten minste een viertal jaren terzijde gelegd.

Waarin bestonden dan deze moeilijkheden, als ze niet berusten op een practische kwestie, te weten een foutieve waarde voor de aardstraal? Wij deelen daarin ten volle de meening, het eerst uitgesproken in 1887 door J. C. Adams en J. W. L. Glaisher ³⁶) en in 1928 uitvoerig gemotiveerd door Cajori ³⁷), dat deze moeilijkheden uitsluitend van theoretischen aard waren. Nauwkeurige studie van de Principia maakt het zelfs mogelijk deze theoretische moeilijkheden met groote zekerheid aan te wijzen, want verschillende uitspraken van Newton geven daaromtrent duidelijke aanwijzingen.

Bij zijn globale berekening van 1666 had Newton, bij intuïtie, voor den afstand tusschen de aarde en het aangetrokken lichaam aangenomen de afstand van het *middelpunt* der aarde tot het middelpunt (zoo men wil zwaartepunt) van het aangetrokken lichaam, onverschillig of dit de maan is of een steen in de buurt van de aarde. Voor een ver verwijderd lichaam als de maan kon dit, althans voor een globale berekening, geen fout van betekenis opleveren. Voor een steen in de buurt van het aardoppervlak was de toestand echter heel anders; Newton gevoelde heel duidelijk, dat hier niet als vanzelf-

*) Spatieering van mij. (v. V.).

sprekend gold, dat, bij beschouwing van de attractie als resultante van attractiekrachten van alle stofdeeltjes van de aarde, het resulterende attractiepunt van de aarde in het middelpunt mocht worden gelegd. Newton deelt dit met onmiskenbare duidelijkheid mede in het laatste gedeelte van zijn Principia, in Propositio VIII van het derde en laatste boek: De oorzaken van het wereldstelsel: met de woorden ³⁸⁾ :

„Nadat ik gevonden had, dat de zwaarte jegens een planeet ontstaat en is samengesteld uit de zwaarte jegens haar deelen, en dat zij jegens de afzonderlijke deelen omgekeerd evenredig is met de vierkanten der afstanden tot die deelen, twijfelde ik er aan of die verhouding slechts bij benadering, dan wel nauwkeurig zou blijven bestaan voor de totale kracht, uit die enkele krachten samengesteld. Want het zou mogelijk zijn, dat de verhouding, die voor groote afstanden voldoende nauwkeurig geldt, dicht bij de oppervlakte der planeet wegens de ongelijkheid van de afstanden der deeltjes en de ongelijke ligging, merkbaar afweek. Ten slotte zag ik door Propositio LXXV en LXXVI van boek I en de corollaria de waarheid van de hierbedoelde stelling. Wanneer de materie van 2 bollen, die elkaar aantrekken, overal op gelijke afstanden van hun middelpunten homogeen verdeeld is, dan verhoudt zich het gewicht van de eene bol tegen de andere *omgekeerd* als het kwadraat van den afstand van het eene *middelpunt* tot het andere”.

De bovengenoemde Propositio LXXV en LXXVI van boek I ³⁹⁾ bevatten de beroemde stelling, die in moderne interpretatie luidt : De aantrekking, die een homogeen belegd boloppervlak op een uitwendig punt uitoefent, is dezelfde, alsof haar geheele massa in het middelpunt is vereenigd.

Het is wel zeker, dat Adams, Glaisher, Cajori en onze bekwame landgenoot Dr. Beth gelijk hebben met de bewering, dat het speciaal deze stelling is geweest, die Newton heeft verhinderd zijn gravitatie-wet vroeger te publiceeren. Want het bewijs van deze stelling is Newton na verschillende vergeefsche pogingen eerst gelukt in 1685, zooals onomstootelijk blijkt uit den reeds vroeger geciteerden brief aan Halley van 20 Juni 1686, waar hij schrijft ⁴⁰⁾ :

„.....that I never extended the duplicate proportion lower than to the superficies of the earth, and before a c e r t a i n d e m o n s t r a t i o n I found last year, have I suspected it did not reach accurately enough down so low.....” En verder: „There is so strong an objection against the accurateness of this proportion, that without my demonstrations, to which Mr. Hooke is yet a stranger, it cannot be believed by a judicious philisopher to be any where accurate.”

Duidelijk spreekt hieruit, dat het resultaat voor Newton zelf een groote verrassing inhield. Het is dan ook wel boven alle twijfel verheven, dat juist deze stelling in de eerste plaats aansprakelijk is te

stellen voor „the twenty years' delay in announcing the law of gravitation”.

Wellicht zijn er onder mijn geachte hoorders meerdere, die belangstellend zijn naar het door Newton gegeven bewijs van deze stelling, een bewijs, dat hem blijkbaar zooveel hoofdbrekens heeft gekost. Ik zal U daarin echter ten deele moeten teleurstellen, omdat dit bewijs zeer moeilijk en omslachtig is geworden, daar Newton, zooals in de heele Principia, alle explicite gebruik van differentiaal- en integraalrekening (resp. van de door hem geschapen, hiermede gelijkwaardige fluxierekening) tracht te vermijden en de zaak quasimeetkundig inkleedt, hoewel hij natuurlijk verkapt differentieert en integreert. Een bewijs met integraalrekening is uiterst eenvoudig en U allen vermoedelijk bekend. Ik wil U echter niet geheel teleurstellen en een buitengewoon eenvoudig elementair bewijs geven, dat ook geheel meetkundig is. Dit bewijs leent zich in dezen vorm uitstekend voor het middelbaar onderwijs. Het is afkomstig van Thomson (later meer bekend als Lord Kelvin) ⁴¹⁾.

(Hierna het bewijs).

Maar dit was niet de eenige moeilijkheid, die Newton in 1666 zijn onderzoekingen teleurgesteld ter zijde deed leggen.

Wij lezen uit het vroeger aangehaalde memorandum ⁴²⁾, dat Newton zijn onderzoekingen had uitgestrekt tot de planeten en de quadratenwet uit de wetten van Kepler had afgeleid en daarvoor was het noodig een uitdrukking te kennen voor de centrifugaalkracht. Deze was in 1659 door Huygens gevonden ⁴³⁾, maar eerst, zonder bewijs, in 1673 in zijn „Horologium oscillatorium” gepubliceerd ⁴⁴⁾. Men heeft nu wel gesuggereerd, dat Huygens zijn ontdekking reeds vroeger per brief aan Newton heeft bekend gemaakt, en dit vermoeden vindt eenige steun in een manuscript van Huygens, waarin we lezen ⁴⁵⁾: „.....comme Newton qui a eu l'avantage de connoître la mesure de la force centrifuge par les Théorèmes que j'en ay donnéz.....”

In de Principia, Scholium by Propositio IV, boek I, geeft Newton zelf in hooggestemde bewoordingen aan Huygens de eer van die ontdekking ⁴⁶⁾, maar zoowel uit het aangehaalde memorandum als uit andere manuscripten van Newton valt met groote waarschijnlijkheid te besluiten, dat Newton reeds in 1666 zelfstandig en op verschillende manieren de afleiding der bedoelde formule had gevonden ⁴⁷⁾. Deze veronderstelling, die ook door Laplace in zijn Exp. du Syst. du monde wordt uitgesproken ⁴⁸⁾, is echter tot nog toe niet volkomen opgehelderd. In dit verband valt nog op te merken, dat men dikwijls in populaire beschouwingen kan lezen, dat het Huygens weinig moeite had behoeven te kosten de gravitatiewet af te leiden, als hij zijn formule voor de centrifugaalkracht gecombineerd had met de derde wet van Kepler. En inderdaad is dit tot op zekere hoogte waar, zooals men eenvoudig kan laten zien ⁴⁹⁾, althans, als men in-

plaats van gravitatiewet wil lezen quadratenwet, en dan nog wellicht alleen bij benadering, bij grooten afstand, want ik bejver mij juist te betoogen, dat er van de quadratenwet tot het volledige gravitatiebeginsel nog een heel lange weg is.

In ieder geval, niets wijst er op, dat Huygens deze stap heeft gedaan. Newton deed hem wel, in 1666, en na hem meerdere, onafhankelijk van en onbekend met het werk van Newton, te weten $\pm$ 1680 de meergenoemde Hooke, Christofer Wren ⁵⁰⁾, bekend als bouwmeester van de St. Pauls-cathedral, en Edmund Halley ⁵¹⁾.

Uit de manuscripten valt op te maken, dat Newton zich eerst weer in 1671 terloops met deze problemen heeft beziggehouden ⁵²⁾. Hij berekende de middelpuntvliedende kracht aan den equator, om te weten te komen hoe groot de daaruit ontstane vermindering der zwaartekracht was, en ik acht het niet uitgesloten, dat hij daaruit geconcludeerd heeft tot den ellipsoid-vorm van de aarde, welk probleem hem voor tal van nieuwe moeilijkheden stelde, waarover hij opmerkt: „But yet to do this business right is a thing of far greater difficulty than I was aware of”.

Tusschen 1671 en 1679 schijnt Newton weinig of niets aan de gravitatie-theorie gewerkt te hebben, wat verklaarbaar is, daar zijn tijd toen voornamelijk in beslag werd genomen door zijn baanbrekende onderzoekingen en proeven over het licht ⁵³⁾.

In 1679 begint het tijdperk van een vrijwel ononderbroken onderzoek gedurende 6 jaar over het gravitatieprobleem. De onmiddellijke aanleiding daartoe was een correspondentie met Hooke, toenmaals secretaris van het R. S. ⁵⁴⁾. Newton stelde daarbij voor de dagelijkse beweging van de aarde experimenteel te bewijzen met valproeven, daarbij voorspellende, dat het lichaam dan oostelijk van de loodlijn zou neerkomen. Een bijgevoegde teekening werd blijkbaar door Hooke verkeerd begrepen, want hij las in zijn antwoord in de R. S. op 11 December ⁵⁵⁾: „wherein he explained what the line described by a falling body must be supposed to be, moved circularly by the diurnal motion of the earth, and perpendicularly by the power of gravity; and he shewed, that it would not be a spiral line, as Mr. Newton seemed to suppose, but an eccentric elliptoid, supposing no resistance in the medium: but supposing a resistance, it would be an excentric ellipti-spiral, which, after many revolutions, would rest at last in the centre: that the fall of the heavy body would not be directly east, as Mr. Newton supposed; but to the south-east, and more to the south than the east”.

Men heeft gemeend hieruit te kunnen opmaken, dat Hooke blijkbaar uitging van de veronderstelling, dat de attractie volgens de quadratenwet tot het middelpunt van de aarde toeneemt, zoowel buiten als binnen de aarde, en daaruit besloot tot een baan in den vorm van een ellips, waarvan één van de brandpunten is gelegen in het middelpunt van de aarde.

Halley schreef op 29 Juni 1686 ⁵⁶⁾ aan Newton, dat hij reeds in 1683 de omgekeerde quadratenwet uit de derde wet van Kepler had afgeleid. Hij had zich daarna vooral geïnteresseerd voor het omgekeerde probleem, te berekenen welke baan een planeet zal beschrijven als de quadratenwet geldt. Dit is wel het voornaamste en moeilijkste mathematische probleem wat zich in dat stadium van het onderzoek kon voordoen. Hij slaagde er niet in de oplossing te vinden en het bleek toen, dat Christofer Wren precies even ver was. Samen wendden ze zich in het voorjaar van 1684 tot den alwetenden Hooke en vroegen hem of hij wellicht met de oplossing van dat probleem op de hoogte was, waarbij Hooke zich op de hem eigen wijze er af maakte met de mededeeling: „O, niets eenvoudigers dan dat”, waarmee begrijpelijkerwijze Halley noch Wren veel opschoten. De gefortuneerde Wren loofde daarop een prijs uit voor diegene, welke uit de omgekeerde kwadratenwet de ellipsvorm van de baan zou kunnen afleiden, en Halley begaf zich in Augustus 1684 naar Cambridge, om bij Newton zijn licht op te steken. Het resultaat overtrof zijn stoutste verwachtingen, want Newton kon hem toonen, dat hij reeds sedert 1679 in het bezit van de volledige oplossing van het gestelde probleem was. Newton was met deze oplossing in het geheel niet geheimzinnig, want hij stond Halley toe hiervan een afschrift te maken, waarbij Halley ontdekte, dat Newton in de afgelopen jaren nog veel meer belangrijke resultaten had gevonden, zooals de bepaling van de massa's der planeten, die satellieten bezitten, de invloed van zon en maan op ebbe en vloed, enz.

Het behoort tot de onsterfelijke verdienste van Halley, dat hij, diep getroffen door de ontdekking van zooveel schatten van de hoogste wetenschappelijke beteekenis, niet heeft nagelaten bij Newton met alle kracht er op aan te dringen deze belangrijke ontdekkingen wereldkundig te maken door publicatie in de R. S. Newton aarzelde aanvankelijk en men heeft die aarzeling wel willen verklaren door zijn vrees voor den secretaris, den meergenoemden Hooke, die zich reeds onder de medeleden de reputatie en naam van „roofridder” had verworven, omdat hij terecht of ten onrechte er van verdacht werd, dat hij soms misbruik gemaakt had van mededeelingen van leden, die eerst zijn handen moesten passeeren en hun ontdekkingen onder zijn naam had gepubliceerd. Een feit is, dat hij trachtte zich ongeveer iedere in dien tijd gedane ontdekking toe te eigenen.

Ofschoon het niet uitgesloten is, dat deze mentaliteit van Hooke het zijne heeft bijgedragen tot de aarzelende houding van Newton, toch lijkt het ons duidelijk, dat de voornaamste reden voor de aarzeling elders moet worden gezocht, en wel in het feit, dat Newton zich er ten volle van bewust was bij dien overvloed van schoone ontdekkingen nog *niet* in het bezit van een algemeene gravitatiewet te zijn. Wij weten immers reeds, dat hij in 1684 nog twijfelde of de wet slechts gold bij benadering op grooten afstand, dan wel exact bij willekeurig kleine afstanden.

Maar eindelijk heeft hij aan den aandrang van Halley gevolg gegeven en althans een uittreksel van zijn reeds gevonden resultaten, een deel van boek I en II van de latere Principia, onder den titel „de motu” gereed gemaakt en in Februari 1685 aan de R. S. aangeboden ⁵⁷⁾, echter niet ter publicatie in de Phil. Trans., maar alleen ter registratie in de boeken der R. S., met het oog op eventueele prioriteitsaanspraken, een voorzorg, welke later niet overbodig is gebleken. Inmiddels had Newton met volle kracht de verdere uitwerking van zijn theorie ter hand te nemen en hij smaakte na tal van vergeefsche pogingen in 1685 het genoeg er in te mogen slagen de vroeger behandelde stelling van den bol te bewijzen, waarmede zijn voorloopige onderzoekingen waren afgerond tot een exacte algemeene gravitatie-theorie. Eerst nu voelde hij zich gerechtigd het gravitatiebeginsel in den ons bekenden algemeenen omvang volledig uit te spreken.

Nog bleef er ontzaglijk veel te doen, want met dit algemeene gravitatiebeginsel zag hij zich gesteld voor een geweldige hoeveelheid nieuwe problemen. Ik behoef hier slechts te noemen de storings-theorie, speciaal van de maanbaan, de vorm der planeten, de precessie der aequinoctieën en talrijke andere. Newton vond nog gelegenheid om hiervan de voornaamste beginselen op magistrale wijze te behandelen en kon reeds op 28 April 1686 Liber I der Principia aan de R. S. aanbieden. Aan Halley werd opdracht gegeven om op den verderen druk toe te zien.

Na het verschijnen van dit eerste gedeelte had Hooke weer den euvelen moed om de prioriteit van de ontdekking der gravitatie-wet aan Newton te betwisten. Hij erkende, dat de afleiding der baan-krommen werkelijk Newton's eigendom was, maar hij beweerde, dat Newton de kwadratenwet aan hem (Hooke) had ontleend. Newton merkt in antwoord hierop aan, dat, indien Hooke die wet inderdaad in 1679 had gekend, dit 6 jaar zou zijn geweest na het tijdstip waarop elke wiskundige het hem had kunnen formuleeren, omdat Huygens reeds in 1673 de wetten voor de centrifugale kracht had gegeven.

In 1687 is het geweldige werk, een monument voor alle tijden, voltooid ⁵⁸⁾. Bij deze gelegenheid teekent Halley (?) in de Phil. transactions aan ⁵⁹⁾: „and it may be justly said, that so many and so Valuable Philosophical Truths, as are herein discovered and put past dispute, were never yet owing to the Capacity and Industry of any one Man”. Het groote werk opent met een gedicht in hexameters van Halley, dat eindigt: „Nec fas est propius mortali attingere divos”. (Het is geen sterveling vergund even dicht tot de Godheid te naderen).

Zoo zagen wij dus, dat er volgens de uitvoerigste navorschingen en de meest moderne onderzoekingen bij den opbouw van dit geweldige werk 3 stadia nauwkeurig te onderscheiden zijn, n.l.:

1666: De aanvang van de bestudeering van het probleem. Eerste ideeën van de gravitatieleer. Afleiding van de kwadratenwet, eerst

uit de derde wet van Kepler, gecombineerd met de formule voor de centrifugale kracht, daarna uit de vergelijking van de beweging van de maan met den val der lichamen op de aarde. Optreden van groote theoretische moeilijkheden.

1679. Afleiding van de baankrommen uit de kwadratenwet.

1685. Bewijs van de stelling over de aantrekking van een homogene bol op een uitwendig gelegen punt. Voltooïing van de theorie en uitspraak van het algemeene gravitatiebeginsel.

Ik zou bijna in de verzoeking komen U nog veel mede te deelen uit den zoo rijken en belangrijken inhoud van dit geniale werk, maar het zal U duidelijk zijn, dat de tijd daartoe te kort schiet. Ik wil echter één uitzondering maken ten opzichte van de laatste pagina's van de Principia, waarin de diepgeloovige schrijver, na de voleinding van zijn grootschen taak, in de meest treffende bewoordingen zijn geloofsbelijdenis heeft vastgelegd. Dit is het beroemde „Scholium generale”, waarmede het werk besluit en waaruit ik U enkele passages wil voorlezen ⁶⁰) :

„Alle lichamen moeten zich in de wereldruimte geheel vrij bewegen; en daarom moeten de planeten en de kometen voortdurend in banen van gegeven soort en ligging wentelen, volgens de boven uiteengezette wetten. Zij zullen weliswaar in hun beweging volharder, maar zij hebben de regelmatigige ligging van hun banen oorspronkelijk geenszins door deze wetten kunnen verkrijgen..... Deze zeer schoone schikking van zon, planeten en kometen is niet kunnen ontstaan dan door het overleg en het vermogen van een denkend en machtig Wezen. En als de vaste sterren middelpunten van dergelijke stelsels zijn, dan zijn al deze volgens hetzelfde plan samengesteld en onderworpen aan de heerschappij van Eén :Deze regeert alles, niet als Ziel der wereld, maar als Heer van het heelal; en op grond wordt hij de Heer God Albeheerscher (*παντοκράτωρ*) genoemd..... Het is de heerschappij van een Wezen, die Hem tot God maakt: zij is waar in den waren God en strekt zich tot alles uit in den God, die boven alles is, maar zij is slechts denkbeeldig in de valsche Goden.

En uit Zijn heerschappij volgt, dat de ware God leeft, wijs is en machtig; uit Zijn overige volkomenheden, dat Hij boven alles is en volkomen volmaakt. Hij is Eeuwig en Oneindig, Almachtig en Alwetend, dat wil zeggen: Hij is van eeuwigheid tot eeuwigheid en aanwezig van het oneindige tot het oneindige, Hij regeert alles en weet alles, dat is, en alles, dat kan zijn..... Hij is overal tegenwoordig, niet alleen door Zijn werking, maar ook door Zijn zelfstandigheid, want werking zonder zelfstandigheid kan niet bestaan. In Hem zijn alle dingen en bewegen alle dingen, maar zonder wederkeerige werking..... Zooals een blinde geen denkbeeld omtrent de kleuren heeft, zoo hebben wij geen voorstelling op welke manieren de alwijze God alles waarneemt en kent..... Wij hebben denkbeelden omtrent Zijn hoedanigheden, maar ter zake van zijn zelfstandigheid weten

wij niets..... Hem kennen wij slechts door Zijn eigenschappen en hoedanigheden en door Zijn zeer wijzen en voortreffelijken bouw van de wereld en de doelloorzen; wij aanbidden en vereeren Hem echter om Zijn heerschappij. Want een God zonder heerschappij, voorzienigheid en doelloorzen is niets dan Noodlot en Natuur.

Dit omtrent God; een bespreking van Hem op grond van de verschijnselen behoort tot de Experimenteele Philosophie.

Tot nu toe heb ik de verschijnselen van de hemellichamen en van onze zee verklaard door de gravitatiekracht, maar de oorzaak der gravitatie heb ik nog niet gegeven. Deze kracht ontstaat in allen gevallen uit een oorzaak, die doordringt tot in de middelpunten van de zon en de planeten, zonder vermindering van sterkte..... De zwaarte jegens de zon is samengesteld uit de zwaarten jegens de afzonderlijke deeltjes van de zon, en bij het zich verwijderen van de zon neemt zij nauwkeurig af in reden van het vierkant van den afstand, tot aan de baan van Saturnus, gelijk uit het op de plaats blijven van de aphelia der planeten blijkt en tot aan de verst verwijderde aphelia der kometen, indien althans die aphelia in rust blijven. De grond echter van deze eigenschappen der zwaarte heb ik uit de verschijnselen nog niet kunnen afleiden en hypothesen verzin ik niet ⁶¹). Wat niet uit de verschijnselen wordt afgeleid, moet hypothese worden genoemd, en hypothesen, hetzij metaphysische, of physische, of zulke der verborgen eigenschappen, of mechanische, hebben geen plaats in de experimenteele Philosophie.

In deze Philosophie worden stellingen afgeleid uit verschijnselen en algemeen gemaakt door inductie. Zoo zijn de ondoordringbaarheid, de beweeglijkheid en de botsing der lichamen en de wetten der bewegingen en der gravitatie bekend geworden. En het is voldoende, dat de zwaartekracht werkelijk bestaat en werkt volgens de door ons uiteengezette wetten en toereikend is voor (de verklaring van) alle bewegingen der hemellichamen en van de zee....."

Dames en Heeren.

Ik heb ik het voorgaande getracht U een beeld te ontwerpen van de geschiedenis van de grootsche ontdekking van Newton. Gij allen weet, dat de wetenschap sedert Newton niet stilgestaan heeft, maar dat Newton's magistrale werk, aanvankelijk schoorvoetend geaccepteerd op het continent ⁶²), sedert het begin der achttiende eeuw door tal van geleerden in allerlei richtingen is voortgezet en voltooid.

Het oorspronkelijke werk, de Principia van Newton, staat dan ook sedert meer dan een eeuw niet meer op het programma van de werken, die algemeen door wiskundigen worden bestudeerd. En dit is te betreuren in menig opzicht.

Ook heden nog is het voor ieder Uwer, die het plan koestert zijn studie op eenigszins breedere basis te fundeeren, van een noodzake-

lijk belang om de Principia ter hand te nemen en te zien op welke geniale wijze Newton, met behulp van een mathematisch apparaat, dat nog in zijn allereerste stadium van ontwikkeling verkeerde, en onder gebruikmaking van vrij schaarsche waarnemingsresultaten, die uit den aard der zaak nog niet alle uitmuntten door groote nauwkeurigheid, in staat was een systeem op te bouwen van zoo groote volkomenheid, dat het, ondanks enkele kleine onvolmaaktheden ⁶³⁾, de kritiek van de volgende eeuwen heeft kunnen trotseeren en nog heden onveranderd ten grondslag ligt aan de gebruikelijke behandeling der mechanica.

De bestudeering der Principia is weliswaar geen gemakkelijke taak ⁶⁴⁾, vooral omdat Newton overal zorgvuldig vermeden heeft het gebruik van differentiaal- en integraalrekening (resp. fluxie-rekening) in te voeren en al zijn bewijzen in een meetkundig gewaad heeft gestoken, waardoor ze in den regel allesbehalve vereenvoudigd zijn.

Men kan echter bij de studie van dit werk veel steun vinden in de bestudeering van het eminente boek van onzen landgenoot Dr. H. J. E. Beth, getiteld „Newton's Principia” (in twee deelen), uitgegeven bij Noordhoff in 1932, waarin de schrijver den hoofdinhoud der Principia op onnavolgbaar klare wijze verduidelijkt.

Het behoeft wel geen nader betoog, dat dit boek, dat ook doorvlochten is met tal van historische bijzonderheden, voor mij, naast de oorspronkelijke werken van Kepler en Newton, van onberekenbaar nut is geweest bij de samenstelling van deze voordracht.

Ik wil daarom *dit eerste gedeelte* van deze voordracht besluiten met de hoop uit te spreken, dat het besprokene enkele der hier aanwezigen zal mogen aansporen om, indien dit nog niet gebeurd mocht zijn, het werk van Newton en ook dat van Beth persoonlijk ter hand te nemen.

Het is niet zonder schroom, dat ik hier sprak over *het eerste gedeelte* van deze voordracht, want ik ben mij bewust, dat ik in dit gedeelte reeds zware eischen heb moeten stellen aan Uw geduld en aandacht, maar toch durf ik het wagen nog straks even Uw aandacht te verzoeken voor de vermelding van eenige interessante gebeurtenissen, die bijna twee eeuwen later in Frankrijk hebben plaats gevonden en die zijn uitgegroeid tot één van de vele „causes célèbres”, waaraan dat land steeds zoo rijk is geweest, gebeurtenissen, welke met de ontdekking van de gravitatie ten nauwste verband houden.

II.

Als ik voor het tweede gedeelte van deze lezing een afzonderlijke titel zou willen kiezen, dan zou deze moeten luiden: „Newton of Pascal? Een beruchte mystificatie in verband met de ontdekking van de wet der algemeene aantrekkingskracht (1867)” en als ik er een

motto boven zou willen plaatsen, zou ik dat willen ontleenen aan een schrijven van Newton's meergenoemden biograaf Sir David Brewster, gericht aan de Académie des Sciences te Parijs in 1867, met de woorden: „La plus audacieuse imposture, qui ait jamais été ourdie” ⁶⁵).

Laat mij echter beginnen met U een merkwaardig persoon voor te stellen. Tot de meest respectabele leden van de Académie des Sciences te Parijs gedurende de tweede helft der 19de eeuw behoorde ongetwijfeld de bejaarde mathematicus Michel Chasles. Chasles was geboren in 1793 te Epernon bij Parijs; hij had zich in de jaren 1840—1860 een welverdiende Europeesche vermaardheid verworven, zoowel door zijn baanbrekende onderzoekingen op meetkundig gebied als door zijn scherpzinnige navorschingen op historisch wiskundig terrein ⁶⁶). In 1867, het jaar waarin onze geschiedenis een aanvang neemt, was Chasles lid van niet minder dan 11 wetenschappelijke genootschappen in binnen- en buitenland, en verder was hem door de Royal Society van Londen de gouden eere-medaille toegekend voor zijn meetkundige onderzoekingen. En bovendien is het van het hoogste belang om in verband met het volgende op te merken, dat Chasles (een zeldzame bijkomstigheid voor een geleerde!) de beschikking had over een groot vermogen, dat hij zich had verworven tusschen 1830 en 1840, toen hij in Chartres bij het bankbedrijf werkzaam was. Deze aangename omstandigheid veroorloofde hem zich naar hartelust te wijden aan zijn hobby, welke bestond in het verzamelen van oude handschriften en brieven van personen, beroemd op wetenschappelijk of historisch terrein. Reeds bij verschillende gelegenheden had Chasles merkwaardige documenten uit zijn keurverzameling, waaraan hij enorme sommen had ten koste gelegd, aan de leden van de Académie des Sciences getoond, en daarom waren de verwachtingen van de academiëleden op het hoogst gespannen toen hij beloofd had brieven en documenten van *Blaise Pascal* (1623—1662), *Newton* en anderen te zullen overleggen, welke de geheele traditioneele geschiedenis van de ontwikkeling der zwaartekracht (zooals we die in het eerste gedeelte hebben geschetst) in één slag zouden omverwerpen.

Op 15 Juli 1867 kwam Chasles met de eerste desbetreffende documenten voor den dag, n.l. met twee brieven van Pascal aan den Engelschen chemicus Robert Boyle, en vier blaadjes met notities, alle onderteeekend door Pascal ⁶⁷).

Uit deze geschriften bleek zonneklaar, dat Pascal reeds in 1652 in het volledig bezit was van de wet van de algemeene aantrekkingskracht, en dat niet alleen, maar dat Pascal bovendien uit deze wet vrijwel alle belangrijke conclusies had getrokken, welke Newton in zijn Principia 35 jaar later had gepubliceerd.

Het is te begrijpen, dat deze opzienbarende mededeelingen een diepen indruk maakten op de leden der Academie. Dit bleek duidelijk

bij de volgende zitting van 22 Juli. Echter waagden sommige leden het openlijk hun twijfel uit te spreken over de echtheid van de gepubliceerde documenten, temeer daar Pascal gebruik gemaakt zou moeten hebben van gegevens en theorieën, die in 1652 nog onmogelijk bekend konden zijn.

In antwoord op deze tegenwerpingen bracht Chasles zonder aarzelen uit zijn onuitputtelijke collectie nieuwe documenten te voorschijn, waaruit inderdaad zou volgen, dat Pascal toch reeds in 1652 in het bezit van de vereischte gegevens was ⁶⁸). Maar het mooiste kwam nog. Chasles legde eenige brieven over, die door Pascal in 1654 aan Newton waren gericht en waarin gesproken werd over belangrijke onderzoeken, waarmede Newton zich toentertijd bezighield (o.m. over de *zwaartekracht*). Om alle misverstand te voorkomen moeten wij opmerken, *dat Newton in 1654 elf jaar oud was*. Uit de meest betrouwbare bronnen was tot op dat tijdstip bekend, dat Newton vóór 1661 geen blijken van bijzondere wiskundige begaafdheid had gegeven. Op de school van Grantham, waar hij in 1654 vertoefde, gold hij als een zeer middelmatige leerling, die met zijn kameraden zijn tijd doorbracht met het oplaten van vliegers, bouwen van wind- en watermolentjes, enz. En nu zou hij reeds als schoolknaap een geleerde zijn geweest, die in de Fransche taal correspondentie voerde over diepzinnige onderwerpen met de grootste geleerden van zijn tijd.

In één van de gepubliceerde brieven schrijft Pascal, dat hij aan Newton zijn manuscripten over de aantrekkingskracht zal toezenden.

Met dezen brief was de roem van de ontdekking van Newton in ernstig gevaar gebracht. Deze mededeelingen verwekten speciaal in Engelsche wetenschappelijke kringen groot opzien, zoodat Newton's biograaf, Sir David Brewster, zich genoodzaakt zag de betrouwbaarheid der gepubliceerde documenten met alle kracht en argumenten te bestrijden ⁶⁹). Verder viel het handschriftkundig onderzoek bij vergelijking met authentieke handschriften van Newton en Pascal vernietigend uit, om van den stijl maar te zwijgen ⁷⁰). Voor Chasles vormden al deze argumenten niet het minste bezwaar en met een ijver, een betere zaak waardig, ging hij voort om uit zijn voorraad nieuwe tegen-argumenten te putten, brieven van tijdgenooten van Pascal en geschriften uit de 18de eeuw, *waaruit bleek, dat Newton letterlijk alles, wat in de Principia als vrucht van eigen onderzoeken was gepubliceerd, ontleend had aan Pascal*. Van de onderzoeken van Newton bleef geen stuk heel. Hij had zich aan het ergste plagiaat bezondigd en bij geen enkele zijner onderzoeken over de aantrekkingskracht in de Principia den naam van zijn leermeester en vaderlijken vriend genoemd ⁷¹).

Personen van alle rang en stand schenen zich reeds in het tijdvak 1687—1750 met de controverse Pascal—Newton te hebben beziggehouden. Zelfs twee monarchen dalen af in het strijdperk, om zich in den prioriteitsstrijd te mengen. In den loop van de volgende zit-

tingen publiceerde Chasles o.a. een brief van Jacobus II van Engeland, welke deze laatste uit St. Germain geschreven had aan Newton, 14 dagen na zijn vlucht uit Engeland in 1689 ⁷²⁾. Jacobus deelde mede, dat de geleerde wereld in Frankrijk in opstand was gekomen over de verloochening (door Newton) van zijn intieme betrekkingen met Pascal. De Fransen waren in het bezit van documenten, die de waarheid zouden onthullen. Lodewijk XIV had in een brief aan Huygens uiting aan zijn toorn gegeven. Ook deze vorst mengde zich daadwerkelijk in het debat ⁷³⁾. De volgende documenten insinueerden, dat Newton heimelijk alle geschriften dezer geleerden vernietigd had, na er op de bovenomschreven wijze gebruik van te hebben gemaakt, terwijl hij bovendien zijn eigen brieven van de familieleden had teruggevorderd. Dat het een volkomen onaannemelijk feit was, dat (volgens dezelfde documenten) de finesses van de zaak in het begin der 18de eeuw al aan een dertigtal geleerden bekend waren, terwijl het tot 1867 zou moeten duren voordat de „waarheid” aan het licht zou komen, drong niet tot het bewustzijn van Chasles door, ofschoon dit bezwaar door talrijke academieleden werd ten berde gebracht.

Het zou mij te ver voeren ook maar bij benadering een verslag te geven van alle brieven, die door Chasles, ter staving van zijn publicaties, werden overgelegd. Achtereenvolgens kwamen ook nog Galileï en onze landgenoot Christiaan Huygens in het geding ⁷⁴⁾. De roem van de ontdekkingen van deze laatste werd weer gedeclareerd door Galileï, wat aan *onzen landgenoot Harting* aanleiding gaf om zich in het debat te mengen ⁷⁵⁾.

Mag ik misschien nog enkele staaltjes van de gevoerde discussie in het kort releveeren?

Op 15 Juli 1867 kwamen de documenten van Pascal ter tafel, waaruit moest blijken, dat Pascal reeds op 2 Januari 1655 de massa van Saturnus had bepaald volgens de bekende Newtonsche methode, met behulp van de satellieten ⁷⁶⁾.

Op 29 Juli d.a.v. werd hem tegengeworpen, dat dit onmogelijk was, omdat op dat moment nog geen enkele satelliet van Saturnus bekend was. De eerste satelliet werd eerst 3 maanden later ontdekt door onzen landgenoot Chr. Huygens ⁷⁷⁾.

Geen nood, op 18 November verschenen er documenten van Galileï's leerling Viviani, van Pascal, Cassini en Newton, waaruit bleek, dat niet Huygens, maar Galileï reeds in 1639 deze satelliet had ontdekt ⁷⁸⁾. Hij had zijn ontdekking medegedeeld per brief aan Huygens en verzocht de onderzoekingen verder voort te zetten, daar zijn verzwakkend gezichtsvermogen dit niet meer aan Galileï toeliet. Huygens had dit inderdaad gedaan en later alles onder eigen naam gepubliceerd (alles met documenten gestaafd). Vrijwel onmiddellijk werd Chasles voorgeworpen, dat dit toch wel erg moeilijk aan te nemen was, daar historisch vaststond, dat Galileï reeds in 1637

geheel blind was, dus in 1639 niet in staat was een satelliet van Saturnus te ontdekken. Chasles kon weer uit brieven aantoonen, dat het met dit blindheid in 1637 en 1639 zoo'n vaart nog niet liep, dat hij in tegendeel nog zeer behoorlijk kon zien en volkomen blindheid eerst in 1641 optrad ⁷⁹). Daarna is er nog een jaar lang gediscussieerd over den juisten datum van het optreden van blindheid bij Galilei ⁸⁰). Alles kwam er bij te pas. Le Verrier kon op 12 Juli 1869 onomstootelijk aantoonen, dat Galilei sedert Januari 1638 stekeblind was ⁸¹). Zoo ooit, dan gold wel hier :

Wer einmal lügt, muss oft zu lügen sich gewöhnen;
Denn sieben Lügen braucht's, um eine zu beschönen.

Dit debat, dat steeds een vuriger karakter aannam, werd vrijwel zonder onderbreking voortgezet tot 20 September 1869. In de Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, anders uiterst spaarzaam met haar ruimte, werd dertigmaal in verband met deze affaire het reglement overschreden en extra groote ruimte toegestaan voor de verslagen der debatten; de gezamenlijke omvang bedraagt daar meer dan 1000 bladzijden kwarto formaat!

Oorspronkelijk was er nog een duidelijke strooming in den schoot der Academie merkbaar, die coute que coute Chasles de hand boven het hoofd trachtte te houden en het geloof aan de authenticiteit der gepubliceerde documenten met alle kracht steunde, uit eerbied voor de respectabele figuur van Chasles.

Deze laatste werd meer en meer in het nauw gedreven door de scherpzinnige en overtuigende argumenten van de tegenpartij, waaronder vooral de beroemde astronoom Leverrier zich geducht weerde. Steeds wist echter Chasles met groote hardnekkigheid tegenmateriaal uit de doos van Pandora op te diepen, dat zoo opvallend nauwkeurig geschikt voor de bestrijding dezer aanvallen was, dat van allerlei kanten de insinuatie gelanceerd werd, dat dit bestrijdingsmateriaal expres voor dit doel was vervaardigd.

Toen op 12 April 1869 het academieliid Breton de Champ kon aantoonen, dat de meeste gepubliceerde brieven van Pascal letterlijke, maar dan ook letterlijke afschriften waren van fragmenten uit een vergeten werk uit de 18de eeuw, n.l. Savérien, *Histoire des Philosophes modernes, 1764*, zou men gevoeglijk mogen verwachten, dat eindelijk ook Chasles van de waardeloosheid der gepubliceerde documenten overtuigd zou zijn en zou capituleeren ⁸²).

Niets was echter minder waar! Chasles beweerde, dat Savérien in de gelegenheid was geweest dezelfde handschriften te raadplegen tijdens de samenstelling van zijn werk. Ook deze bewering kon hij weer met de noodige documenten bewijzen ⁸³).

Reeds herhaaldelijk hadden verschillende leden er bij Chasles in diens eigen belang op aangedrongen, den leverancier der documenten te noemen, voornamelijk om de insinuaties te ontzenuwen, die

Chasles tenminste als medeplichtige aan de steeds duidelijker wordende bedriegerij aanwezen ⁸⁴).

Chasles weigerde echter hardnekkig om den naam van dezen persoon te noemen. Evenmin was hij geneigd de complete handschriften-verzameling aan het oordeel der Académie over te leggen.

Nadat nog maanden lang over deze hopelooze zaak was gediscussieerd en er blijkbaar niemand op de wereld meer geloof hechtte aan de authenticiteit der documenten, behalve Chasles zelf, kwam deze laatste op 13 September 1869 eindelijk met de mededeeling, dat hij den leverancier der documenten, met wien hij al sedert 1861 in contact was, op 9 September had laten arresteeren; hij had tot nu toe geweigerd zijn naam te noemen, omdat hij de complete verzameling in zijn bezit wilde krijgen en daarom geen kapers op de kust wenschte ⁸⁵). De arrestatie had *niet* plaats gevonden, omdat Chasles eindelijk overtuigd was geworden met een bedrieger te doen te hebben, maar omdat hij vreesde, dat de leverancier niet aan zijn verplichtingen zou voldoen. Chasles verwachtte nog 300 documenten waarvan de betaling reeds had plaats gehad. Bij de arrestatie werd ten huize van den leverancier niets aangetroffen dan een verzameling wit papier. Dat Chasles zelfs na al het voorafgaande nog niet ten volle overtuigd was, de dupe te zijn geworden van een falsificatie op uitgebreide schaal, blijkt uit de woorden, waarmede hij zijn mededeeling besluit: „Il y a un mystère à pénétrer et jusque là, il n'y a rien à conclure”.

Nadat in de volgende zitting van 20 September door verschillende leden vergeefsche pogingen werden aangewend om Chasles tot de duidelijke verklaring te brengen, dat Newton en Huygens door de gepubliceerde documenten aan valsche beschuldigingen hadden blootgestaan, werd dit jarenlange onverkwikkelijke debat definitief gesloten ⁸⁶). Nog nimmer, sedert de stichting der Académie, beleefde deze instelling zulk een bewogen tijd ⁸⁷).

Hoewel het wetenschappelijke gedeelte van deze groteske vervalschingsaffaire, voor zooverre deze iets te maken had met de ontdekking van de algemeene aantrekkingskracht, hiermede afgehandeld is, leverde het proces, dat tegen den dader in 1870 gevoerd werd, nog zulke interessante bijzonderheden op, dat wij niet kunnen nalaten daarvan nog het één en ander mede te deelen. Wij ontleenen deze bijzonderheden aan het interessante uitvoerige verslag in „Der neue Pitaval”, Neue Serie Sechster Band, Leipzig 1871.

Laten wij echter, om alle misverstand te voorkomen, beginnen met de uitdrukkelijke verklaring, dat bij het proces duidelijk gebleken is, *dat Chasles zelf volkomen vrijuit ging*.

Hiervan was overigens ieder, die Chasles kende, reeds van te voren overtuigd, Chasles was slechts de dupe en alleen is het een raadsel hoe hij jarenlang zoo naïef is geweest om tegen alle argu-

menten in zulk een blind vertrouwen te schenken in de praatjes van zijn leverancier.

De gearresteerde leverancier bleek een zekere Vrain-Lucas te zijn. De bewijzen tegen den verdachte waren zoo overstelpend en overtuigend, dat hij spoedig een volledige bekentenis aflegde. *Hij bekende, dat vrijwel de geheele handschriftenverzameling door hemzelf was gefabriceerd op papier, dat hij door verschillende bewerkingen een antiek aanzien wist te geven.*

In 8 jaar tijds was hij er in geslaagd aan Chasles meer dan 27.000 documenten te verkoopen voor een gezamenlijken prijs van 140.000 francs = bijna f 70.000. Hij deed het daarbij voorkomen alsof hij handelde in opdracht van den werkelijken bezitter. In verband met het proces werd de collectie naar de Bibliothèque Impériale gebracht en gecatalogiseerd. De alfabethische catalogus besloeg 28 pag. folio en bevatte de meest fabelachtige titels. De stukken liepen over een tijdvak van 500 jaar voor Chr. tot $\pm$ 1700 na Chr.

Uit den rijken inhoud stippen wij aan (naast de bovengenoemde wetenschappelijke brieven) „eigenhandige” brieven en geschriften van: Aristoteles, Alexander de Groote (aan Aristoteles), Pontius Pilatus (aan Tiberius), *van den Gallischen arts Castor aan Jezus Christus, van Koning Herodes aan den opgestanen Lazarus, van Judas Iskarioth aan Maria Magdalena, van den apostel Johannes aan den apostel Petrus*, talrijke brieven van Julius Cesar, van Karel de Groote, van Attila, van Jeanne d'Arc en zoo nog tal van andere dergelijke. Het mooiste is, dat al deze personen, zoowel de Grieksche wijsgeeren als de Romeinsche keizers en de apostelen *een tamelijk behoorlijk oud-Fransch schrijven uit den tijd van Rabelais*, alleen een beetje onbeholpen van stijl.

Het mag nu ongelooflijk klinken, dat een groot geleerde als Chasles zich dergelijke rommel als goede waar heeft laten opdringen. De dader toont daarbij ongetwijfeld een grooter bezit aan psychologisch inzicht dan zijn illustre klant, want hij liet het aan Chasles over om al die taalkundige puzzles op te lossen. En daarin had hij zich niet misrekend, want Chasles, bezeten van de idée fixe, dat alles authentiek was, maakte zichzelf de volgende hypothese wijs: de stukken waren door Alcuinus, de vriend en leermeester van Karel de Groote, in de abdy van Tours bijeengebracht. Later had Rabelais, de tijdgenoot van Karel V, de archieven van deze abdy onderzocht en van een groot aantal handschriften copieën en *vertalingen* gemaakt.

Als specimen van den inhoud moge het volgende dienen ⁸⁸⁾:

Brief van Maria Magdalena aan den opgestanen Lazarus:

„Mon très amé frère, ce que me mandez de Petrus l'apostre de nostre doux Jésus me fait aspérer que bientôt le verrons icy et me dispose l'y bien recevoir. Notre soeur Marthe s'en réjouit aussi. Sa santé est fort chancelante et je crains son trépas; c'est pourquoi je la recommande à vos bonnes prières. Les bonnes filles qui sont venues

se mettre souls noste égide sont admirables pour nous et nous font des caresses on ne peut plus aimables. C'est vous dire, mon très amé frère, que nostre séjour dans ces contrées de la Gaule nous est en grande affection, que nous n'avons point envie de la quitter ainsi qu'aucuns de nos amis de proposent. Ne trouvezvous pas qu'iceuls Gaulois qu'on disait nations barbares ne le sont nullement, et à en juger parce que jà avons apprins, dirai de rien plus, si ce n'est que j'ai grand désir de voir et prins nostre Seigneur vous avoir en grâce.

Massilia "Ce X juin XLVI.

„Magdeleine”.

Oorspronkelijk had men de waarde van de collectie wetenschappelijk zoowel als litterair aanmerkelijk overschat. Al was direct bij vele personen het denkbeeld van een vervalsching gerezen, men meende toch dat de dader over meerdere deskundige medeplichtigen zou moeten beschikken, want hoe zou één mensch al die kennis van natuurwetenschappen, litteratuur, dichtkunst en geschiedenis kunnen bezitten, welke in de documenten was verwerkt? ⁸⁹⁾. Een nader onderzoek leverde echter andere resultaten. De zoogenaamde wetenschappelijke brieven van Newton, Pascal, Huygens, Galilei en anderen bevatten nooit diepere waarheden dan die, welke in het eerste het beste populaire boekje waren te vinden, en met de andere geschriften was het naar rato.

De aangeklaagde was een man van 52 jaar en bezat maar een vrij gebrekkige ontwikkeling. Hij had slechts lager onderwijs genoten. Hij was een geboren boekenwurm en had door ongeloofelijke vlijt alles gelezen wat hij onder oogen kon krijgen. Hij was een geregeld bezoeker van de Bibliothèque Impériale. Zijn ideaal was, een aanstelling aan deze bibliotheek te krijgen. Dit mislukte, omdat hij geen enkele academische graad bezat. Het gelukte hem zelfs niet een baantje bij een boekhandel te verkrijgen, daar hij geen Latijn kende. In 1853 kwam hij in dienst bij een bureau, dat zich bezig hield met het samenstellen van stamboomen. Hier verwierf hij de noodige routine voor zijn latere vervalschingen. Behalve de ruim 27.000 documenten, die hij aan Chasles verkocht, schijnt hij er slechts sporadisch aan anderen te hebben verkocht ⁹⁰⁾. Hij is blijkbaar reeds bij het begin van zijn misdadige loopbaan met Chasles in kennis gekomen en deze kennismaking leverde hem ruimschoots voldoende inkomsten.

Voor zijn vervalschingen heeft hij klaarblijkelijk moeten werken als een Benediktijner, zooals de president van de rechtbank hem toevoegde, want om aan den onverzadigbaren honger naar handschriften bij Chasles te voldoen, was hij genoodzaakt 8 jaar lang gemiddeld 10 valsche documenten per dag te vervaardigen. Deze moesten nog pasklaar worden gemaakt, wat betreft taal, stijl en authenticiek aanzien, terwijl ook angstvallig moest worden gewaakt tegen het optreden van onderlinge tegenspraak, voorwaar een bijna onmogelijke taak, die het vermoeden rechtvaardigde, dat Vrain-

Lucas over medeplichtigen zou hebben beschikt. Bij het nauwgezet juridisch onderzoek is hiervan echter niets gebleken.

Deze geruchtmakende affaire, de stof voor een complete roman, de pen van een Jacob Wassermann of Emil Ludwig waardig, is geëindigd met een rechtzaak in 1870, die in alle groote dagbladen uit dien tijd in kleuren en geuren is medegedeeld; in de publieke opinie uit dien tijd is een zeker welwillend mededoogen tegenover den persoon van den falsaris niet te miskennen. Men gnuifde over den handigen vervalscher, die er in geslaagd was vele jaren lang een staf van vooraanstaande geleerden om den tuin te leiden, waarbij niet zonder ironie werd gesproken over de onbegrijpelijke naïviteit van deze geleerden, speciaal Chasles, die al deze vervalschingen als goede munt hadden aangenomen.

Deze welwillende houding strekte zich ook uit tot de jury en de rechters, wat bleek uit het vonnis, dat niet zoo bijzonder streng was. De dader werd in het voorjaar van 1870 veroordeeld tot een gevangenisstraf van twee jaar.

Zoo eindigde deze onverkwikkelijke affaire, na jarenlang in het brandpunt der wetenschappelijke en publieke belangstelling te hebben gestaan. Zij geraakte spoedig in het vergeetboek, omdat de groote gebeurtenissen van 1870 en 1871 de algemeene belangstelling voor zich opeischten.

Een woord van mededoogen past ons voor den bejaarden eerwaardigen Chasles, wiens laatste levensjaren (hij stierf hoogbejaard in 1880), na een zoo welbesteed leven in dienst van de wetenschap, door deze gebeurtenissen zoo bitter werden vergald. Het moge ons tot troost verstrekken met nadruk de reeds vroeger gegeven verklaring te kunnen herhalen, dat Chasles in deze heele affaire niet de minste blaam treft. De eenige fout, die men hem zou kunnen aanwrijven, is een heel menschelijke fout, n.l. zijn onbegrensde naïviteit en goed vertrouwen, een fout, die hij overigens met meerdere groote geleerden gemeen had. Zoo eindigde dus de affaire „Chasles”, die tenslotte „veel leven om niets” had beteekend.

Het behoeft na het voorafgaande geen nader betoog, dat ook de figuur van Newton en diens prioriteitsaanspraken op de ontdekking der gravitatiewet en de consequenties daarvan ongerept uit den strijd kwamen.

Geachte aanwezigen, ik ben hiermede gekomen aan het einde van de taak, die ik mij voor hedenavond heb gesteld. Ik hoop, dat de uitvoerige historische besprekingen, die ik het genoegen had te mogen voeren, U niet *al* te lang zijn gevallen.

Het is mijn bedoeling geweest U aan een enkel voorbeeld de historische ontwikkelingsgang van een wetenschappelijke theorie te schetsen. Ofschoon wij hier te lande beschikken over eenige eminente figuren, die zich de studie van de historie der wiskunde tot een levenstaak hebben gesteld, zooals Dr. Dijksterhuis, Dr. Beth Sr en

Prof. Hendrik de Vries ⁹¹⁾, toch wil het mij voorkomen, dat het historische element bij de studie dezer wetenschappen aan onze universiteiten in het algemeen genomen nog niet voldoende tot zijn recht komt.

Wanneer de voorgaande bescheiden poging een enkele Uwer, indien noodig, mocht aansporen zich nader te verdiepen in den ontwikkelingsgang van de door haar of hem bestudeerde theorieën, dan zal ik mijn moeite reeds ruimschoots beloond achten.

Ik wil dan nu eindigen, maar niet alvorens U allen, hier aanwezig, dank te zeggen voor de aandacht waarmede U mijn besprekingen hebt willen aanhooren.

AANTEKENINGEN.

Deel I :

Zooals reeds in den tekst is opgemerkt, zijn vele historische gegevens en citaten uit het eerste gedeelte ontleend aan het prachtige werk van Dr. H. J. E. Beth: Newton's „Principia", deel IV en V van Noordhoff's historische bibliotheek. Uitg. Noordhoff, Groningen 1932. In het bijzonder is hierbij geraadpleegd deel II, hoofdstuk XIX. (In het vervolg aangehaald als „Beth").

- 1) Handbuch der Astrophysik, Springer, Berlin 1929. Band IV, das Sonnensystem, Kap. II. Eclipses of the Sun (S. E. Mitchell) p. 324.
- 2) Rudolf Wolf. Geschichte der Astronomie, München 1877 (Nachdruck 1933) i. h. b. § 146 en § 153.
- 3) De eerste editie der Principia verscheen in Londen in 1687 (de voorrede van Newton is gedateerd: Cambridge 8 Mei 1686). De tweede editie, verzorgd door Roger Cotes, verscheen in 1713, de derde editie, verzorgd door Henry Pemberton, verscheen in 1726. In 1739/42 verscheen in Genève een nieuwe uitgave in 3 deelen, voorzien van commentaren van de paters le Seur en Jacquier. Deze uitgave staat bekend als de „Jezuïten-editie". Een Engelsche vertaling verscheen van de hand van John Machin in 2 deelen in Londen in 1729, een tweede vertaling met commentaren van Thorpe in Londen in 1802. Een zeer bekende Fransche vertaling verscheen van de hand van de Marquise du Châtelet in Parijs in 1759 (2 deelen in 4^o). Een zeer verbreide uitgave is de Duitsche vertaling van Prof. Dr. J. Ph. Wolfers: „Sir Isaac Newton's Mathematische Principien der Naturlehre, mit Bemerkungen und Erläuterungen", Berlin 1872 (in berichtigter Neuauflage 1932). *Deze laatste vertaling, die bewerkt is naar de 3de editie der Principia, is door mij in hoofdzaak gebruikt en zal in het vervolg worden geciteerd als „Newton—Wolfers"*.
- 4) H. Pemberton. A view of Sir Isaac Newton's philosophy. 1728. A. de Morgan. Newton, his friend and his niece. Londen 1885.
- 5) Volgens de nieuwe Gregoriaansche tijdrekening. Volgens de oude, toen nog in Engeland geldende Juliaansche tijdrekening, was het 25 December 1642.
- 6) De meting van Norwood had reeds plaatsgevonden in 1635 en was door Norwood gepubliceerd in „The Seaman's Practice", London 1636. Norwood vond voor de lengte van een breedtegraad 367.196 Eng. voet. De moderne metingen zouden $\pm$ 365.000 Eng. voet hebben geleverd. Zie ook ³²⁾ en ³⁴⁾.

- 7) F. Rosenberger. Isaäc Newton und seine physikalische Principien. Leipzig 1895, p. 119.
- 8) T. I. p. 288.
- 9) A. Breviar of M. Picarts account of the measure of the earth. Phil. Transactions 112, X, 25 Maart 1675, p. 261—272.
- 10) Fl. Cajori: Newton's Twenty Years' Delay in Announcing the Law of Gravitation. Sir Isaac Newton 1727—1927, a Bicentenary Evaluation of his Work, Baltimore 1928.
- 11) Aristoteles, Physica IV en De Coelo III. Zie hierover i. h. b. Dr. E. J. Dijksterhuis. Val en Worp. Noordhoff, Groningen 1924, Hoofdstuk I.
- 12) Neurenberg 1543.
- 13) Deel II, p. 348, 349.
- 14) Copernicus. De Revolutionibus, Caput VIII.
- 15) Astronomia nova..... de motibus stellae Martis. Ex observationibus G. V. Tychoonis Brahe. Jussu et sumptibus Rudolphi II, Romanorum imperatoris etc. Praag 1609. De gegeven citaten zijn hoofdzakelijk ontleend aan de Duitsche uitgave: Johann Kepler „Die Zusammenklänge der Welten", Herausgegeben und übersetzt von O. J. Bryk. Jena 1918, waarin de voornaamste werken van Kepler (met weglating van enkele minder belangrijke hoofdstukken, waarvan alleen een overzicht wordt gegeven) in Duitsche vertaling zijn samengevoegd. Deze uitgave zal worden geciteerd als: *Kepler—Bryk*.
- 16) In moderne formuleering :
 - I. De heliocentrische bewegingen der planeten hebben plaats in vaste vlakken, gaande door het centrum van de zon; de baan heeft den vorm van een ellips, waarvan de zon één der brandpunten is.
 - II. Het oppervlak van den sector, beschreven door de radius-vector van de zon naar de planeet, is evenredig met den daarvoor benoodigden tijd.
- 17) Guilielmi Gilberti. Colcestrensis, Medici Londinensis, De Magnete, Londini. Excudebat Petrus Short MDC.
- 18) Kepler—Bryk, p. 206, 207; Beth II, p. 62.
- 19) „ut multo magis Ferra trahat lapidem quam lapis petit Ferram". De aangehaalde vertaling is van Beth, Bryk en anderen vertalen: „Ihr zufolge zieht die Erde den Stein kräftiger an, als der Stein die Erde".
- 20) De Keplersche uitdrukking is „moles" en dekt niet volkomen het massabegrip van Newton; Kepler neemt de dichtheid van aarde en maan als gelijk aan; voor de verhouding van hun „moles" neemt hij de verhouding van de volumina.
- 21) Kepler—Bryk. p. 217, 218.
- 22) In Caput XXXVI (Kepler—Bryk p. 271) gaat Kepler nog dieper in op de wet, volgens welke de uit de zon stroomende

- bewegende kracht in de wereldruimte wordt verzwakt.
- 23) Ismaël Boulliaud (Boulliau), verlatiniseerd Bullialdus, geb. 1605, gest. 1694.
 - 24) Brewster, *Memoirs of the Life, Writings and Discoveries of Sir Isaac Newton*, 1855, II, p. 448.
 - 25) *Bibliographie astronomique* (1803), p. 221.
 - 26) *Astronomie moderne: Table des Matières*. Over „evectie” zie b.v.: Young, *General astronomy*, 1904, § 456.
E. Brown. *Lunar Theory*, Cambr. Univ. press. 1896, p. 128.
 - 27) „*Theoricae Mediceorum planetarum ex causis physicis deductae*”. Florence, 1666.
 - 28) Opgenomen in: Huygens: *Oeuvres complètes*, T. XVII 1929, p. 237. Separaat in Duitsche vertaling: „*Christian Huygens' nachgelassene Abhandlungen: Über die Bewegung der Körper durch den Stoss. Über die Centrifugalkraft*. Herausgeg. von Felix Hausdorff. Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, No. 138. Leipzig 1903.
 - 29) Birch. *History of the Royal Society*, Vol. I, p. 22.
 - 30) Birch. l. c. Vol. II, p. 70; ontleend aan Beth, II, p. 71.
 - 31) Zie 6).
 - 32) „*Eratosthenes Batavus*”. *Lugdunum Batavorum* 1617. De berekeningen van Snellius gaven voor de lengte van i breedtegraad $55.100 \text{ toises} = \pm 353.800 \text{ Eng. voet}$ (nauwkeurige waarde 365.000 E. v.).
 - 33) Zie 10).
 - 34) Wij merken hierbij op, dat de meting van Norwood voor den weg, door een vallend lichaam in de eerste seconde van den val doorloopen, zou leveren $16, 19 \text{ E. v.}$ De meting van Picard zou geven $16,096 \text{ E. v.}$ De experimenteele waarde is $16,1 \text{ E. v.}$
 - 35) Beth, II, p. 69.
 - 36) J. W. L. Glaisher, *Cambridge Chronicle*, 20 April 1888.
 - 37) Zie 10).
 - 38) Newton—Wolfers, p. 393, § 10.
 - 39) Newton—Wolfers, p. 196, § 118, § 119.
 - 40) Zie 24).
 - 41) Thomson & Tait. *Handbuch der theoretischen Physik*, Autorisirte deutsche Übersetzung von Dr. H. Helmholtz und G. Wertheim. Braunschweig 1871. Deel II, p. 15, § 471.
 - 42) Zie 35).
 - 43) Zie 28).
 - 44) *Horologium Oscillatorium, sive de motu pendulorum*. Parijs 1672. In Duitsche vertaling: „*Die Pendeluhr*” Ostwald's Klassiker No. 192, Leipzig 1913. De 13 stellingen over de centrifugaalkracht zijn daar te vinden op pag. 190.
 - 45) Beth II, p. 67.

- 46) „Durch derartige Sätze hat Huygens in seinem vortrefflichen Werke über Pendeluhren die Kraft der Schwere mit den Centrifugalkräften umlaufender Körper verglichen". Newton—Wolfers, p. 60, § 19, Anm.
- 47) Zie o.a. pag. 77, regel 9 v. o.
- 48) P. S. de Laplace. Exposition du système du monde, 3me Ed. 1808, p. 377; 6me Ed. 1836, p. 475.
- 49) Als de stralen der (cirkelvormig veronderstelde) planetenbanen a_1 en a_2 zijn, en de omloopstijden T_1 en T_2 , dan is de verhouding der centrifugaalkrachten :
- $$\frac{K_1}{K_2} = \frac{4\pi^2 a_1}{T_1^2} : \frac{4\pi^2 a_2}{T_2^2} = \frac{T_2^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1}{a_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \cdot \frac{a_1}{a_2}$$
- (wegens de 3e wet van Kepler) $= \frac{a_2^2}{a_1^2}$
- 50) Wren leefde van 1632—1723.
- 51) E. Halley, 1656—1741, berekenaar van de naar hem genoemde komeet.
- 52) O.a. uit een brief aan Halley op 14 Juli 1686 (Brewster, Memoirs I, p. 449).
- 53) In 1672 en 1675 verschenen reeds 2 verhandelingen van Newton over de samenstelling van het licht in de Phil. Transactions.
- 54) Zie 29) III, p. 512.
- 55) Zie 29) III, p. 516.
- 56) Brewster, Memoirs I, p. 446.
- 57) Het boek „De motu" is gepubliceerd als Appendix I in het werk van S. P. Rigaud. Historical essay on the first publication of Sir Isaac Newton's Principia. Oxford. 1838.
- 58) Het was oorspronkelijk de bedoeling de Principia in opdracht en op kosten (jussu et sumptibus) van de R. S. uit te geven. Wegens gebrek aan de benoodigde financiën belastte Halley zich voorloopig met de kosten en het toezicht op het drukken, zoodat het werk slechts verscheen „jussu Societatis Regiae".
- 59) Phil. Transactions. Vol. XVI, 1687, p. 297.
- 60) Newton—Wolfers: p. 507, § 61.
- De hier gegeven vertaling is van Beth (II, Hoofdst. XXVIII).
- 61) Hier ontmoeten wij de klassiek geworden uitspraak: „Hypotheses non fingo", welke echter veelvuldig in verkeerden zin wordt aangehaald en toegepast.
- 62) In 1730 werd nog door de Academie van Parijs als prijsvraag uitgeschreven: „Quelle est la cause physique de la figure elliptique des orbites des planètes et de la mobilité de leurs aphélie?"
- Het antwoord van G. Cramer, dat gebaseerd was op de Prin-

cupia, kon slechts een eervolle vermelding verwerven. Johann Bernoulli, die de verouderde werveltheorie van Descartes als grondslag van zijn onderzoek had genomen, won den prijs, maar erkende onomwonden aan Cramer: „qu'il ne croyait ne devoir sa victoire qu'au ménagement qu'il avait mieux su garder que lui pour les tourbillons de Descartes, encore révéérés de ses juges”.

Eerst $\pm$ 1740 begon de theorie van Newton langzamerhand ingang te vinden in Frankrijk en Duitschland. Daartoe is veel bijgedragen door Voltaire, die in Engeland met deze theorie had kennis gemaakt en daarover een populaire verhandeling schreef onder den titel: „Eléments de la philosophie de Newton, mis à la portée de tout le monde” (1738), welke in Amsterdam werd uitgegeven, omdat er in Parijs geen toestemming daarvoor werd verleend. V., die zelf niet voldoende wiskundig georiënteerd was om de Principia volledig te kunnen verstaan, werd bij zijn studie gesteund door de Marquise du Châtelet, die later op Voltaire's aandrang ook de in ³⁾ genoemde Fransche vertaling der Principia tot stand bracht.

- 63) Ik wil speciaal wijzen op kleine afwijkingen, zooals in de periheliumbeweging van Mercurius, welke eerst een afdoende verklaring heeft gevonden in de gravitatie-theorie van Einstein (1915). Verschillende kleine maanstoringen zijn ook nu nog niet voldoende verklaard.
- 64) Zelfs een groot mathematicus als Leonard Euler noemde nog in $\pm$ 1740 de studie der Principia „eine sehr schwierige Lektüre”.

II.

- 65) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences 65 (1867), p. 653—655.
- 66) Van zijn talrijke werken op deze gebieden willen wij volstaan met te noemen :
 Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes de la géométrie (1841).
 Traité de géométrie supérieure (1852).
 Traité des sections coniques I (1865) (onvoltooid gebleven).
 Chasles, ofschoon uitstekend vertrouwd met de analytische methoden, was een verwoed geometer, die zich als ideaal had gesteld, alle resultaten, welke langs zuiver analytischen weg waren verkregen, langs zuiver meetkundigen weg af te leiden. Dit streven werd dikwijls met succes bekrond. Een sprekend voorbeeld hiervan is zijn beroemde verhandeling over de aantrekking van ellipsoïden (Comptes rendus VI, p. 902—915, 1838) (ook in Ostwald's Klassiker No. 19, p. 75).

- 67) C. R. 65 (1867) p. 51.
- 68) l.c. p. 185—194.
- 69) l.c. p. 261—263.
- 70) l.c. p. 329—331, p. 340—344.
- 71) l.c. p. 585—593.
- 72) l.c. p. 549—554.
- 73) Brewster merkt hierover op (l.c. p. 653—655): „Il faudrait une bonne dose de foi, même chez les compatriotes de Pascal, pour croire que Louis XIV, ce vice-gérant de Dieu sur la terre, ait poussé la condescendance jusqu' à s'occuper de ces pauvres débats scientifiques”.
- 74) l.c. p. 826—839.
- 75) l.c. 987—988.
- 76) Principia Liber III, Prop. VIII, Corr. 2. Newton—Wolfers, p. 394. Zusatz 2. Vergelijk b.v. Young ²⁶), p. 341.
- 77) Op 25 Maart 1655; zie Huygens' „De Saturni luna observatio nova” (1656).
- 78) C. R. p. 826—839.
- 79) C. R. p. 826—839.
- 80) O.a. C. R. 66 (1868 I) p. 31—34, 36—37, 126—132, 169—170, 253—267, 313—316, 389—392.
C. R. 68 (1869 I) p. 256—257, 436—437, 740—761, 774—778, 957—959, 993—1005, 1093—1095.
- 81) l.c. 69 (1869 II) p. 72—95.
- 82) l.c. 68 (1869 I) p. 862—864.
- 83) l.c. 68 (1869 I) p. 885—893, p. 972—973.
- 84) l.c. 69 (1869 II) p. 5—24.
- 85) l.c. 69 (1869 II) p. 646—650.
- 86) l.c. 69 (1869 II) p. 679—681, 683, 684.
- 87) Een interessant overzicht van de debatten in de Académie des Sciences is te vinden in: M. Lecat, *Erreurs de Mathématiciens*; Bruxelles—Louvain 1935, p. 123—135.
- 88) Ontleend aan „der neue Pitaval”.
- 89) Behalve de reeds vroeger genoemde brieven bevatte de verzameling, volgens de mededeelingen in „der neue Pitaval”, o.m. ook gedichten van Sappho, Dante en Petrarca, brieven van Abélard, Héloïse, Luther, Shakespeare, Molière, Ariosto, Boccaccio, Cervantes, enz., enz.
- 90) Slechts weinige documenten heeft Vrain-Lucas nog verkocht aan den Markies Duprat, die daaruit een boek heeft samengesteld onder den titel: „Glanes et regains”.
- 91) Wij noemen van hun werken op dit gebied in de eerste plaats: Dr. E. J. Dijksterhuis. *Val en Worp. Een bijdrage tot de geschiedenis der mechanica van Aristoteles tot Newton*. Noord-

hoff. Groningen 1924. De Elementen van Euclides, 2 deelen.
Noordhoff's historische bibliotheek 1 en 3, 1929, 1930.
Archimedes (I), Noordhoff's hist. bib. 6. 1938.
Dr. H. J. E. Beth. Inleiding tot de Niet-Euclidische meetkunde
op historischen grondslag. Noordhoff's hist. bib. 2. 1929.
Newton's „Principia", 2 deelen. Noordhoff's hist. bibl. 4 en
5, 1932.
Dr. Hk. de Vries. Historische studiën (2 deelen). Noordhoff
1926, 1934.

DE NOBELPRIJS VOOR NATUURKUNDE 1938

door
G. J. SIZOO.

1. De Nobelprijs voor Natuurkunde voor het jaar 1938 werd toegekend aan Prof. Enrico Fermi, tot voor kort hoogleeraar voor theoretische physica aan de Universiteit van Rome. Fermi heeft tot de ontwikkeling der theoretische physica meer dan één bijdrage geleverd die van fundamenteele beteekenis is gebleken. In 1926 ontwierp hij een nieuwe statistische methode voor electronen, die berust op het uitsluitingsprincipe van Pauli en die in het bijzonder voor de theorie der electronen in metalen zeer vruchtbaar is geworden. Deze statistische methode, thans gewoonlijk als Fermi-Dirac statistiek aangeduid, paste hij in 1928 ongeveer gelijktijdig met Thomas toe op de electronenwolk van het atoom (atoommodel van Thomas-Fermi). In 1934 verscheen zijn theorie over de β -desintegratie, berustend op de idee, dat een β -deeltje tegelijk met een neutrino wordt uitgezonden, wanneer in de kern een neutron in een proton overgaat. Deze theorie, die later door Konopinsky en Uhlenbeck eenigszins werd gewijzigd, bracht voor het eerst enig licht in het probleem van de continue energieverdeeling der β -deeltjes. Verder verschenen van zijn hand o.a. publicaties betreffende de overbrenging der theorie van het electromagnetische veld in het formalisme der golfmechanica, het Ramanspectrum, de hyperfijnstructuur en het magnetisch moment van de atoomkern, en, in samenwerking met Rossi, over de afwijking van kosmische stralen in het magnetische veld der aarde. De toekenning van den Nobelprijs is echter met name geschied op grond van het experimenteele werk, dat Fermi, sinds 1934 met verschillende medewerkers, heeft verricht met betrekking tot het verwekken van radioactieve elementen door middel van neutronen. Over dit werk, dat in zoo hooge mate tot de ontwikkeling der kernphysica heeft bijgedragen, een beknopt overzicht te geven, is de bedoeling van dit artikel.

2. Einde 1933 vonden Curie en Joliot, dat bij beschieting van aluminium met α -stralen een radioactief phosphorisotoop ontstaat, dat onder uitzending van positieve electronen in normaal silicium overgaat. Evenzoo bleek bombardement van Mg en B met α -stralen tot het ontstaan van resp. radio-silicium en radio-stikstof aanleiding

te geven. Het vermoeden, dat ook andere projectielen radioactieve isotopen zouden kunnen verwekken, werd reeds door Curie en Joliot uitgesproken en spoedig daarna door Cockroft, Gilbert en Walton voor protonen en door Henderson, Livingstone en Lawrence voor deutronen bevestigd. Het aantal der aldus verkregen radioactieve elementen was echter nog gering. Alle bleken zij positieve electronen uit te zenden.

Reeds in Maart 1934 kon Fermi echter mededeeling doen van zijn vondst, dat neutronen, verkregen door beschieting van beryllium met α -deeltjes, bij een groot aantal elementen kunstmatige radioactiviteit verwekten, en dat de daarbij gevormde nieuwe isotopen negatieve electronen uitzenden. In korten tijd werden door hem en zijn medewerkers E. Amaldi, O. d'Agostino, E. Segré, B. Pontecorvo, F. Rasetti van de 82 bekende niet-radioactieve elementen er 67 onderzocht, met het resultaat, dat in 44 gevallen een activeerbaarheid door neutronen werd vastgesteld. Bij verschillende elementen kon uit het optreden van meerdere halveeringstijden tot het ontstaan van meer dan één radioactief isotoop worden besloten. Langs chemischen weg werd vastgesteld, dat in zeer veel gevallen het gevormde radioactieve element isotoop was met het bestraalde element. Daaruit volgde, dat bij deze elementen de kerntransformatie bestaat in de absorptie van het neutron door de getroffen kern.

In 1935 vinden Fermi e.m. het belangrijke verschijnsel, dat bij verschillende elementen de activeerbaarheid aanzienlijk wordt verhoogd, wanneer men de neutronen, alvorens ze het element te doen treffen, een laag paraffine of water van eenige cm dikte laat doorloopen. Van dit op het eerste hooren zoo verrassende feit vond Fermi dadelijk de juiste verklaring.

De neutronenbron ($\text{Be} + \text{Ra Em}$) zendt neutronen uit van zeer verschillende, waaronder zeer hoge energieën. Bij de herhaalde botsing tegen de waterstofkernen in het paraffine of water, zullen zij een belangrijk deel dezer energie verliezen, zoodat het aantal langzame neutronen relatief sterk toeneemt. De berekening leert, dat voorzoover bij de botsing neutron en waterstofkern als vaste bollen mogen worden beschouwd, het eerste gemiddeld per botsing de helft van zijn energie overdraagt aan het tweede. Neutronen, die eenige cm paraffine doorloopen hebben, bezitten daarom een continu energiespectrum, waarin de kleine energieën sterk vertegenwoordigd zijn. Te verwachten valt, dat de kans, dat een neutron door een kern zal worden geabsorbeerd, des te grooter zal zijn naarmate het neutron langer in de buurt van de kern blijft, d.w.z. naarmate zijn snelheid geringer is. Op deze omstandigheid berust het waargenomen verschijnsel van de versterking der activeering bij het plaatsen van paraffine of water tusschen neutronenbron en element.

Uiteraard kunnen zulke langzame neutronen geen reacties verwekken die een eenigszins belangrijke energie vereischen. Reacties,

waarbij een neutron met een proton of met een α -deeltje wordt uitgewisseld, zijn als regel sterk endotherm en kunnen dus alleen door de snelle neutronen worden verwekt en zijn dus ook niet door parafine of water versterkbaar. Men kent slechts drie uitwisselingsreacties, die door langzame neutronen worden verwekt, n.l. de omzetting N onder uitzending van een proton en die van Li en B onder uitzending van een α -deeltje. De laatste reactie heeft, zooals onder zal blijken, bij het onderzoek van langzame neutronen een belangrijke rol gespeeld. De zuivere absorptie van een neutron is steeds een exotherme reactie, waarbij de bindingsenergie van het neutron, beantwoordend aan het massaverschil tusschen een vrij neutron en een in de kern gebonden neutron (gewoonlijk c.a. 0.009 massaeenheden, overeenkomend met c.a. 0.008 MeV), in den vorm van γ -straling wordt uitgezonden. Fermi e.m. konden de aanwezigheid van deze γ -straling bij Co, Cd, Cl, Ir, Au, Hg aantonen.

In het geval van isotopie van het gevormde element met het bestraalde is een scheiding met de gewone chemische hulpmiddelen niet mogelijk. Bij gasvormige stoffen kan men echter van de omstandigheid, dat de nieuwe atomen door secundaire processen elektrisch geladen kunnen zijn, gebruik maken om ze op een elektrode te verzamelen. Fermi slaagde er in volgens deze methode het radioactieve arseenisotoop belangrijk te concentreren.

Een andere methode werd het eerst door Szilard en Chalmers toegepast en in het bijzonder door Erbacher en Philipp zorgvuldig uitgewerkt. Deze methode berust op de omstandigheid, dat de getroffen kern bij het uitzenden van het γ -quant een reactiestoot ondervindt, die groot genoeg kan zijn om het atoom uit het molecuulverband los te rukken. Om hiervan gebruik te kunnen maken wordt het betreffende element bestraald in den vorm van een organische of complexe verbinding, zoodat door de ionenreacties op het betreffende element wel de losgeslagen, maar niet de overige atomen worden aangegrepen.

De electronen, die door de nieuwe radioactieve elementen worden uitgezonden, blijken weer een continue energieverdeeling te bezitten. Door de absorptie der electronen in aluminium na te gaan konden Fermi e.m. in een aantal gevallen de gemiddelde en de maximale waarde der energie ongeveer aangeven.

Bijzondere vermelding verdient, dat Fermi e.m. bij de bestraling van Uraan een actief element vonden, dat blijkens het chemisch onderzoek zeker geen isotoop der elementen 82 tot 92 kon zijn, doch homoloog scheen met Mn en Re. Dit leidde tot de onderstelling, dat men hier met een „transuraan”, d.w.z. met een element met hooger rangnummer dan uraan te doen had. Deze onderstelling is door later onderzoek van Meitner, Hahn en Strassman bevestigd. Zelfs slaagden deze er in om naast drie kunstmatige Uraanisotopen niet minder dan 6 transuranen, behorende tot de elementen 93—96, aan te

toonen en de chemische eigenschappen ervan vast te stellen. Recente onderzoeken van Hahn en Strassmann brachten echter aan het licht, dat bij beschieting van Uraan met langzame neutronen ook Barium ontstaat, benevens een edelgas, vermoedelijk Krypton of Xenon. Men heeft hier te doen met het zeer merkwaardige geval, dat een zware atoomkern, door de toevoeging van een neutron, als het ware stukbreekt en in twee — of misschien meer — lichtere atomen (w.s. Barium en Krypton of Strontium en Xenon) uiteenvalt.

3. Reeds in hun eerste mededeeling onderstelden Fermi e.m., dat een aanzienlijk deel der door paraffine verlangzaamde neutronen een energie zouden bezitten, gelijk aan of van dezelfde orde van grootte als de thermische energie der waterstofatomen. Zij bevestigden deze onderstelling kort daarna zelf door een proef, waarbij op den rand van een schijf achter elkaar de indicator (een hoeveelheid van een activeerbaar element, bijv. Rh of Ag), de neutronenbron, en weer een indicator waren aangebracht. Deze schijf lieten zij roteeren tusschen twee lagen paraffine. Daarbij verkreeg de voorste indicator een 10 % zwakkere activiteit dan de achterste, waaruit volgt, dat de verblijftijd van de neutronen in het paraffine vergelijkbaar is met den tijd, die de rand van de schijf noodig heeft om den afstand tusschen de beide indicatoren af te leggen.

Analoge proeven zijn daarna uitgevoerd door Harteck en Knauer en door Frisch en Sörensen, waaruit besloten kon worden, dat een deel der langzame neutronen een snelheid van rond 100 m/sec. moest hebben. Tenslotte slaagden Dunning, Pegram, Fink, Mitchel en Segré er in de snelheid der langzame neutronen direct te meten door een proef, die in principe veel overeenkomst vertoont met de bekende proef van Fizeau ter bepaling van de snelheid van het licht. Zij vonden daarbij, dat voor die groep der langzame neutronen, die door Fermi reeds als de groep der thermische was aangewezen, n.l. die welke in Cd sterk wordt geabsorbeerd (zie onder 4), de snelheidsverdeling van Maxwell geldt.

Uit de onderstelling van Fermi moest ook volgen, dat de snelheden kleiner zouden worden bij afkoeling en grooter bij verwarming der paraffine, waarmede dan een toename, resp. een afname van het activeerend vermogen moest gepaard gaan. Ook deze gevolgtrekking werd door Fermi e.m. zelf aan het experiment getoetst. Aanvankelijk vonden zij geen positief resultaat. Nadat het gezochte temperatuureffect echter door Moon en Tillman was gevonden, kon het ook door Fermi e.m., evenals door verschillende andere onderzoekers, worden bevestigd.

4. Bijzondere aandacht hebben Fermi en zijn medewerkers (met name Amaldi) gewijd aan de absorptie der langzame neutronen in

verschillende elementen. Reeds hun eerste proeven toonden aan dat deze absorptie in verschillende elementen, met name in die welke er door worden geactiveerd, zeer groot kan zijn. Als maat voor de intensiteit der doorgelaten neutronen werd daarbij gebruikt de activiteit die zij in een hoeveelheid van een of ander element, de indicator, verwekten.

Het bleek nu echter, dat de gevonden absorptiekrommen niet alleen afhankelijk waren van den aard van het absorbeerende materiaal, maar evenzeer van den aard en de dikte van den indicator. Bovendien moest vanwege de geringe intensiteiten gewerkt worden met neutronenbundels, die in het geheel niet als evenwijdige stralen mochten worden beschouwd.

Niettegenstaande deze ingewikkelde omstandigheden slaagden de onderzoekers er in de resultaten der absorptieproeven goeddeels te interpreteren.

Een zeer sterke absorptie vertoont o.a. het metaal Cadmium. Onafhankelijk van den aard van den indicator vertoont de absorptiekromme voor dit element eerst een zeer sterke, daarna een veel langzamere afname, hetgeen beduidt, dat een deel der langzame neutronen zeer sterk, een overig deel nagenoeg niet in Cadmium wordt geabsorbeerd. De absorptiecoëfficiënt van de eerste groep bedraagt c.a. $15 \text{ cm}^2/\text{g Cd}$. Fermi noemde deze groep de C-groep en onderstelde, dat zij de neutronen van thermische energie (0.02 à 0.03 eV) omvatte. Deze onderstelling heeft haar directe bevestiging gevonden in de boven reeds genoemde proeven van Dunning en medewerkers, waarbij juist met de neutronen dezer C-groep werd gewerkt. De absorptie der Cgroep in cadmium gaat wel met γ -straling gepaard, maar het Cd wordt niet merkbaar actief. Hieruit valt te besluiten, dat het (of de) element(en) die bij de absorptie ontstaan, stabiel zijn, hetgeen zeer wel mogelijk is, daar cadmium vier isotopen met opeenvolgend massanummer (110, 111, 112, 113, 114) bezit.

De neutronen, die door een laag Cd van 0.3 à 0.4 g/cm^2 worden doorgelaten, noemde Fermi de restneutronen. Deze restneutronen bezitten nog een continu energiespectrum en worden in verschillende elementen weer verschillend geabsorbeerd, waarbij de aard van den indicator een belangrijken invloed heeft. Bestaan absorber en indicator uit hetzelfde element, dan vindt men in veel gevallen bij toenemende dikte van den absorber weer eerst een sterke afname van de intensiteit, gevolgd door een veel langzamere. De eerste afname moet dan worden toegeschreven aan de absorptie van die groep van neutronen, die in het bijzonder de activeering van het betreffende element bewerkstelligt. Deze activeering geschiedt blijkbaar niet door alle restneutronen in gelijke mate, maar in het bijzonder door een bepaalde groep, die een betrekkelijk smal snelheidsgebied omvat, waaruit weer volgt, dat de absorptie der neutronen een soort resonantie-proces is. Voor de groep der resonantie-neutronen blijkt de

werkzame doorsnede van de atoomkern voor het absorptieproces in veel gevallen een buitengewoon groote waarde te hebben. Zoo bezit de groep, die in zilver de activiteit van 22 sec. verwekt, en door Fermi als de A-groep werd aangeduid, in Ag een absorptiecoëfficiënt van $20 \text{ cm}^2/\text{g Ag}$, waaruit voor de Ag-kern een werkzame doorsnede van $1200 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$ volgt. Van dezelfde kern bedraagt voor de C-neutronen de werkzame doorsnede slechts c.a. $50 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$.

Naast de A-groep onderscheidten Fermi e.m. in de restneutronen nog de D-groep, die de resonantie neutronen van Rh (44 sec.) en grotendeels ook die van In (54 min.) omvat, verder de J-groep, die de resonantie neutronen van Jodium (25 min.) omvat en tenslotte de B-groep, welke die neutronen bevat, die c.a. $0.5 \text{ g/cm}^2 \text{ Ag}$ doordringen en in Ag matig absorbeerbaar zijn ($\mu = 0.3 \text{ cm}^2/\text{g Ag}$). Deze laatste groep omvat waarschijnlijk o.a. de resonantie neutronen van Ag (2.3 min.).

Een belangrijke vraag was natuurlijk die naar de energieën, die aan de verschillende groepen moesten worden toegeschreven. Om deze vraag te beantwoorden pasten Amaldi en Fermi de methode toe, die ongeveer gelijktijdig door Frisch en Placzek, zoowel als door Weekes, Livingstone en Bethe was aangegeven, en thans gewoonlijk als de borium-absorptie-methode wordt aangeduid. Deze methode berust op de overweging, dat bij een reactie, waarin een langzaam neutron wordt opgenomen en een α -deeltje uitgezonden, geen, althans slechts zeer zwakke resonantie zal optreden en dus de absorptie-kans voor het neutron slechts van den verblijftijd in de omgeving van de kern zal afhangen, m.a.w. dat de absorptiecoëfficiënt voor langzame neutronen in een element, waarin zulk een reactie optreedt, omgekeerd evenredig met de snelheid zal zijn. Boven werd reeds opgemerkt, dat men bij borium met zulk een geval te doen heeft. Men kan dus de verhouding tusschen de energieën der verschillende neutronengroepen vaststellen door de absorptiecoëfficiënten in borium te meten. Stelt men nu de energie der C-groep gelijk aan die der warmtebeweging, dan kan men ook de absolute waarden der energie voor de andere groepen vinden. Langs dezen weg vonden Fermi e.m. voor de energieën van de D, A, B en J-groep resp. 1.6, 4, 7 en 36 eV wanneer die der C-groep gelijk aan 0.037 eV werd gesteld.

Een andere methode om de energie der groepen relatief te bepalen berust op de meting der activiteit die verschillende indicatoren verkrijgen, wanneer zij gebracht worden op verschillende afstanden van de neutronenbron, geplaatst in een zeer groot vat met water. Deze activiteit blijkt, als men voor het kwadraat van den afstand corrigeert, aanvankelijk toe te nemen met den afstand en daarna weer af te nemen. Het maximum ligt voor de C-groep bij c.a. 10 cm, voor de D-groep bij c.a. 7.5 cm, voor de A en B-groep bij c.a. 7 cm en voor

de J-groep bij c.a. 5 cm afstand van de neutronenbron. Deze resultaten zijn kwalitatief in overeenstemming met de verwachting, dat de langzamere groepen relatief in sterkte toenemen naarmate de afstand, die in het water doorlopen is, grooter wordt.

De kwantitatieve interpretatie van deze afhankelijkheid is minder eenvoudig. Zij vereischt immers een theoretische beheersching van het ontstaan der langzame neutronengroepen. In dit proces spelen echter zoowel de verlangzaming en verstrooiing der neutronen door de botsingen met de protonen, als de diffusie der langzame neutronen en de absorptie door de waterstofkernen een rol. Niettemin is Fermi er in geslaagd, uitgaande van vereenvoudigde onderstellingen, het probleem theoretisch te behandelen. Met behulp van deze theorie kan uit de zoo juist genoemde metingen besloten worden tot de relatieve energiewaarden der groepen, als de vrije weglengte der neutronen bekend is. Gaat men omgekeerd uit van de relatieve energiewaarden, die volgens de borium-absorptie-methode zijn gevonden, dan kan de vrije weglengte worden berekend. Amaldi en Fermi vonden langs dezen weg voor de gemiddelde vrije weglengte der restneutronen in water c.a. 0.9 cm. Uit de afname van het aantal C-neutronen in paraffine met den afstand tot den detector, vonden zij, gebruik makend van Fermi's diffusietheorie, voor C-neutronen een vrije weglengte van c.a. 0.3 cm. De verschillende neutronengroepen mogen uiteraard slechts bij ruwe benadering als homogeen worden beschouwd. Een methode om de breedte van het energiegebied, dat zij omvatten, ongeveer te bepalen, werd eveneens door Fermi aangegeven en tezamen met Amaldi toegepast. Deze methode berust op de vergelijking der activiteit, die een indicator verkrijgt tengevolge van zijn resonantie-neutronen en die welke aan de C-neutronen is te danken, terwijl voorts de vrije weglengten dezer beide neutronengroepen bekend moet zijn. Men vindt op deze wijze voor de breedte der groepen D, A en J resp. 1, 0.15 en 10 Volts.

5. De uitkomsten van het werk van Fermi en zijn medewerkers betreffende het verwekken van kunstmatige radioactiviteit door neutronen en betreffende de absorptie, diffusie en vertrooiing van langzame neutronen, zijn reeds door tal van onderzoekers bevestigd en uitgebreid. De verrassend groote waarschijnlijkheid voor de absorptie van langzame neutronen in atoomkernen heeft een theoretische interpretatie gevonden in de door Bohr ontwikkelde voorstelling betreffende het verloop van een kernactie. Volgens deze voorstelling heeft men bij zulk een reactie twee stadia te onderscheiden. Eerst wordt het projectiel op een resonantie-niveau opgenomen, zoodat een tusschenkern in een min of meer scherp bepaalde aangeslagen toestand ontstaat. De hierbij vrijkomende energie zal zich echter over alle, althans over een aantal der kernbestanddeelen verdeelen, zoodat, tengevolge van het groote aantal vrijheidsgraden, zeer vele,

dicht bij elkaar gelegen resonnantieniveau's van betrekkelijk groote levensduur, aanwezig zijn.

Eerst in het tweede stadium van de reactie wordt de overtollige energie uitgezonden in den vorm van een γ -straling, of geconcentreerd op een zwaar deeltje, dat de kern verlaat. Uitgaande van deze voorstelling werd door Breit en Wigner, zoowel als door Bethe en Placzek, een formule afgeleid voor de werkzame doorsnede D van een atoomkern voor het absorbeeren van een neutron. Deze formule luidt:

$$D = E^{-1/2} \frac{C \cdot E_0}{(E_r - E)^2 + E_0^2} = E^{-1/2} W.$$

De eerste factor in deze formule drukt de evenredigheid van de absorptiekans met den verblijftijd in de omgeving van de kern uit. De tweede factor W heeft de gedaante van een dispersie-formule. Zij laat zien, dat de wisselwerkingskans tusschen neutron en kern het grootst is wanneer de energie E van het neutron gelijk is aan de resonantie-energie E_r . Deze kans hangt voorts, behalve van de constante C , nog van de energie E_0 af, die, zooals men gemakkelijk inziet, gelijk is aan die waarde van $E - E_r$, waarvoor W de helft van zijn maximale waarde heeft. Voor uitwisselingsprocessen geldt dezelfde betrekking, doch is E_0 zeer groot, zoodat W practisch als constant mag worden beschouwd en dus de absorptiecoëfficiënt omgekeerd evenredig met de snelheid kan worden gesteld. Dit geval doet zich, zooals boven besproken werd, bij borium voor.

De uitkomsten van de onderzoekingen van Fermi en zijn medewerkers, zoowel als die van de latere onderzoekers betreffende de absorptie der langzame neutronen, blijken met behulp van deze betrekking bevredigend te kunnen worden geïnterpreteerd.

BOEKBESPREKING

DETERMINISMUS ODER INDETERMINISMUS?

Vortrag von Dr. Max Planck, Berlin, 1938.

Tot voor betrekkelijk korte tijd werd het determinisme in de Physica vrijwel algemeen aanvaard. Prof. Lorentz zeide o.a. nog in een voordracht te Amsterdam in 1905: „Een eerste grondbeginsel is, dat men in de Natuurkunde determinist moet zijn, d.w.z. de gegeven toestand der atomen en moleculen bepaalt de volgende toestand; de loop der verschijnselen is dus te voorspellen, mits men de wetten, waaraan ze gehoorzamen, nauwkeurig kent.”

Het oude vraagpunt „determinisme of indeterminisme” verkreeg in de moderne natuurkunde bijzondere belangstelling door de experimenten over atoomphysica.

Prof. Planck heeft nu, met zijn gewone helderheid en beheersing der stof, dit probleem in bovengenoemde voordracht nog eens grondig besproken.

Hij vestigt er in de eerste plaats de aandacht op, dat de vraag of een verschijnsel al dan niet gedetermineerd is, afhangt van de vooronderstellingen, die men maakt. De weerstoestand van morgen b.v. is ongedetermineerd in die zin, dat geen mens deze kan voorspellen; alle vermoedens dienaangaande blijken vaak onjuist te zijn. Anderzijds is echter op te merken, dat de factoren, die het weer bepalen: temperatuur, luchtdruk, windrichting enz. aan fysieke wetten zijn onderworpen en dus op volkomen bepaalde wijze veranderen. Hetzelfde geval heeft men met een dobbelsteen: hoeveel ogen deze werpt, is niet vooraf te zeggen; toch betwijfelt niemand, dat de wetten van valbeweging enz. ook voor de dobbelsteen gelden en het cijfer bepalen.

Nog scherper is de tegenstelling, als men nagaat de betekenis van het woord „werkelijk”. Het positivisme, dat in Duitsland zoveel aanhangers had onder de physici, zegt van een schijnende ster: de werkelijkheid daarvan is de lichtindruk in het oog; de realist zegt: de gloeiende stof, waaruit de ster bestaat, is het werkelijke aan de ster. Geen van beide beschouwingen is onjuist, beide geven een zijde der werkelijkheid weer. Gaat men zo ver, om ook de psychische verschijnselen in dit licht te beschouwen, dan moet gezegd: Van objectief wetenschappelijk standpunt is het menselijk handelen en de

menselijke wil gedetermineerd; een historicus of biograaf herleidt wilsuitingen zijner helden tot bepaalde oorzaken, motieven, die uit karakter en aanleg voortspruiten, uitwendige omstandigheden etc. Doch subjectief, vanuit het standpunt van het persoonlijk zelfbewustzijn, is er wel degelijk vrijheid van handelen.

Het is dus, volgens Planck, een algemene regel, zowel in de materiële als in de geestelijke wereld, dat een gebeurtenis nooit zonder meer als gedetermineerd of ongedetermineerd kan worden gequalificeerd. De vooronderstellingen, waarvan men uitgaat, moeten van te voren nauwkeurig worden aangegeven, anders heeft in een bepaald geval de vraag naar determinisme of indeterminisme in het geheel geen zin. Door geschikte keus van onderstellingen kan dan ook een gedetermineerd zeer wel in een ongedetermineerd feit worden omgezet.

Om nu terug te komen op de fijnste fysische verschijnselen, de atomaire processen, wordt een probleem van de electronenbeweging besproken. Bij een groot aantal electronen, dat een kristal treft, wordt een deel teruggekaatst en een deel doorgelaten. De terugkaatsingswetten bepalen dan de verhouding dezer hoeveelheden en het verschijnsel is dus niet onbepaald voor grote aantallen, doch van het gedrag van een bepaald electron is niets te zeggen.

De conclusie echter, om dit laatste geval nu als een voorbeeld van absolute ongedetermineerdheid te beschouwen, is van zo verstrekkende betekenis, dat het de moeite loont ze nader te beschouwen. De indeterministen redeneren aldus: Het is niet mogelijk door meting te beslissen, wat er met één electron geschieden zal; een vraag echter, die natuurkundige betekenis heeft, moet althans „principeel” door meting oplosbaar zijn. Jawel, antwoordt Planck, doch welk principe is daarbij nodig? Eer een vraag fysisch van betekenis of als ongerijmd kan beschouwd worden, moet men op het standpunt ener bepaalde theorie zich plaatsen. Het ontstaan van materie uit licht, de omzetting van de chemische elementen in elkaar, zijn ideën, die eeuwenlang als ongerijmd beschouwd werden, maar tegenwoordig zijn ze objecten van scherpzinnige navorsing.

Daar het dus niet mogelijk is principeel indeterminisme door een bepaald criterium vast te stellen, is de invoering ervan des te meer bedenkelijk. Want door het a priori aannemen der onoplosbaarheid ener bepaalde vraag (in casu het gedrag van een enkel electron) is van te voren reeds een poort dichtgesloten, die mogelijk de toegang geeft tot een gans gebied van nieuwe verschijnselen.

En verder: als werkelijk voor intra-atomaire verschijnselen het principeel indeterminisme zal gelden, hoe is het dan met de „moleculaire” verschijnselen of experimenten met „gehele” lichamen? Er wordt dan wel onderscheid gemaakt tussen microphysik en macrophysik. Is dit aannemelijk? Op den duur *kan* dit onderscheid niet vol-

gehouden worden; het is onmogelijk de gebieden van macrophysik en microphysik door een scherpe grens te scheiden van elkaar. Want een verschijnsel, waarbij slechts een spoor van indeterminisme optreedt, is in zijn geheel evenzeer ongedetermineerd. Dat is boven alle twijfel verheven.

Consequent redenerend, is er dus geen keus, dan of het indeterminisme absoluut uit te schakelen of het volledig te aanvaarden. Tertium non datur. Men gevoelt hoe de theoretische physica bij het indeterminisme geen grond meer onder de voeten zou hebben. Nog een omstandigheid komt hierbij: Soms wordt beweerd, dat het principiële indeterminisme juist als bijzondere verdienste heeft, om de wettelijke orde der physica uit het ongeordende te kunnen afleiden, m.a.w. uit een chaos een kosmos te kunnen scheppen. Deze praestatie is echter onmogelijk, want ook statistische wetmatigheid heeft bepaalde onderstellingen nodig. De theorema's der waarschijnlijkheidsrekening berusten ten slotte toch ook op bepaalde aannamen over de gevallen van gelijke kans. Ten slotte wordt bij hypothese vastgesteld, wat gevallen van gelijke kans zullen zijn. De hoop, dat principieel indeterminisme het enige en afdoende fundament der theoretische natuurkunde zal worden, moet op teleurstelling uitloopen.

Uit een en ander volgt, dat het noodzakelijk is na te gaan of wel werkelijk de electronenbeweging ongedetermineerd moet geacht worden. De „klassieke physica" beschouwt een electron als een stofelijk punt. Zal het indeterminisme radicaal met wortel en tak uitgebannen worden, dan moet deze onderstelling vallen. En nu is het juist een feit, dat de golf-mechanica in deze de waarheid gaat benaderen. Een electron heeft geen bepaalde plaats, het is een golfverschijnsel. De onzekerheidsrelatie van Heisenberg laat de voorstelling der klassieke physica vallen en levert daarmee juist de noodzakelijke voorwaarde om een deterministische theorie te doen ontstaan, waarmee de door het principieel indeterminisme gesloten toegangspoort geopend wordt tot een veld van nieuwe ontdekkingen.

Planck wijst nog op een andere uitweg: aan geen grenzen gebonden is de fijnheid der gedachte van de menselijke geest. Onjuist is de mening, als zou de natuur grotere gebieden omspannen dan de menselijke verbeeldingskracht kan bevatten. Integendeel: de natuur neemt in het onmetelijk rijk der gedachtenwereld slechts een kleine plaats in beslag. Ook de onderzoeker maakt hiervan gebruik: de theorie der virtuele snelheden in de mechanica is voor vele vraagstukken van betekenis. Een elektrische stroom had voor 100 jaren niets aanschouwelijks, toch werkte men er mee. Emil Fischer bracht gecompliceerde moleculen tot splitsing, uitgaande van ideën, aan de kunst van sloten-fabricage ontleend.

Vanzelfsprekend hierbij is, dat de altijd verder gaande verbeeldingskracht van den theoreticus de strengste scholing nodig heeft,

zowel ten opzichte van mathematische fundering als van experimentele bevestiging.

Stellig mag echter worden verwacht, dat de verfijnde meetmethoden van den experimentator en de evenzeer verfijnde methoden der hogere wiskunde tezamen nog menige weg zullen openen ter ontsluiting van de geheimen der natuur.

Het is bekend, dat Prof. Planck steeds de krachtige voorstander is geweest van het Determinisme. Zijn van diep inzicht getuigend en toch eenvoudig geschreven rede is m.i. een overtuigend pleidooi.

Tegen de opvatting van het fysisch determinisme behoeft, naar het mij voorkomt, ook niet als bezwaar te worden ingebracht, dat elk electron of proton enz. fysisch gedetermineerd is, ook wanneer het deel uitmaakt van een organisch wezen. Het eigen karakter der levensverschijnselen en de persoonlijke vrijheid kan volkomen gehandhaafd blijven, bij aanvaarding van het fysisch determinisme.

Dr. J. FOKKENS.

Sprongsgewijze groei der hersenen.¹⁾

door

Dr R. BRUMMELKAMP.

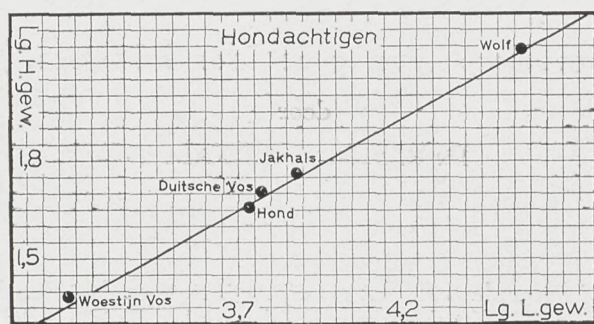
Dubois toonde aan, dat op zijn minst twee factoren bepalend zijn voor het gewicht der hersenen der onderscheidene diersoorten. De eene factor is gegeven door de plaats die de betreffende diersoort ²⁾ in het natuurlijke, zoölogische systeem inneemt; de tweede door het lichaamsgewicht. Nemen we de voorzorg in acht, slechts diersoorten met elkander te vergelijken, die in algemeen-zoölogischen zin op gelijk niveau staan, doch in lichaamsgrootte zeer divergeeren, zooals b.v. de Kat en de Tijger, of de Koe en het Schaap, dan kunnen we den invloed der lichaamsgrootte op het gewicht der hersenen bestudeeren, zonder gehinderd te worden door den invloed, welke van het zoölogisch niveau als zoodanig uitgaat.

Het blijkt dan, dat in het algemeen bij het grootere dier wel de zwaarste hersenen gevonden worden, doch dat de onafhankelijkheid tusschen lichaamsgrootte en hersengewicht niet een rechte lijn is. Zetten we het hersengewicht uit tegen het lichaamsgewicht, dan is de lijn, die de onderscheidene relatiepunten met elkander verbindt, een kromme, welke echter in een rechte overgaat, zoodra de *logarithmen* van hersengewicht en lichaamsgewicht tegen elkander worden uitgezet. In bijgaande graphieken is dit voor enkele Zoogdieren gedaan. In graphiek I zijn de logarithmen der hersengewichten en lichaamsgewichten van enkele Hondachtigen (Woestijnvos, Duitse Vos, Huishond, Jakhals, Wolf); in graphiek II van enkele Katachtigen (Huiskat, Wilde Kat, Lynx, Poema, Panter, Leeuw); in graphiek III van enkele Knaagdieren (Wagnersche Muis, Grauwe Huisuis, Huisrat, Zwerfkat); in graphiek IV van enkele Hoefdieren (Maxwell's Antilope, Schroef-antilope, Gems, Amerikaansche Antilope, Wild Zwijn, Gazelle, Steenbok, Ezel, Eland, Paard, Giraffe) tegen elkaar uitgezet.

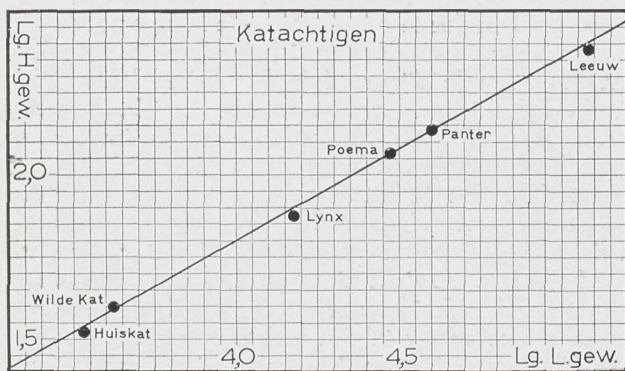
De beschouwde diersoorten zouden nog met tientallen vermeerderd kunnen worden (zie literatuur); aangezien deze voorbeelden

¹⁾ Voordracht gehouden voor de Chr. Vereeniging van Natuur- en Geneeskundigen (1937); Congres van leeraren Utrecht (1938); Biol. Sectie: Gen. Nat. en Heelk., Amsterdam (1939).

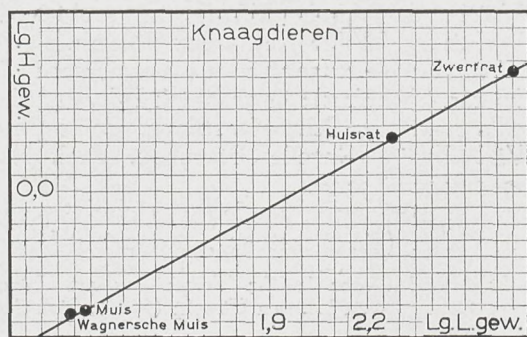
²⁾ Het begrip „diersoort” wordt gebezigd in de algemeen gangbare beteekenis van het woord.



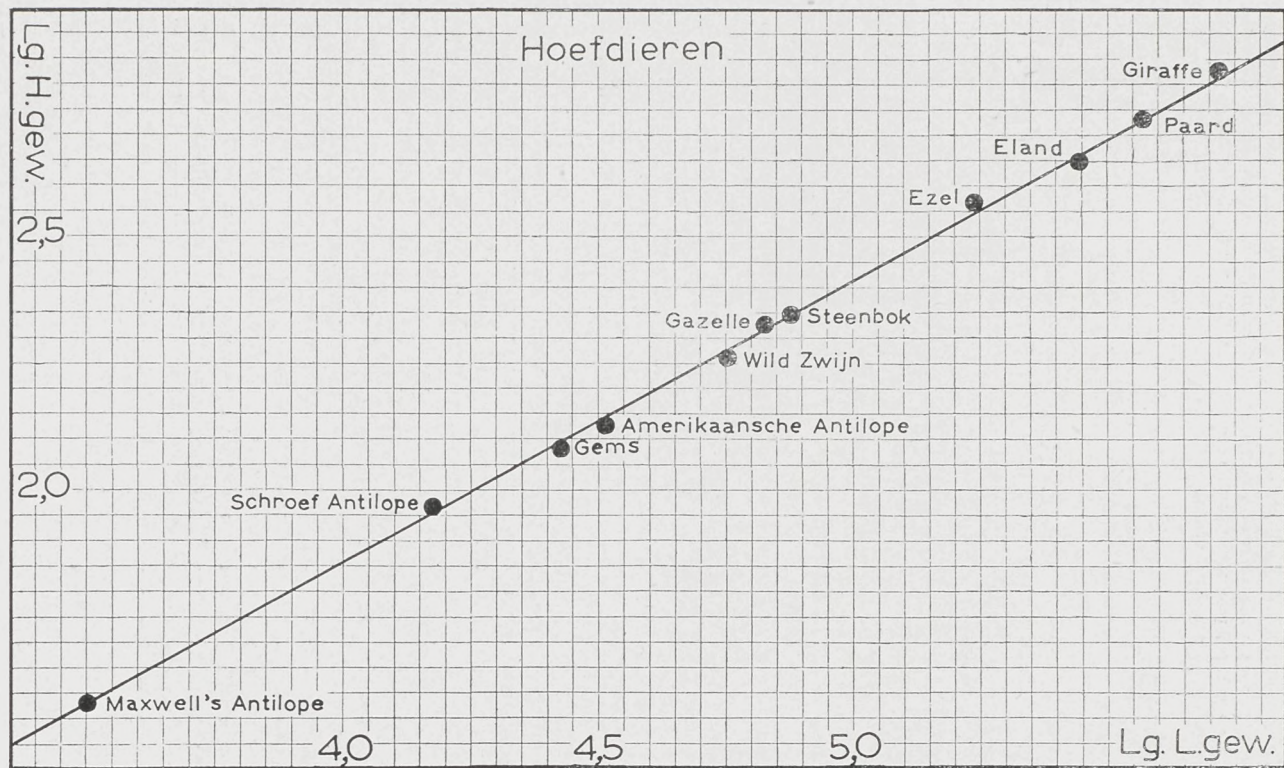
Graphiek I.



Graphiek II.



Graphiek III.



Graphiek IV.

het algemeene beginsel voldoende aangeven, moge met deze worden volstaan. De graphieken leeren dat de relatiepunten in elke graphiek op één rechte lijn liggen, en bovendien dat deze lijnen allen éénzelfde richting hebben: de hoeken, waaronder zij de abscis of X-as snijden, zijn gelijk; de tangenswaarde is $5/9$. Een eenvoudige wiskundige overlegging leert, dat lijnen eener dergelijke „logarithmische” graphiek beantwoorden aan een betrekking van den algemeenen vorm $Y = f.X^r$, waarin de waarde van den exponent r gelijk is aan den richtingstangens der rechte en de waarde van f aan die van Y bij een waarde van $X = 0$; het snijpunt van de rechte met de Y-as licht ons dus in omtrent de waarde van f . In het onderhavige geval is de tangens der rechte gelijk aan $5/9$; op de X-as is uitgezet de logarithme van het lichaamsgewicht P , op de Y-as de logarithme van het hersengewicht E ; de rechte beantwoordt dus aan de betrekking $E = f.P^{5/9}$. Dat de waarde van den exponent gelijk $5/9$ is, werd het eerst door Dubois ontdekt.

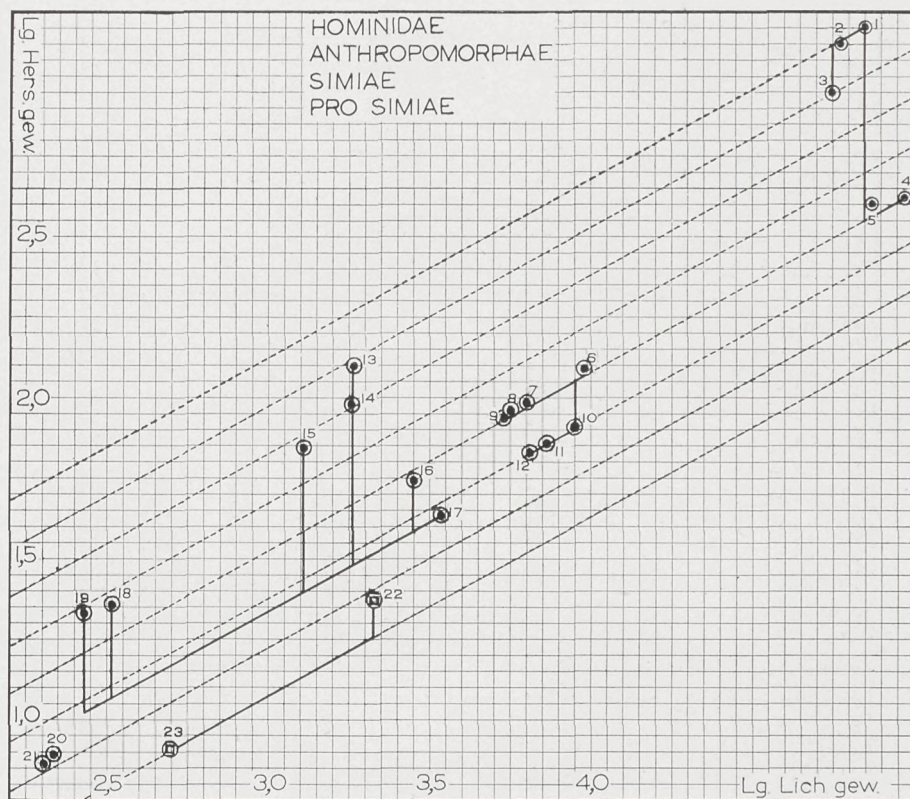
Bovenstaande eenvoudige relatie geldt echter slechts voor na-verwante ¹⁾ soorten; voor soorten, die niet zoo nauw aan elkander verwant zijn, als de op graphiek I tot IV bijeengebrachte exemplaren, moet onze betrekking nog een modificatie ondergaan. Op deze modificatie willen we nu ingaan.

In de graphieken V tot XI hebben we van enkele natuurlijke groepen de bekendste diersoorten bijeengebracht; zoo vindt men in graphiek V Primaten ²⁾; in graphiek VI Ungulaten; in graphiek VII Rodentia; in graphiek VIII Reptilien; in graphiek IX Anuren en in graphiek X Visschen.

De logarithmen van hersengewichten en lichaamsgewichten zijn weer tegen elkander uitgezet. Twee dingen vallen ons in deze graphieken op. Ten eerste, dat de relatiepunten van na-verwante soorten, zooals b.v. van den man en de vrouw, de gibbon, de gorilla en de oerang oetan op lijnen liggen, die een richtingstangens hebben van $5/9$, geheel overeenkomstig den hierboven aangegeven regel. Ten tweede, en voor ons nu belangrijk, dat deze evenwijdige lijnen binnen dezelfde orde, resp. binnen dezelfde groep van verwante soorten, op afstanden liggen, die in verticale richting een *veelvoud van $lg \sqrt{2}$* verschillen. Dit wil zeggen, dat voor deze soorten de formule $E = f.P^{5/9}$ geldt, mits aan den coefficient f waarden worden

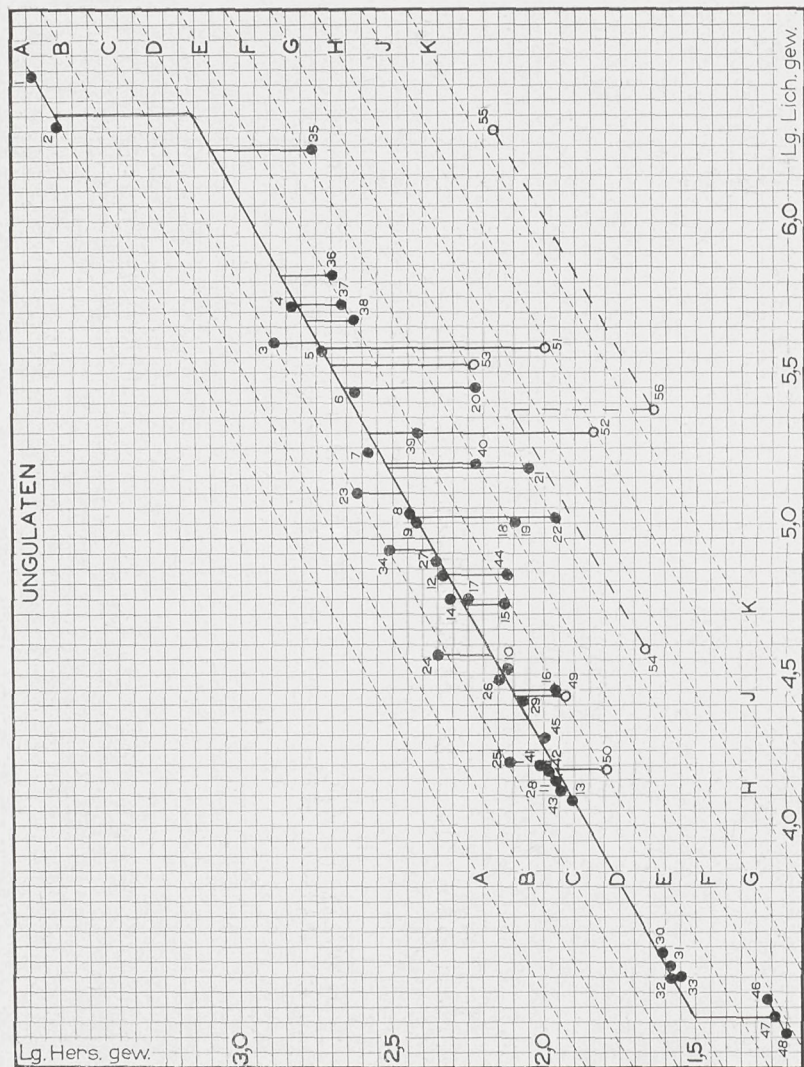
¹⁾ Waar in dit artikel van verwantschap wordt gesproken, wordt uit den aard der zaak **vorm**-verwantschap bedoeld. Een genetische verwantschap, welke uit de waargenomen vormverwantschap wordt afgeleid, is een speculatieve deductie, waarmede wij ons in dit artikel niet bezighouden.

²⁾ In een vroegere publicatie (Verslag Congres leeraren 1938) werd een grootere Primaten-graphiek gegeven. Blijkens een critiek van Dubois (Vakbl. v. Biologen 1938) kwamen op deze groote graphiek enkele Apen voor met onjuist lichaamsgewicht. Deze zijn op deze graphiek weggelaten; het algemeene beginsel wordt door deze weglating niet gewijzigd.



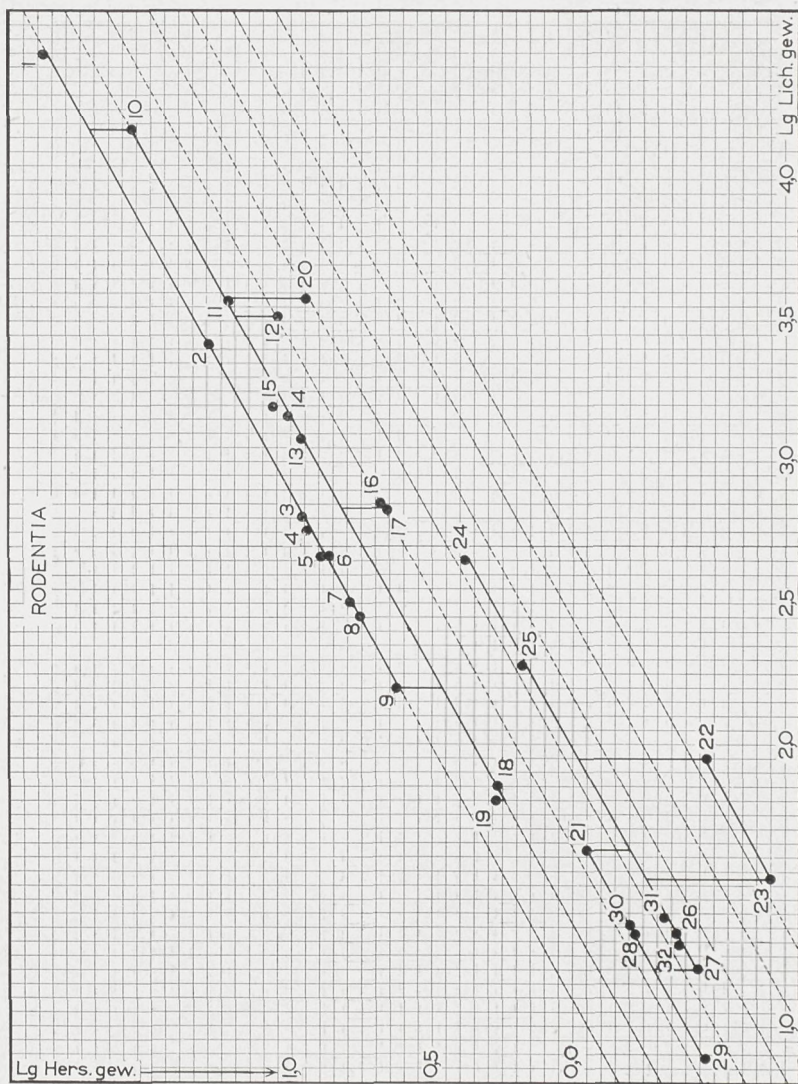
Graphiek V.

1. Homo sapiens (man); 2. Homo sapiens (vrouw); 3. Pithecanthropus erectus;
4. Gorilla gorilla; 5. Pongo pygmaeus; 6. Hylobates syndactylus; 7. Hylobates leuciscus;
8. Hylobates agilis; 9. Hylobates mülleri; 10. Semnopithecus melalophus;
11. Semnopithecus maurus; 12. Semnopithecus obscurus; 13. Ateles ater; 14. Ateles paniscus;
15. Cebus capucinus; 16. Cercocebus cynomolgus; 17. Alouta seniculus;
18. Chrysothrix usta (gem.); 19. Pithesciurus sciurius; 20. Hapale jacchus; 21. Marmoset;
22. Lamur macaco; 23. Nycticebus tardigradus.



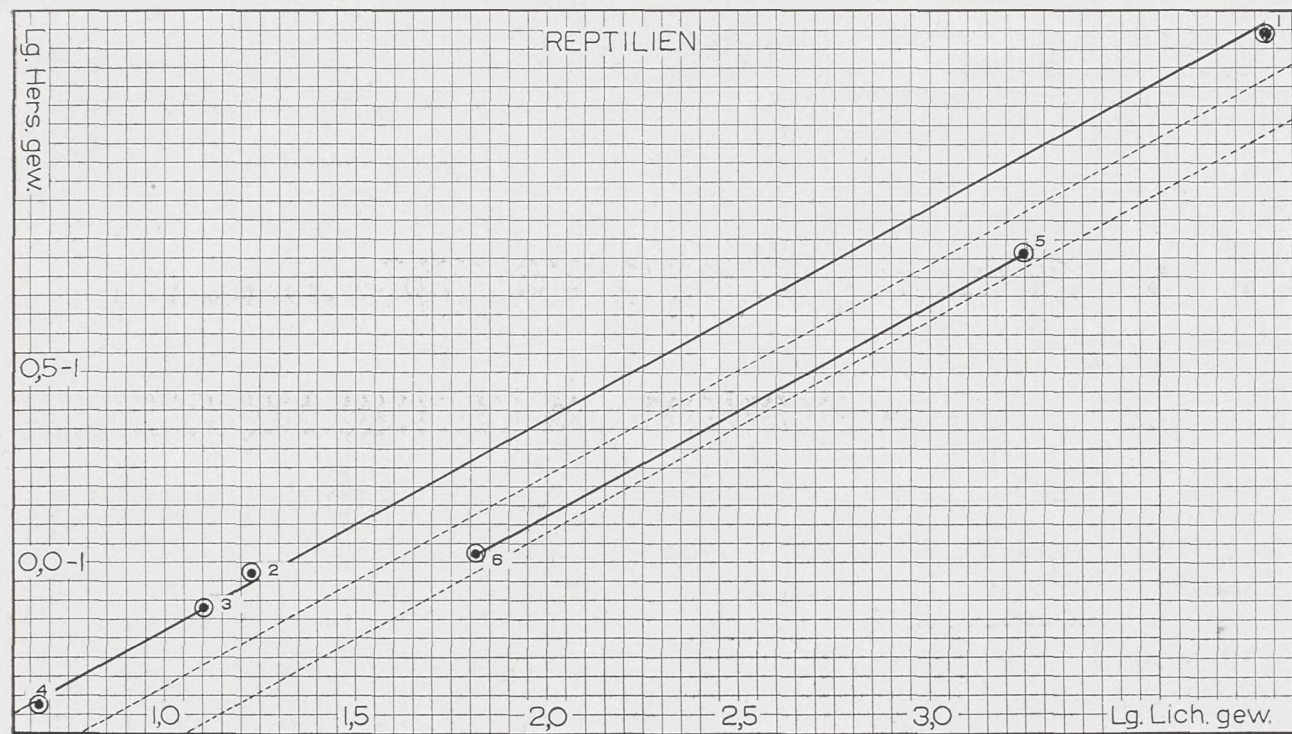
GRAPHIEK VI.

1. *Elephas indicus*; 2. *Elephas indicus*; 3. *Camelus dromedarius*; 4. *Giraffa camelopardalis*; 5. *Equus caballus*; 6. *Alces americanus*; 7. *Equus asinus*; 8. *Oryx beisa*; 9. *Antilope caama*; 10. *Antilocapra americanus*; 11. *Antilope cervicapra*; 12. *Gazella*; 13. *Gazella isabella*; 14. *Ovis tragelaphus*; 15. *Ovis aries*; 16. *Ovis aries*; 17. *Sus scrofa*-Wildschwein; 18. *Sus scrofa*-Berkshire; 19. *Sus scrofa*-Middlewhite; 20. *Sus scrofa*-Edelschweinsau; 21. *Sus scrofa* domesticus; 22. *Sus scrofa* domesticus; 23. *Cervus elephus*; 24. *Cervus dama*; 25. *Cervus muntjac*; 26. *Cervus porcinus*; 27. *Cervus hippelaphus*; 28. *Cervus capreolus*; 29. *Rupicapra rupicapra*; 30. *Cephalopus maxwelli*; 31. *Cephalopus maxwelli*; 32. *Cephalopus maxwelli*; 33. *Cephalopus maxwelli*; 34. *Damaliscus lunatus*; 35. *Hippopotamus amphibius*; 36. *Bos taurus*-Monthéliard; 37. *Bos taurus*-Vendée; 38. *Bos taurus* familiaris; 39. *Tapirus indicus*; 40. *Tapirus americanus*; 41. *Capreolus caprea*; 42. *Capreolus caprea*; 43. *Capreolus caprea*; 44. *Phacochoerus africanus*; 45. *Tayassu tajac*; 46. *Tragulus napu*; 47. *Tragulus memmina*; 48. *Tragulus javanicus*; 49. *Mesohippus bairdi*; 50. *Mesohippus bairdi*; 51. *Palaeosvops leidy*; 52. *Anoplotherium commune*; 53. *Mooritherium*; 54. *Diplobune bavaricum*; 55. *Uiltatherium mirabile*; 56. *Coryphodon hamatum*.

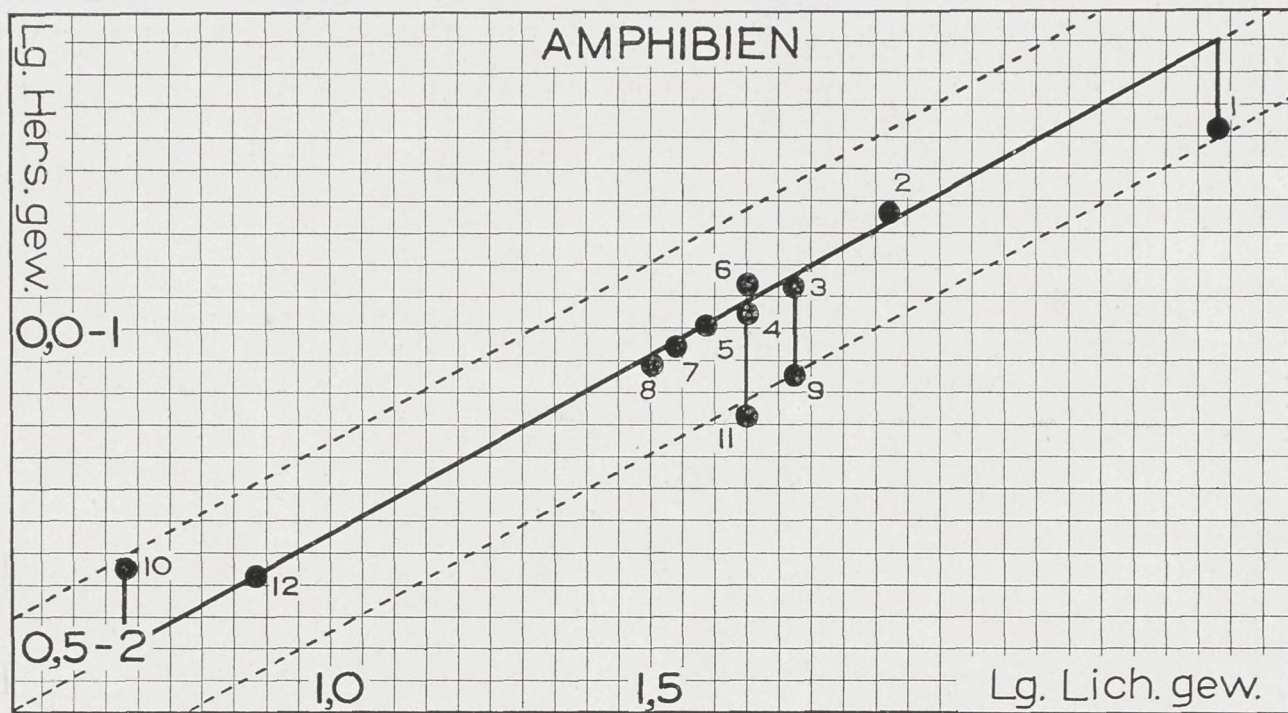


Graphiek VII.

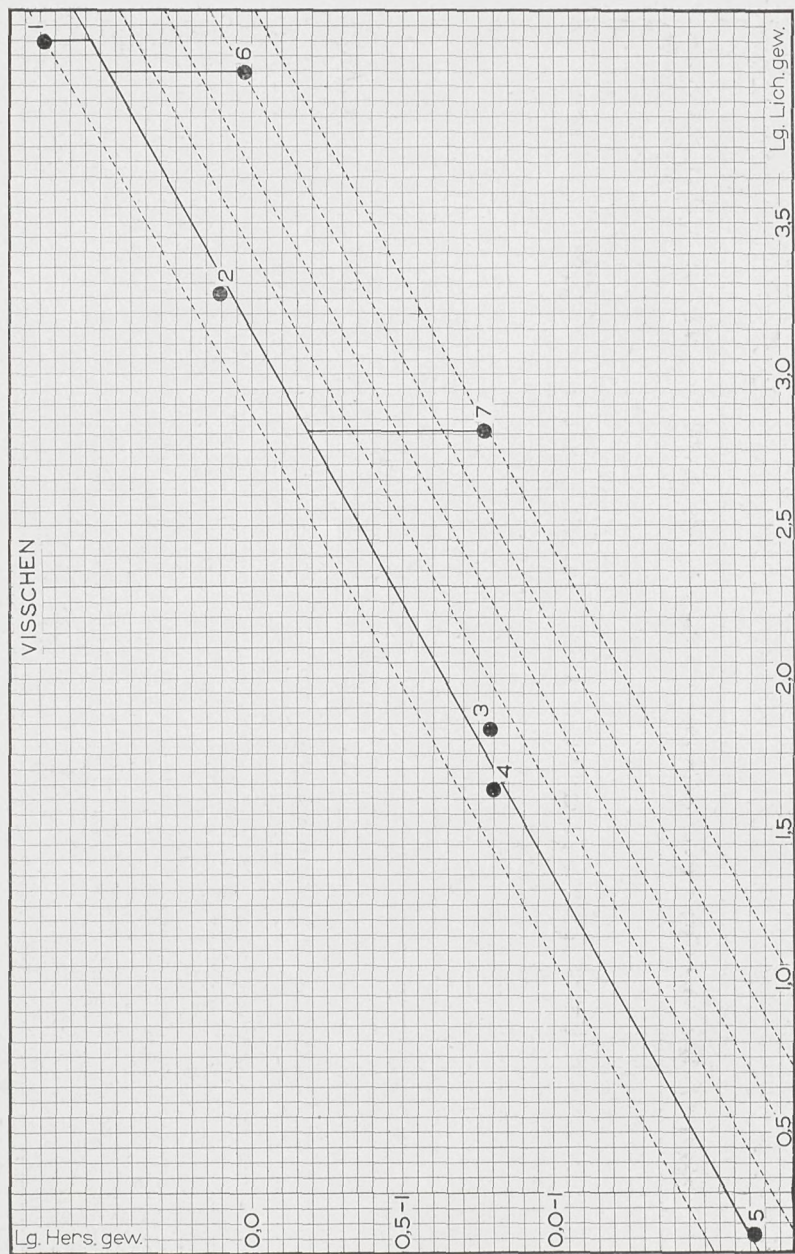
1. *Hydrochoerus capybara*; 2. *Dasyprocta agouti*; 3. *Sciurus rufiventer*; 4. *Sciurus rufiventer*; 5. *Sciurus carolinensis*; 6. *Sciurus carolinensis*; 7. *Sciurus vulgaris*; 8. *Sciurus vulgaris*; 9. *Sciurus hudsonius*; 10. *Hystrix*; 11. *Lepus timidus*; 12. *Lepus cuniculus dom. gem.*; 13. *Oryctolagus cuniculus ferus*; 14. *idem*; 15. *Pteromys nitidus*; 16. *Cavia cobaya*; 17. *Cavia porcellus*; 18. *Dipus hirtipes*; 19. *Sciuropterus volans*; 20. *Lagostomus trichodactylus*; 21. *Arvicola agrestis*; 22. *Arvicola terrestris*; 23. *Mus agrarius*; 24. *Mus norvegicus*; 25. *Mus rattus*; 26. *Mus musculus*; 27. *Mus musculus*; 28. *Mus sylvaticus*; 29. *Japansche muis*; 30. *Cricetulus griseus*; 31. *Mus musculus*; 21. *Mus wagneri*.



Graphiek VIII. 1. *Varanus niloticus*; 2. *Lacerta viridis*; 3. *Lacerta agilis*; 4. *Hemidactylus brooki*; 5. *Naja melanoleuca*; 6. *Vipera berus*.

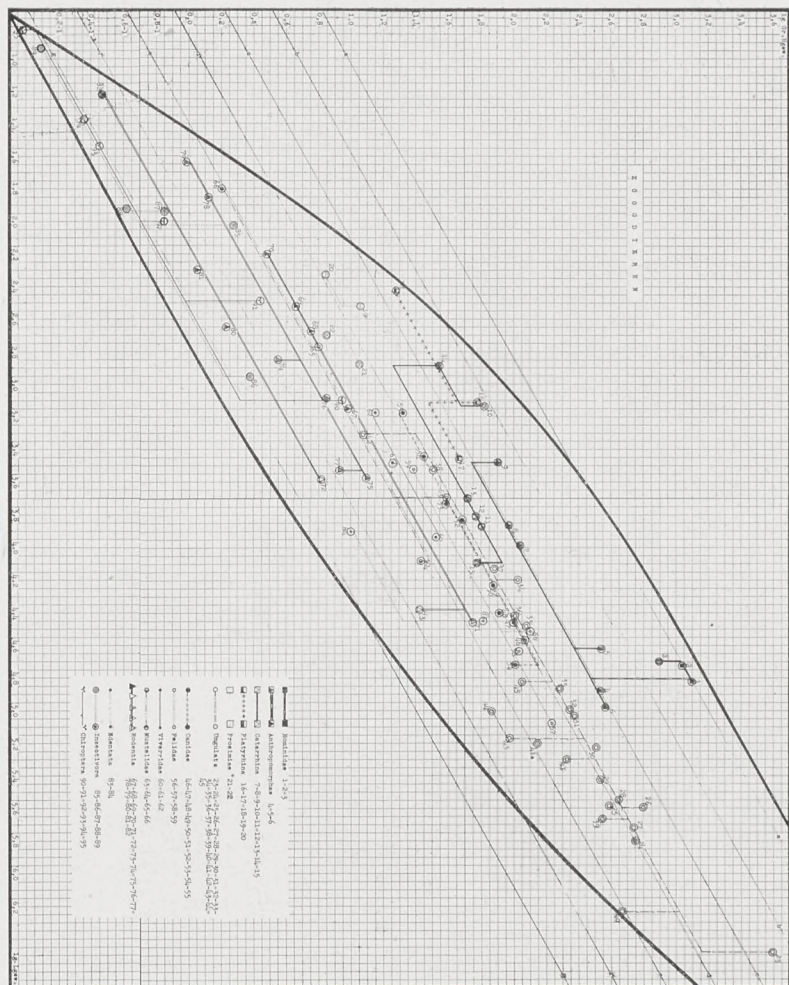


Graphiek IX. 1. *Rana catesbyana*; 2. *Rana virescens*; 3. *Rana esculenta*; 4. *Rana esculenta*; 5. *Rana esculenta*; 6. *Rana pipiens*; 7. *Rana temporaria*; 8. *Rana temporaria*; 9. *Rana fusca*; 10. *Hyla arborea*; 11. *Bufo vulgaris*; 12. *Alytes obstetricans*.



Graphiek X.

1. *Esox lucius*; 2. *Cyprinus carpio*; 3. *Perca fluviatilis*; 4. *Gobio fluviatilis*; 5. *Gasterosteus aculeatus*; 6. *Conger vulgaris*; 7. *Anguilla anguilla*.



Graphiek XI.

toegekend, die van lijn tot lijn varieeren overeenkomstig de termen eener meetkundige reeks, met reden $\sqrt{2}$ ¹⁾. Deze factor zullen we hieronder nog herhaaldelijk tegenkomen. Zeiden we hierboven, dat het hersengewicht bepaald wordt door minstens twee factoren, dan kunnen we nu preciseerend zeggen, dat van deze twee het lichaamsgewicht, tot de $5/9$ de macht dient verheven, en dat de factor f op de aangegeven wijze sprongsgewijze varieert en blijkbaar grooter is naarmate de hersenen in omvang en samengesteldheid toenemen, zoodat zij c.p. de mate van samengesteldheid der hersenen tot uitdrukking brengt.

Verzamelen we diersoorten, die in verwijderde verwantschap tot elkander staan, b.v. alle Zoogdiersoorten, dan krijgen we een stel punten als in graphiek XI. In het algemeen blijkt uit deze graphiek, dat de lagere Orde op een lager niveau ligt dan de hoogere. Een regelmatige sprongsgewijze verschuiving der Orden is echter niet duidelijk aantoonbaar, zoodat we ons voorloopig willen beperken tot een beschrijving van de verhoudingen der hersen- en lichaamsgewichten bij diersoorten derzelfde Orde. Wel dient opgemerkt, dat in graphiek XI alle Zoogdiersoorten liggen binnen vrij nauwe grenzen. De waarschijnlijke beteekenis dezer grenzen vormen een object van onderzoek van Prof. Bok, die een verband legt tusschen deze grenzen en het maximale, resp. minimale oppervlak, dat de hersenen kunnen innemen met betrekking tot het bijbehorende lichaamsoppervlak. (N. T. v. G. 1939).

Enkele graphieken willen we nog eens nader bekijken. Er zijn op deze hulplijnen (stippellijnen) getrokken, welke allen een richting hebben van $5/9$ en uit elkander zijn ontstaan door evenwijdige verschuiving in loodrechte richting over afstanden, gelijk aan veelvouden van $\lg \sqrt{2}$. Alle verzamelde punten liggen op of nabij deze hulplijnen en zijn met elkander verbonden door getrokken lijnen, voor zoover zij behooren tot verwante soorten. Voor zoover deze getrokken lijnen evenwijdig loopen aan de hulplijnen, is voor de onderling verbonden soorten de waarde van f dezelfde; aangezien f o.a. uitdrukking geeft aan de samengesteldheid der hersenen, kunnen we zeggen dat deze soorten op éénzelfde niveau staan, wat de samengesteldheid hunner hersenen betreft. In stede van samengesteldheid bezigt men in navolging van Dubois dikwijls de uitdrukking „cephalisatie” en zegt dan, dat diersoorten, die eenzelfde waarde van f hebben, op gelijk „cephalisatie-niveau” staan, resp. eenzelfde „cephalisatie-coefficient” bezitten. Verbindingslijnen met richting $5/9$ heeten cephalisatie-lijnen. Liggen de soorten op de lijnen die een veelvoud van $\lg \sqrt{2}$ ten opzichte van elkander in loodrechte richting verschoven zijn, dan zeggen we, dat de betreffende soorten volgens een

¹⁾ Volgens Dubois zou de waarde dezer reden gelijk 2 zijn.

geheele macht van $\sqrt{2}$ in cephalisatie met elkander verschillen. In graphiek V zijn onderscheidene Primaten bijeengebracht. De Orde der Primaten wordt onderverdeeld in de onderorde der Prosimiae (Tarsoïden en Lemuriden) en der Simiae (Platyrrhinen en Catarrhinen) tot welke laatste behooren de families der Cercopitheken, der Hylobaten en der Anthropomorphen: Orang, Chimpanse en Gorilla. In aansluiting aan Linnaeus wordt den Mensch een plaats in deze Orde ingeruimd. De gem. Man (1) en de gem. Vrouw (2) vinden hun plaats op één cephalisatielijn, zij staan met andere woorden op éénzelfde cephalisatie-niveau en gedragen zich dus in cephalatorisch opzicht als representanten van na-verwante soorten. *Pithecanthropus erectus* (3) vindt zijn plaats op een cephalisatie-lijn, welke één $\sqrt{2}$ -voud lager ligt, zijn cephalisatie-niveau is dus één trap lager dan dat van den recenten Mensch. Straks kom ik nog op dit fossiel terug. *Gorilla gorilla* (4) en Orang (*Simia satyrus* s. *Pongo pygmaeus*) (5) bevinden zich op één niveau, dat in cephalisatie 4-maal lager ligt dan dat van den Mensch. Uit graphiek V is duidelijk, dat de Anthropomorphae (inclus *Pithecanthropus erectus* en de Mensch) één gesloten groep vormen. Hetzelfde kan opgemerkt worden van de Catarrhinen (6—12), de Platyrrhinen (13—19) en de Prosimiae (20—23).

Volgens den algemeenen regel, dat het cephalisatie-verschijnsel, uitgedrukt door onze formule $E = f.P^{5/9}$, slechts geldt voor verwante soorten, mag men dus zeggen dat de Mensch zich, in het hier beschreven opzicht, gedraagt als met de hoogere Apen verwant.

In graphiek VI zijn enkele Ungulaten verzameld. Een onderzoek naar het gedrag der Ungulaten is van beteekenis, daar bij deze groep de hersenen zeer eenvormig zijn gebouwd, eenzelfde windings-type vertoonen en bij de variatie in gewicht zich slechts het aantal secundaire windingen wijzigt, het algemeene karakter der windingen echter zeer constant blijft. Belangrijk is verder, dat we van *eenige fossiele soorten* dezer groep, dank zij het werk van Eugène Dubois, een eenigszins nauwkeurigen indruk hebben omtrent hun hersengewicht (c.q. schedelcapaciteit) en lichaamsgewicht. De verzamelde relatie-punten blijken ook hier weer te liggen op rechte lijnen met richting $5/9$ en op onderlinge afstanden gelijk aan een veelvoud van $\lg \sqrt{2}$; zij beantwoorden dus aan de algemeene formule. Ons valt op, dat de relatie-punten van vele soorten (17 van de 43 soorten, d.i. 40 %) gelegen zijn op of nabij lijn DD, terwijl de overige diersoorten over de lijnen AA tot KK gestrooid zijn. Om deze reden mogen we wel zeggen, dat lijn DD de hoofdlijn der graphiek is, en dat de soorten, die op deze lijn gelegen zijn, tot de hoofdgroep der onderzochte verzameling behooren. Alle tot deze hoofdgroep behorende soorten hebben natuurlijk een gelijken (resp. een ten naaste bij gelijken) cephalisatie-coëfficiënt; zij staan met andere woorden op één cepha-

lisatie-niveau. Slechts twee diersoorten hebben een cephalisatie gelijk aan het dubbele van die der hoofdgroep; vier soorten staan in cephalisatie de helft lager, twee fossiele soorten staan in cephalisatie meer dan een achtste lager. De overige 18 soorten liggen op lijnen, die in verticale richting over een één-, drie-, resp. vijfvoud van $\lg \sqrt{2}$ ten opzichte van de hoofdlijn der groep verschoven zijn, waaruit volgt, dat bij deze Ungulaten een sprongsgewijze variatie van den factor f (ook wel cephalisatie-factor genoemd) volgens een geheele macht van $\sqrt{2}$ geen zeldzaamheid is. De beide exemplaren van *Ovis Aries* (Schaap), gelegen op lijn EE, hebben een cephalisatie, welke één sprong lager is dan die der hoofdgroep. We stuiten hier op het belangrijke, in beginsel reeds door Darwin (1868) geformuleerde verschijnsel, dat de hoeveelheid hersenen bij gedomesticeerde soorten, bij gelijk lichaamsgewicht, geringer is dan die der wildlevende, verwante soorten. Bij *Sus scrofa* (Varken) en *Bos taurus* (Koe) vinden we dit eveneens. Ook bij het Konijn, waarvoor Darwin dit verschijnsel het eerst vaststelde, zien we een vermindering van de hersenmassa onder invloed van de domesticatie. Merkwaardig is, dat dit meestal sprongsgewijze, volgens een $\sqrt{2}$ -voud, blijkt plaats te vinden.

Dubois bepaalde bij benadering van enkele fossiele Ungulaten: *Meshippus bairdi* leidy; *Palaeosyops leidy* Osb.; *Anoplotherium commune*; *Moeritherium*; *Diplobune bavaricum*; *Uintatherium mirabile* en *Coryphodon hamatum* uit de schedelcapaciteit het gewicht der hersenen, en door vergelijking met verwante, volgens de skeletmaten even groote huidige zoogdieren, het lichaamsgewicht. Voor de bijzondere overwegingen van Dubois raadplege men zijn oorspronkelijke artikel. Voegt men deze fossielen aan de graphiek toe, gelijk door mij in graphiek VI gedaan werd, dan blijkt dat de cephalisatie van *Meshippus bairdi* één kleine sprong (éénmaal $\sqrt{2}$ -voud), die van *Moeritherium* drie klein sprongen (3 maal $\sqrt{2}$) en die van *Anoplotherium commune* en *Palaeosyops leidy* zelfs vijf kleine sprongen (5 maal $\sqrt{2}$) kleiner is dan die der hoofdgroep. Deze door Dubois verschaftte gegevens leeren ons dus, dat ook voor deze fossiele vormen dezelfde regel geldt als voor de huidige dieren. Verder blijkt hieruit ten duidelijkste, dat deze tertiaire dieren op een lager cephalisatie-niveau staan dan de voornaamste der huidige verwanten, dat met andere woorden een voortschrijden in de phylogenetische lijn gepaard gaat met een toename der cephalisatie. De drie andere fossiele Ungulaten liggen vrij ver onder de lijnen GG en KK; een vergelijking met de dieren der hoofdgroep heeft daarom geen zin. Een onderlinge vergelijking leert evenwel, dat de cephalisatie van *Diplobune bevaricum* drie kleine sprongen (3 maal $\sqrt{2}$) hoger is dan die van *Uintatherium mirabile* en *Coryphodon*

hamatum. Ook hier dus weer een sprongsgewijze variatie van den cephalisatie-factor volgens een geheele macht van $\sqrt{2}$.

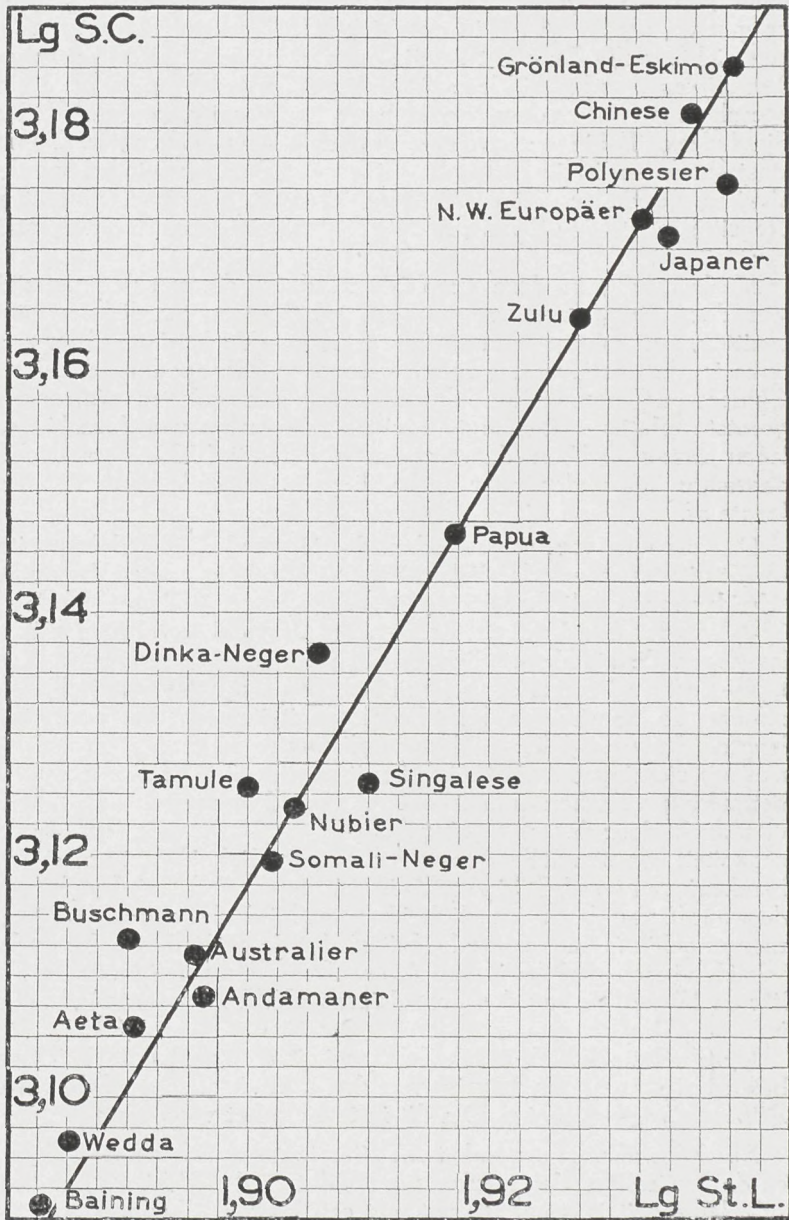
In beginsel kunnen we gelijksoortige opmerkingen maken over de graphieken VII—X. We willen echter ook nu weer volstaan met het besprokene en voor het overige verwijzen naar de hierachter vermelde literatuur; deze enkele voorbeelden leeren ons reeds voldoende, dat, ongeacht de plaats, welke de groep in het zoölogisch systeem inneemt, binnen elke groep een algemeene regel geldt voor het quantitatieve verband tusschen hersengewicht en lichaamsgewicht, die in zijn meest algemeenen vorm beantwoordt aan de formule $E = \alpha (\sqrt{2})^a \cdot P^{5/9}$ (waarin P het lichaamsgewicht, E het hersengewicht, a elk heel getal, ook *nul*, en α een evenredigheidsfactor is; E en P dienen in vaste eenheden te worden uitgedrukt, waarvoor men b.v. grammen kan nemen).

De vraag die we nu willen stellen luidt: geldt de boven beschreven regel uitsluitend voor verwante diersoorten, of is zij ook van toepassing op de *onderscheidene menschenrassen*; bij deze vinden we immers eveneens een belangrijke divergentie in hersengewicht en lichaamsgrootte.

Door het anthropologisch onderzoek is ons een schat van gegevens bekend over de lichamelijke ontwikkeling van de verschillende menschelijke rassen, met name hun schedelcapaciteit en lichaamslengte; veel minder weten we helaas van hun gem. lichaamsgewicht. In verband met de beschikbare literatuurdatta, is het daarom gewenscht in stede van het gewicht, de lengte van het lichaam te bezigen. Overwegende dat in het algemeen de lichaamslengte evenredig is met de 3de machtswortel van het lichaamsgewicht, zou dus bij den Mensch het verband $E = f \cdot P^{5/9}$ aan de daarmede aequivalent geachte relatie $E = f \cdot L^{5/3}$ zijn.

Spoedig bleek mij dat deze veronderstelling tot foutieve uitkomsten voert. Om dit in te zien vergelijken we eens representanten van enkele uiteenlopende rassen, b.v. Eskimo's, Australiërs en Negers. De gem. schedelcapaciteit van den mannelijken Groenland-Eskimo is volgens Broca gelijk aan 1535 cc, zijn gem. lichaamslengte volgens Deniker 162,1 cm. Voor den mannelijken Australiër zijn deze maten resp. 1295 cc (Morant) en 165,6 cm (Deniker); voor den mannelijken Neger resp. 1389 cc (Bennet Bean-Iserlin) en 173 cm (Nagtigal). Zou de schedelcapaciteit evenredig zijn aan de 5/3de macht van de lichaamslengte, dan zou, overeenkomstig bovenstaande betrekking, met een grootere lichaamslengte een grootere schedelcapaciteit gepaard gaan; bij deze rassen treft ons echter het merkwaardige verschijnsel, dat grootere lichaamslengte gepaard gaat met een geringere schedelcapaciteit.

Zetten we van enkele divergeerende rassen, waarvan de gem. schedelcapaciteiten en de gem. lichaamslengten ons nauwkeurig be-



Graphiek XIII

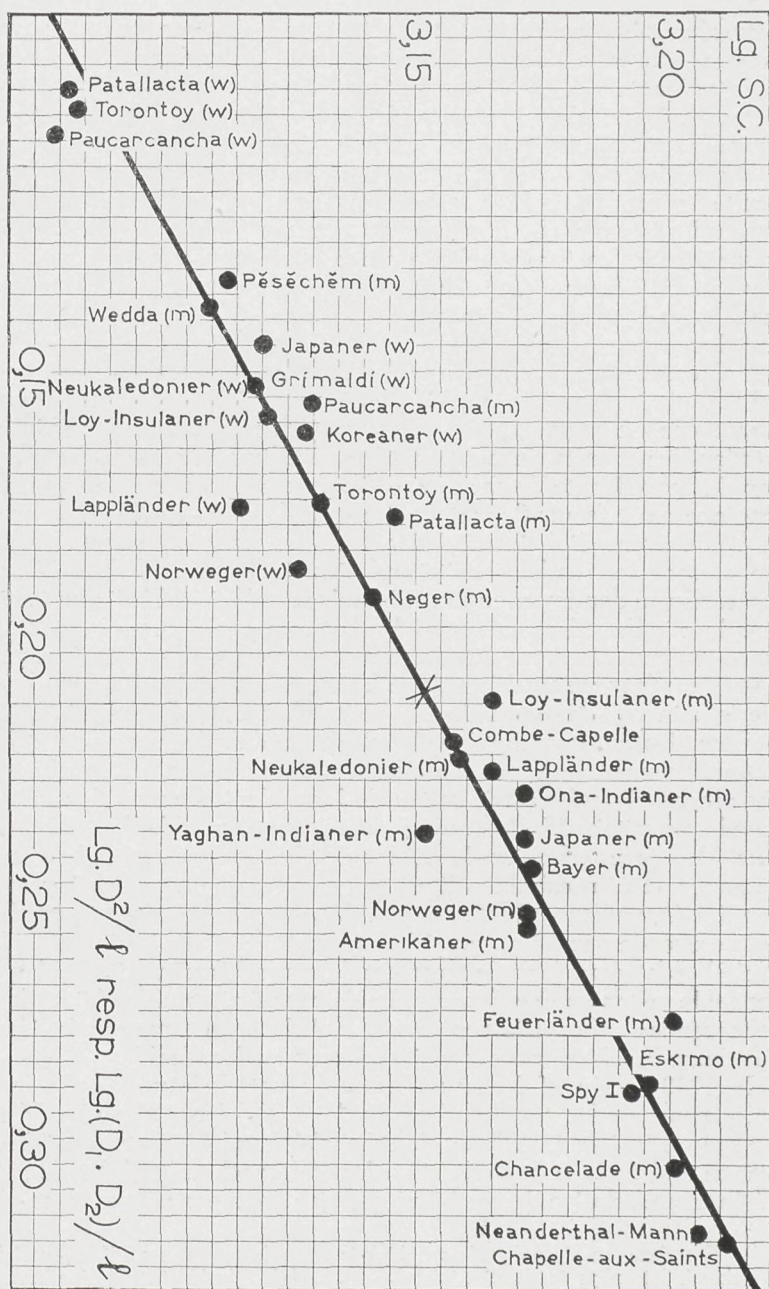
kend zijn, de logarithmen dezer waarden tegen elkander uit, dan krijgen we een beeld als in graphiek XII. Trekken we nu een lijn met richting $5/3$ door het relatie-punt van den N.W. Europeaan, dan blijken op of nabij deze lijn te liggen, behalve de N.W. Europeesche man en vrouw, de Italiaan, Polynesiër, Maori, Wedda, Singhalees, Tahitier, Loyalty-eilander, Nieuw-Caledoniër, Papua, Bosjesman en Zuid-Bantoide. Links van deze lijn vinden we den Eskimo, Japanner, Aino, Chinees, Tschukt, Kalmuck, Buriaat en Negrito; rechts den Tamilees, Neger, Nubiër, Somaliër en Australiër.

Merkwaardig in deze graphiek is, dat al de, aan de linkerzijde van deze lijn gelegen rassen, een relatief grooten lichaamsstam bezitten, en wel in dien zin, dat naarmate de ligging verder naar links is, de relatieve stamlengte grooter wordt, zoodat de Eskimo, Chinees en Japanner, die het verst naar links gelegen zijn, ook de grootste relatieve stamlengte bezitten. De rechts van deze lijn gelegen rassen hebben daarentegen een relatief kleine stamlengte; naarmate zij verder naar rechts liggen, neemt de relatieve stamlengte af.

Daarom mag verwacht worden, dat in geval de schedelcapaciteit wordt uitgezet tegen den lichaamsstam, de relatie-punten der onderscheidene rassen dichter bij één lijn zullen komen te liggen. Voor een 18-tal onderscheidene rassen heb ik, uitgaande van de lichaamslengte en de stamlengte-lichaamslengte-index, de lengte van den lichaamsstam berekend. In graphiek XIII zijn nu tegen elkander uitgezet de logarithmen der schedelcapaciteiten tegen die der stamlengten. Inderdaad liggen deze relatiepunten nagenoeg op één lijn, met een richtingstangens $5/3$. Hieruit volgt, dat voor deze rassen de betrekking tusschen stamlengte en schedelcapaciteit kan worden uitgedrukt door de vergelijking $SC = f' St^{5/3}$ (waarin SC schedelcapaciteit, St stamlengte en f' een evenredigheidsfactor; bij mijn berekeningen werd SC in cc, St in cm uitgedrukt). Uit het feit, dat de waarde van den evenredigheidsfactor bij al deze, zeer divergente rassen, gelijk is, mogen we besluiten, dat de cephalisatie der onderscheidene menschelijke rassen (zoowel van den primitieven Australiër en Neger, als van den propulsieven N.W. Europeaan) dezelfde is.

Deze relatie tusschen schedelcapaciteit en stamlengte blijkt van beteekenis voor ons begrip van den *voorhistorischen Mensch* en *Pithecanthropus erectus*. Om dit in te zien, het volgende :

Beschouwen we nogmaals twee uiterste rassen, zooals de Eskimo's en de Australiërs, dan merken we op, dat bij den Eskimo een groote schedelcapaciteit gepaard gaat met een langen lichaamsstam, maar tevens dat zijn romp en hoofd in voorachterwaartsche en dwarse afmeting die van den Australiër overtreffen en dus volumineuzer en



Graphiek XIV.

zwaarder zijn, welk grooter gewicht door kortere, meer robuuste femora (bovenbeenderen) wordt getorst. Schedelcapaciteit eenerzijds en lengte van den lichaamsstam, gewicht van romp en hoofd en draagvermogen der femora anderzijds, varieëren tegelijkertijd in éénzelfde richting.

Aangezien het draagvermogen der femora (D) evenredig is aan den te dragen last, i.e. het gewicht van romp en hoofd, en dit gewicht evenredig is aan de derde macht der stamlengte, zal de schedelcapaciteit, welke immers bij de onderscheidene rassen evenredig is met de $5/3$ macht der stamlengte, ook evenredig zijn met de $5/9$ macht van het draagvermogen der femora (D). Een nauwe relatie tusschen vorm en functie vooropstellend, mogen we zeggen, dat in het algemeen het draagvermogen der femora evenredig is aan een zekere macht van de doorsnede in het midden der femurschaft (waarvoor we bezigen het kwadraat van den gem. diameter d in het midden der schaft) en omgekeerd evenredig aan een zekere macht van de femurlengte (waarvoor we kunnen aanwenden de maximale lengte van het femur l); met andere woorden: $D = a (d^2/l)^x$ waarin a een evenredigheids-coëfficiënt; in verband met boven kunnen we nu voor de schedelcapaciteit schrijven $SC = f'' (d^2/l)^{5/9}$. De waarden van den exponent: $x = 5/9$ en den coëfficiënt f'' zijn nu te vinden door in deze formule voor SC , d en l de experimenteele waarden in te vullen. Doen we dit, dan vinden we voor $f'' = 1084$ en voor $x = 1$, zoodat onze experimenteele formule wordt $SC = 1084 (d^2/l)^{5/9}$; hierin zijn SC in cc en d en l in mm uitgedrukt. In graphiek XIV zijn ter illustratie van het hier beschrevene de relatiepunten van een 32-tal representanten zeer onderscheidener rassen bijeengebracht, door tegen elkander uit te zetten de logarithmische waarden van de schedelcapaciteit (SC) en het draagvermogen (d^2/l) van het femur ¹⁾. Deze graphiek leert, dat de aldus geconstrueerde punten ongeveer op één rechte lijn liggen en dat deze lijn een richting heeft van $5/9$ (nauwkeurig heeft de, met de methode der kleinste quadraten berekende gem. lijn, een richting van 0,5403, dit is bijna 0,555... of $5/9$). Met deze formule moet het dus mogelijk zijn, uitgaande van bepaalde maten van het bovenbeen, de capaciteit van den bij dit been behoorenden schedel te berekenen. Enkele interessante mogelijkheden dezer berekening mogen hier worden medegedeeld.

In 1908 beschreef Marcel Boule het skelet van een Neandertaler, gevonden te Chapelle-aux-Saints. Volgens Boule, Verneau en Rivet bedroeg de schedel-inhoud 1626 cc, een inhoud die om zijn grootte de verbazing der onderzoekers trof. Boule zegt: „L'énormité relative de ce chiffre est bien faite pour étonner les per-

¹⁾ Op deze en de volgende graphiek is aan alle punten eenzelfde „gewicht” toegekend. Eigenlijk is dit niet juist. Veel verschil blijkt het in rekening brengen van het gewicht niet op te leveren, weshalve het hier werd nagelaten.

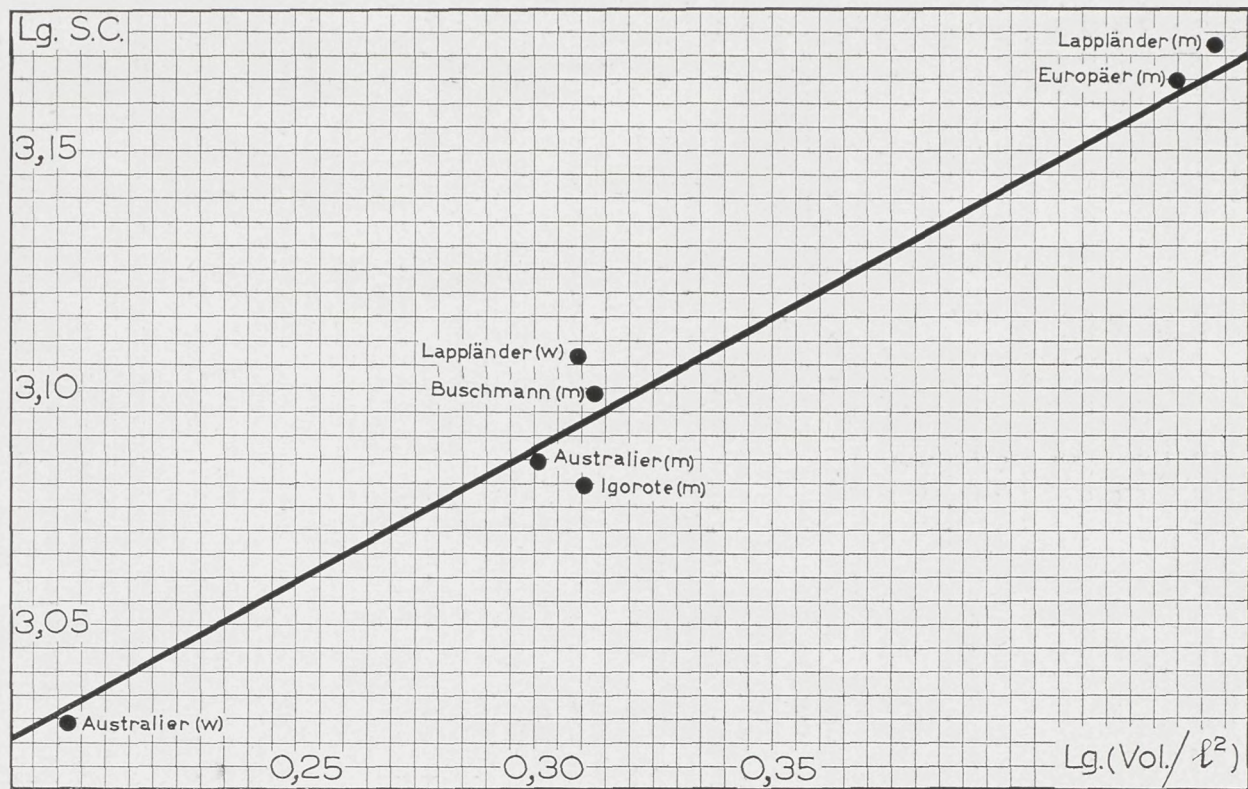
sonnes qui considèrent la capacité cranienne comme un caractère zoölogique et anthropologique de premier ordre, en relation étroite avec le développement des facultés intellectuelles. Notre homme fossile présente beaucoup de caractères d'infériorité morphologique, diminuant un peu l'abîme qui sépare le groupe humain du groupe de ses plus proches parents, les Singes anthropoïdes et pourtant, il rentre ici franchement dans la série humaine. Il y occupe même un rang élevé....." Van het femur van dit fossiel vermeldt Boule, dat de lengte 430 mm, de voorachterwaartsche afmeting in het midden der schaft 31 mm, de dwarse afmeting 29 mm bedraagt, waaruit een gemiddelde diameter van $\sqrt{(31 \cdot 29)} = 29.98$ mm. Substitueeren we deze femurwaarden in onze formule, dan vinden we voor de berekende schedelcapaciteit 1633 cc, een verschil dus van slechts 7 cc met de gemeten hoeveelheid. Op treffende wijze illustreert dit geval de geldigheid onzer formule, ook voor den praehistorischen mensch. Dat hier moeilijk van een toevallige coincidentie gesproken kan worden leert ons een tweede geval. In 1886 beschreven Fraipont en Lohest de skeletten van twee Neanderthalers van Spy, in de literatuur bekend als Spy I en II. Van Spy I bezitten we een ongeschonden femur; van Spy II zijn slechts enkele femurresten bekend; voor ons is dus slechts Spy I van belang. De geleerde onderzoekers beschrijven de skeletten zeer zorgvuldig, ook de schedels worden minitueus onderzocht; de capaciteit der schedels wordt echter niet vermeld. De reden waarom deze vermelding achterwege wordt gelaten is interessant; zij wordt door Boule in zijn meesterlijke monographie over den *Homme fossile de Chapelle-aux-Saints* als volgt medegedeeld: „Fraipont et Lohest dans leur beau mémoire sur les ossements humains de Spy, n'ont pas parlé de la capacité des crânes de ce gisement. Mon regretté collègue de Liège, Fraipont, à qui j'avais écrit quelques mois avant sa mort, n'a pas publié les essais de cubage auxquelles il s'est livré, parce qu'il a été effrayé des résultats obtenus par le méthode de l'indice cubique 1562 cc pour Spy I.....”

Een dergelijke schedelinhoud was in een tijd, toen de theorie van Darwin betreffende de afstamming van den Mensch haar grootsten opgang maakte, voor een praehistorisch individu eenvoudig ongehoord. Hoe zou getolereerd kunnen worden, dat een recente Franschman slechts ± 1500 cc aan schedelcapaciteit heeft, terwijl een Neanderthaler, die toch veel dichter bij de Apen staat dan de Mensch, zou kunnen bogen op een capaciteit van 1562 cc! Zeer gaarne werd omstreeks 1886 de Neanderthaler beschouwd als een soort van „missing link”. Deze beschouwing zou de waarde van de vondst te Spy met zijn groote schedelcapaciteit in discrediet hebben gebracht. Is het wonder dat de capaciteit door Fraipont en Lohest maar verzwegen werd? Veel gemakkelijker was in 1908

de situatie voor Boule; het eerste enthousiasme over het Darwinisme was eenigszins aan het tanen; bovendien bezat men in 1908, dank zij de ontdekking van Dubois, een veel beteren „missing link” in den *Pithecanthropus erectus*; de Neanderthaler behoefde de rol van „missing link” niet meer te vervullen; hem kon de hoeveelheid schedelinhoud en hersenen worden toegekend waarop hij recht had. — Van Spy I werd het femur uitvoerig beschreven. „Le fémur des hommes de Spy est caractérisé par sa robusticité, par son épaisseur, par le volume de sa tête et des condyles inférieurs, par l'étendue de leur surface articulaire; la longueur du fémur complet est de 420 mm; le corps est beaucoup moins prismatique, plus arrondi que celui des fémurs modernes.....”

De voorachterwaartsche diameter in het midden der schaft is 29 mm, de omtrek aldaar is 90 mm; de gem. diameter dus 28.65 mm. Substitueeren we deze femurmatten in onze formule, dan berekenen we voor de schedelcapaciteit een bedrag van 1573 cc, een getal dat slechts 11 cc, dit is nog minder dan $\frac{3}{4}$ %, verschilt van de door Fraipont en Lohest gevonden, doch verzwegen waarde.

Helaas zijn niet altijd de hier gebezigde femurmatten voor directe aanwending vatbaar. Het sterkst doet zich dit gevoelen bij de femurmatten van *Pithecanthropus erectus*. Dit bovenbeen bezit even boven de plaats, waar we de metingen van de doorsneden der femurschaft verrichten, een onregelmatig uitsteeksel, of exostose, welke door een abnormale calluswoekering in aansluiting aan een ontsteking moet zijn tot stand gekomen. De pathologie leert, dat ontstekingsachtige processen nimmer uitsluitend op de plaats zelve aanleiding geven tot woekering der cellige elementen, doch dat het proces zich steeds min of meer uitbreidt over het omringende weefsel, dat daardoor ook tot vermeerdering komt. Daar de exostose zich op geringen afstand van het midden der femurschaft bevindt, zal ook het beenvlies in dit middengedeelte gereageerd hebben op de iets hooger liggende aandoening; duidelijk is dit op de in zij-aanzicht door Dubois gepubliceerde afbeelding van het *Pithecanthropus*femur te zien. Een vermeerdering van enkele mm dikte kan hiervan het gevolg zijn geweest, welke vermeerdering echter in onze, ten deze zeer gevoelige formule, noodwendig tot foutieve uitkomsten moet voeren. Daarentegen zal een kleine verdikking in het midden der femurschaft op het totale femur-volume van weinig invloed zijn. Het ligt daarom voor de hand dat we naar een formule zochten, waarin niet de femurdoorsnede, doch het volume voorkomt. Aangezien het femurvolume evenredig is met de lengte en omgekeerd evenredig met de doorsnede van het femur, mogen we voor onze formule ook schrijven: $SC = f''' (V/12)^{5/9}$, waarin V het femurvolume en f''' een nieuwe evenredigheidsfactor is. H a u g e r heeft in het laboratorium van M o l l i s o n zich bezig gehouden met het meten van femurvolumina,



femurlengten en schedelcapaciteiten van een aantal representanten van verschillende rassen, zoodat het met behulp van deze gegevens mogelijk was, bovenstaande formule te verifieeren en de waarde van den coëfficiënt te berekenen. Op grond van H a u g e r's gegevens blijkt onze nieuwe formule te moeten luiden: $SC = 38508 (V/l^2)^{5/9}$ (graphiek XV).

Van het femur van *Pithecanthropus erectus* is zoo goed als al het meet- en weegbare bepaald; zoo bezitten we onder anderen ook gegevens over het volume van dit been met en zonder exostose. Zonder exostose is het volume van dit femur gelijk aan 463 cc. De maximale lengte is 445 mm.

Een oordeel over de schedelcapaciteit van *Pithecanthropus erectus* is niet zoo eenvoudig; immers niet de geheele schedel, doch slechts de schedelkap is bewaard gebleven. D u b o i s schat op grond van deze kap de totale inhoud op 908 cc „door vergelijking van hetgeen van de schedelholte is overgebleven, met het overeenkomstige gedeelte van de in hun hoofdproportiën gelijkvormigste schedelholten van Apen (*Hylobates*, *Gorilla*, *Pongo*, *Pygathrix*, *Macacus*), daarbij de afwijkingen, die hun grond hebben in de verschillende grootteverhouding tusschen hersenholte en oogholte, in aanmerking nemende”. Dat bij een dergelijke schatting het moeilijk is geheel vrij te blijven van subjectieve willekeur is niet te ontkennen. Nauwkeuriger is de methode van M c G r e g o r; uitgaande van een afgietsel van het inwendige der calotte, bouwde hij dit afgietsel tot een volledig encephalon uit en kwam tot een inhoud van ongeveer 940 cc. Substitueeren we in onze formule de gemeten femurwaarden van V en l en berekenen we daaruit de schedelcapaciteit, dan vinden we echter een SC van 1330 cc; dit is een waarde welke wel zeer veel afwijkt van de waarde die door D u b o i s—M c G r e g o r gevonden werd; deze capaciteit nadert die van den huidigen Australiër. Blijkbaar geldt dus deze formule in den aangegeven vorm niet voor *Pithecanthropus erectus*, of wat a-priori ook mogelijk is, de schedel en het femur behooren tot geheel verschillende organismen, die toevallig tegelijk gefossileerd zijn. Het feit, dat de beide skeletstukken een 15-tal meters van elkander in de oude bedding eener, later met vulcanische tufsteen gevulde, kali zijn gevonden, zou hiervoor kunnen pleiten. Hier staat tegenover, dat het uiterst merkwaardig — en onwaarschijnlijk — moet heeten, dat de eenige menschenlijke, resp. menschachtige skeletstukken, welke hier bewaard zijn gebleven, van verschillende individuen afkomstig zijn: waarom dan nog niet veel meer menschenlijke resten in de meer dan 300 kisten fossiel materiaal, dat hier gevonden kon worden! Het femur draagt bovendien de duidelijke sporen van krokodillentanden, die ongetwijfeld het, in deze kali gevallen, individu uitéén hebben gereten, waarna de deelen door den stroom enkele meters van elkander zijn komen te liggen.

Bij de toepassing van onze rassenformules vergete men niet, dat zij slechts gelden voor recente en fossiele *menschen*-rassen, doch zonder meer niet van toepassing behoeven te zijn op een individu, gelijk *Pithecanthropus erectus*, dat, hoewel aan den Mensch *vorm*-verwant, toch geacht wordt op een lager ontwikkelingsniveau te staan. Nu zagen we bij de bespreking der onderscheidene diersoorten, dat voor deze een betrekking geldt tusschen hersengewicht en lichaamsgewicht, zoodanig, dat al naar gelang van de plaats, die het onderzochte organisme in de groep van verwante soorten inneemt, zich een tweede factor laat gelden, welke bij verwante soorten varieert volgens de termen eener meetkundige reeks, met reden $\sqrt{2}$. Zou *Pithecanthropus erectus* wel aan den Mensch verwant zijn, doch in het zoölogische systeem op een lager niveau staan dan deze, dan heeft het zin na te gaan hoe deze factor zich bij *Pithecanthropus erectus* gedraagt.

Voeren we daarom in het tweede lid onzer rassenformule een factor x in en substitueeren voor de femurmatten en schedelcapaciteit de gevonden waarden. We krijgen dan een formule van de gedaante:

$$940 = x \cdot 38508 \cdot (463/445^2)^{5/9}.$$

Berekenen we hieruit x , dan geeft deze aan de mate waarin *Pithecanthropus* met den huidige Mensch in cephalisatie verschilt. We vinden nu voor $x = 0.7068 = 0.999/\sqrt{2} = 1/\sqrt{2}$.

Met groote nauwkeurigheid vinden we dus, dat *Pithecanthropus erectus* in cephalisatie één niveau (één kleine sprong) lager staat dan dan de recente Mensch.

Men zal kunnen tegenwerpen, dat weliswaar de rassenformule voor de onderscheidene menschenrassen geldt, doch dat dit nog niet waarborgt, dat zij na invoering van bovenstaanden factor x , voor lagere organismen behoeft te gelden. Immers, deze staan niet alleen in cephalisatie bij den Mensch ten achter, doch hun geheele lichaamsbouw is een geheel andere dan die van den Mensch; in het bijzonder spreekt dit verschil in lichaamsbouw, wanneer we in dit verband in aanmerking nemen, dat de Mensch een tweevoeter is, de lagere organismen daarentegen viervoeters zijn en we omtrent den bipeden gang van *Pithecanthropus erectus* nog niet geheel in het zekere verkeeren. Van beteekenis is het daarom, ook nog eens na te gaan hoe onze rassenformule zich gedraagt bij een meer toegankelijk lager organisme. We doelen hier op den *Chimpansee*, den hoogst ontwikkelden Aap. Volgens Meyer is de gem. schedelcapaciteit van den *Chimpansee* 415 cc; volgens Martin 404 cc, zoodat een gem. schedelcapaciteit van 410 cc mag worden aangenomen. De femurmatten van een goed uitgegroeiden volwassen *Chimpansee* zijn volgens Schwalbe 302 mm maximale lengte en 25 mm gem. diameter in het midden der shaft. Het volume van het femur vermeldt Schwalbe niet. Passen we onze rassenformule toe op *Chimpansee*, dan

wordt deze, na invoering eener factor x in het tweede lid: $410 = x \cdot 1084 \cdot (25^2/302)^{5/9}$, waaruit we voor x berekenen $x = 0.2525 = 1/4$. Vroeger hebben we gezien, dat de cephalisatie der Anthropomorphen (p. 127) gelijk is aan $1/4$ van die van den Mensch. Berekend uit de femurmatten komen we tot een gelijklopende conclusie. Deze uitkomst geeft steun aan het vermoeden, dat de voor *Pithecanthropus* uitgevoerde berekening van het cephalisatie-niveau eveneens juist zal zijn.

Overzien we het besprokene, dan laat zich dit in het kort aldus samenvatten: Het gewicht der hersenen, resp. de schedelcapaciteit, is o.a. afhankelijk van twee factoren. De eerste factor is de lichaams-grootte. Als maat voor de lichaamsgrootte mogen we kiezen het lichaamsgewicht (dieren); de stamlengte (mensenrassen) of bepaalde femurmatten (fossielen). Het hersengewicht is niet lineair, doch volgens een zekere macht van deze lichaamsgrootte afhankelijk. Bezigen we het lichaamsgewicht (of het draagvermogen der femora), dan moet deze grootte tot de $5/9$ macht worden verheven; bezigen we de stamlengte, dan dient de $5/3$ macht te worden aangewend.

De tweede factor wordt bepaald door het hersenorganisatorisch niveau (cephalisatie-niveau) waarop de beschouwde soort staat. Deze tweede factor blijkt binnen groepen van verwante soorten sprongsgewijze te varieeren volgens geheele machten van $\sqrt{2}$. Alle tot dusver onderzochte, huidige en fossiele organismen, hetzij mensch of dier, zijn aan dezen algemeenen regel onderworpen. Deze regel draagt dus wel een universeel karakter.

De hierboven beschreven sprongsgewijze variatie der hersengroei vindt zijn oorzaak in een *sprongsgewijze groei der kern-massa der zenuwcellen*. Blijkens literatuurdata en eigen onderzoek komt een kerngroei, ongeveer gelijk aan een $\sqrt{2}$ -voud, veelvuldig in de natuur voor. Deze merkwaardige groeiwijze der kern berust waarschijnlijk op algemeene grootteverhoudingen tusschen kern- en celplasma. Generale deelingsprocessen zorgen er voor, dat de totale kernmassa der schorscellen dienovereenkomstig bij benadering sprongsgewijze, volgens geheele machten van $\sqrt{2}$ varieert. Een uitvloeisel van deze generale deelingsprocessen is de evenredige oppervlakte-, resp. volumen-variatie der verschillende schorsdeelen bij verwante soorten. Door oppervlaktetelling, resp. volumebepaling van homologe schorspartijen (gebezigd werden de schors van de frontaalkwab en de rest der neocortex), kon inderdaad een evenredige groei der schorsdeelen, bij Apen en Mensch, worden aangetoond. Voor uitvoerige gegevens over deze macroscopische en microscopische verhoudingen, waar men tevens de betreffende literatuur kan vinden, zie men o.a. Brummelkamp, R.: Normale en abnormale ontwikkeling der hersenschors, Uitg. N.H. Uitg. Mij., 1937; *id.*: Über das Verhältnis der Oberfläche des Frontalhirns zu

derjenigen des ganzen Gehirns bei höheren Affen und Menschen, Proc. Kon. Ak. v. Wetensch., Vol. XLI, 10, 1938; *id.*: Rindenoberfläche, resp. Rindengewicht und Gehirngewicht, Proc. Kon. Ak. v. Wetensch., Vol. XLII, 5, 1939; *id.*: Das sprungweise Wachstum der Kernmasse, Acta neerl. morph. Vol. II, 2, 1939; *id.*: Das Wachstum der Gehirnmasse mit kleinen Cephalisierungssprüngen (sog. V2-sprüngen) bei de Rodentiern, Ibidem; artikelen over: Das Wachstum der Gehirnmasse bei den Ungulaten; resp.: Das Wachstum der Gehirnmasse bei Amphibien und Fische; zijn, evenals een artikel over: Schädelkapazität und Körpergrösse bei den verschiedenen menschlichen Rassen und Bevölkerungsgruppen en Schädelkapazität und Femurmaszen, zoo juist verschenen in Acta neerl. morph. Vol. II, 3/4, 1939.

BOEKBESPREKING.

Dr A. C. DROGENDIJK.

OVER ENCEPHALITIS POSTVACCINALIS.

Uitgave H. J. Paris, Amsterdam, 1939. Prijs f 1.90, geb. f 2.40.

Voor velen klemt heden de vraag: zal ik mijn kind tegen de pokken laten vaccineeren? De medicus, die vaak in dezen moet adviseeren, staat eveneens voor een moeilijk dilemma, vooral na het bekend worden van talrijke gevallen van encephalitis post vaccinationem en vele artsen hebben dan ook sinds het opschortingswetje van 11 Februari 1928 een afwachtende houding aangenomen. Of zulks juist is, zal de toekomst leeren, doch wel dient alles in het werk te worden gesteld om deze gevreesde complicatie te voorkomen, daar anders de variola een acuut gevaar kunnen worden, wanneer een groot gedeelte van de bevolking niet is ingeënt.

Ik heb dan ook met meer dan gewone belangstelling kennis genomen van het nieuwe werk van Dr Drogendijk, hetgeen zeker kan bijdragen om verhelderend te werken in dit „netelige vraagstuk” en richting te geven aan ons handelen. Het probleem op zich zelf van de encephalitis postvaccinalis is zoo veelzijdig en moeilijk oplosbaar, dat reeds nu een geweldig studie- en feiten-materiaal is verzameld, en we kunnen den schrijver niet anders dan erkentelijk zijn, dat hij de balans heeft willen opmaken, om ons in dien doolhof rond te leiden. Hij heeft hiervoor 250 publicaties bestudeerd en schrijft in zijn ten geleide: „Het volgende samenvattende literatuur-overzicht nu wil trachten van den tegenwoordigen stand van zaken een min of meer duidelijk beeld te geven”.

Aan deze niet zoo gemakkelijke opgave heeft de schrijver zeer zeker voldaan, hoewel hij nu en dan te veel heeft willen geven in 98 bladzijden, waardoor het overzichtelijke soms in het gedrang komt. Het boekje blijkt voor artsen en studeerenden geschreven en zal zijn weg vinden, daar er behoefte bestond aan een dergelijk overzicht in kort bestek van de jongste literatuur.

Na een inleiding volgt de bespreking der aetiologie van de encephalitis postvaccinalis, welke in drie hoofdstukken wordt ingedeeld. Aan het einde van ieder hoofdstuk geeft de auteur een samenvatting en laat hij herhaaldelijk zijn eigen meening en gevoelen duidelijk uitkomen. De vaccinevirus-hypothese vindt in hem een verdediger, waarop hij mede zijn te nemen maatregelen baseert, als hij ten slotte

in het laatste gedeelte de prophylaxis behandelt, hetgeen m.i. niet het minst geslaagd is. De beste leeftijd om den zuigeling in te enten zou zijn, wanneer deze 1—2 maanden oud is, indien ten minste de moeder vóór of tijdens de zwangerschap was gevaccineerd, een conclusie die plausibel wordt voorgesteld, doch waar niet ieder het mede eens zal zijn. Verder wordt nog de mogelijkheid besproken om gelijktijdig met of kort vóór de vaccinatie immuunserum in te spuiten, evenals de vaccinatie met doode stof.

„Du choc des opinions jaillit la vérité,” doch de waarheid is helaas ook aangaande dit vraagstuk nog niet duidelijk te voorschijn gekomen. Dit was echter ook niet de opzet van den schrijver.

Aan allen die belang stellen in het vaccinatievraagstuk, zij deze studie van Dr Drogendijk warm aanbevolen.

Rotterdam.

L. VAN LOON.

NOTULEN

der Vergadering, gehouden op Zaterdag 6 Mei 1939, namiddags 2½ uur, in het Natuurkundig Laboratorium der Vrije Universiteit, De Lairessestraat 174 te Amsterdam.

Deze vergadering wordt door den Vice-Voorzitter, Prof. G. J. Sizoo, geopend met gebed en de lezing van Ps. 8. Hierna heet de Voorzitter, Dr. Reitsma, alle aanwezigen hartelijk welkom. In zijn inleidend woord herdenkt bij Dr. A. J. de Blinde, die door den dood aan onze vereeniging is ontvallen. Hij deelt mede onze vereeniging te hebben vertegenwoordigd op den landdag van N.D.D.D., gehouden op Dinsdag 11 en Woensdag 12 April op Woudschoten. Aan Prof. Sizoo wordt dank gebracht voor de gastvrije ontvangst in zijn laboratorium.

De notulen der vorige vergadering worden onveranderd vastgesteld. Voor het lidmaatschap bedankte de heer A. Hymans, Arts te Rotterdam. Hierna werden herkozen de H.H. J. H. Landwehr en Rijk Kramer, resp. als Secretaris van het Bestuur en lid der Redactie van het Orgaan. Den Heer Rijk Kramer zal van deze herbenoeming worden mededeeling gedaan. Als nieuwe leden worden gekozen: Mej. H. M. Buré, Arts, v. Baarlestraat 69, Amsterdam en de H.H.: F. Barendregt, nat. phil. docts., Witte de Withstraat 26a, Amsterdam-W.; G. Dekker, Arts, Alma Tademastraat 22, Leeuwarden; Dr. J. ten Kate, Chirurg, v. d. Duynstraat 178, Den Haag; A. A. de Koning, Arts te Vlaardinger-Ambacht; J. de Kuiper, Arts voor Homoeopathie, Albertus Perkstraat 25 te Hilversum; C. W. Rietveld, Arts te Papendrecht; Dr. A. W. C. van Veelen, Arts te Drachten; Dr. J. E. Verveen, Arts, Monsterscheweg 117a, Loosduinen.

Hierna hield Prof. Dr. B. C. P. Jansen een voordracht over: *Onderzoek naar de werking van vitamine D met behulp van radioactieve Phosphor als indicator.*

We weten dat vitamine D in staat is rachitis te voorkomen of te genezen. Hoe deze werking tot stand komt, is niet bekend. Het is mogelijk dat door vitamine D de resorbtie van Calcium en Phosphorus in den darm wordt bevorderd, of ook de afzetting ervan in de beenderen. Om dit na te gaan werd radioactieve phosphor gebruikt, die men kan onderscheiden van de reeds in het lichaam aanwezige phosphor door zijn radioactiviteit. Het bleek bij deze proeven, dat de resorbtie van phosphor in den darm zeker niet bevorderd wordt door vitamine D. Verder bleek de stofwisseling van het phosphor zeer snel

te verlopen: intraveneus ingespoten fosphaat is reeds na een half uur in vele gevallen uit het bloed verdwenen en in verschillende weefsels, ook in het been, afgezet. Bij rachitische dieren werd de anorganische phosphor veel sneller in lipoid-phosphor overgevoerd dan bij normale dieren.

Hierna worden enkele vragen gesteld, die door den spreker worden beantwoord.

Vervolgens houdt Prof. G. J. Sizoo een demonstratie over *kunstmatige radioactiviteit*. De Voorzitter brengt beiden sprekers den dank der vergadering voor hun belangwekkende mededeelingen en demonstratie.

Hierna licht Dr. J. Hekman in een kort resumé toe hetgeen in de commissie-vergadering is vastgelegd als de meening der aanwezige leden inzake het Prot. Christelijk Artsenblad, waaraan Dr. Hutter zijn adhaesie heeft betuigd.

Dr. Kok vraagt, of de mogelijkheid is overwogen een bijblad te doen verschijnen als bijlage van ons Orgaan, waarin bedoelde kwesties worden besproken. Anders lijkt hem de uitvoering moeilijk: het is beter op bescheiden voet te beginnen.

Dr. Lindeboom acht het niet noodig, dat artikelen van vak-technischen aard worden opgenomen. Hij gevoelt eveneens meer voor de gedachte, een bijlage te doen verschijnen van ons bestaand Orgaan.

Prof. Dr. Sizoo vraagt, of deze uitgave finantieel ten laste van de kas onzer vereeniging zal komen.

Dr. Hekman acht niet aan te bevelen de gedachte van een bijlage in ons Orgaan. 1o. het Orgaan verschijnt niet op vaste data; 2o. de ervaring leert, dat van eenige discussie in ons Orgaan niets terecht komt. Wij willen het Orgaan in geen enkel opzicht concurrentie aandoen, genoemde overwegingen echter pleiten sterk voor de gedachte van een afzonderlijk Artsenblad. Er zijn actueele zaken, zooals b.v. het ziekenfondswezen en de wettelijke regeling daarvan, die binnen korten tijd aan de orde komen, die bespreking vereischen in een blad, dat op bepaalde tijden verschijnt. In samenvattende overzichten kunnen bepaalde medische kwesties ook van uit principieel Christelijk standpunt worden gezien. Voorts wordt in uitzicht gesteld een rubriek over de medische zending. Wat betreft de onkosten, deze kunnen worden bestreden uit de contributies der medische sectie en advertenties.

Dr. Booy zou willen nagaan, hoeveel wetenschappelijke bijdragen worden gepubliceerd door leden onzer vereeniging in andere bladen. Hij deelt de bezwaren van Kok en Lindeboom betreffende de levensvatbaarheid van een afzonderlijk artsensblad.

Dr. Landwehr merkt op, dat de overwegingen, die hebben geleid tot het voorstel der commissie, logisch samenhangen met de historische ontwikkeling onzer vereeniging, die de artsen heeft samenge-

bracht in een afzonderlijke medische sectie. Hij zou de doelstelling van het artsenblad zeker niet ruimer willen nemen, vanuit principieel oogpunt gezien, dan die van onze vereeniging.

Dr. Hekman zegt, dat de commissie bereid is de zaak voorloopig te laten rusten, als de meening der vergadering mocht zijn de zaak niet door te zetten.

Daar de meerderheid van meening blijkt te zijn zoo mogelijk de plannen te verwezenlijken, stelt de Voorzitter voor de commissie te continueeren, met mandaat der vergadering om in de medische sectie meer uitgewerkte voorstellen te doen voor de praktische uitvoering, onder voorwaarde, dat de finantieele consequenties niet komen ten laste der vereeniging.

Hierna eindigt Dr. Reitsma deze drukbezochte vergadering met dankzegging.

De Secretaris,

J. H. LANDWEHR.

PASCAL

ZIJN WETENSCHAP EN ZIJN RELIGIE

door

Dr. R. HOOYKAAS.

„Il faut relever le courage de ces timides qui n'osent rien inventer en physique, et confondre l'insolence de ces téméraires qui produisent des nouveautés en théologie”.
Pascal.

Inleiding.

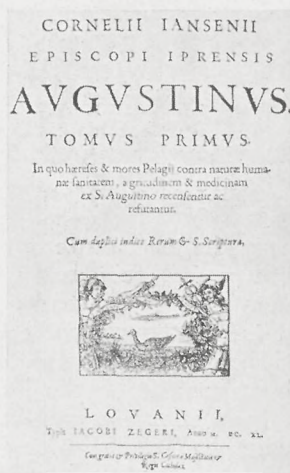
Het doel van deze studie is aan te toonen, dat er eenheid is in Pascal's ¹⁾ denken op het gebied van wetenschap en godsdienst. Pascal heeft hen opzettelijk streng gescheiden gehouden, veel systematischer dan in zijn tijd gewoonte was. Toch kunnen we bij hem, meer dan bij iemand van zijn tijdgenooten, spreken van een „christelijke” wetenschap. Juist de bescheidenheid van zijn wetenschappelijke doelstelling, zijn erkenning van het slechts menselijke der wis- en natuurkunde, waardoor hij er geen overspannen verwachtingen van koestert, is christelijk. Maar ook op positievere wijze blijkt dit als we Pascal's realisme, zijn buigen voor de feiten en zijn slechts betrekkelijke waardeering voor de Ratio zoowel in wetenschap als religie, naast elkaar stellen. En tenslotte komt het daarin uit, dat hij zich — in tegenstelling tot andere groote christelijke natuuronderzoekers — heeft weten vrij te maken van de heidensche wijsgeeren, Plato, Aristoteles, Demokritos. De grootste invloed is op hem uitgeoefend door de Heilige Schrift en door hen, die hij als haar ware vertolkers beschouwde, den heiligen Augustinus en bisschop Jansenius ²⁾.

Pascal is „modern” gebleven. Op zijn werk past, wat hij zelf ergens als eisch stelt: als we het lezen vinden we niet een geleerde, maar een mensch. We hebben hem daarom dikwijls zelf aan het woord gelaten, maar ook dan vergt het veel moeite Pascal tot zijn

¹⁾ 1623—1662.

²⁾ Jansenius (1585—1639), bisschop van Yperen, geeft in zijn „Augustinus” een compilatie van wat de H. Augustinus over de genade geschreven heeft, om hiermee de pelagiaansche dwalingen, die opnieuw de kerk binnendrongen door de Jezuïeten (Molina), te bestrijden. Hij stelt de theologie als historische wetenschap (kennis van de H. Schrift, de concilies en Kerkvaders) tegenover een theologie, die steunt op menselijke wijsgeerige redeneering.

recht te laten komen. Hij zei van zijn „apologie”, dat al was de inhoud niet nieuw, de rangschikking het wél was. Dezelfde materie kan door tendentieuze rangschikking en schifting ander effect krijgen en dit lot heeft ook het werk van Pascal getroffen. Er is o.a. een skeptische Pascal, die ondanks zichzelf nog vasthoudt aan een godsdienst, waaraan hij eigenlijk ontgroeid is en een ultramontaansche Pascal, wiens anti-jezuïtisme niet wezenlijk maar toevallig en slechts aan sectarischen invloed te danken is ¹⁾.



Titelblad van de „Augustinus”.

Pascal is echter in zijn denken katholiek in de volle beteekenis. Het heeft geen zin hem van inconsequenties te betichten en een gezuiverden Pascal voor het voetlicht te brengen. Hij is als zijn groote kenbron; ook de Schrift geeft geen systeem, zoodat elke stelselzuchtige er wel iets van zijn gading vindt, hoewel natuurlijk het geheel dan vervalscht wordt. Het realisme van den Bijbel is Pascal in hart en ziel gedrongen. Hij houdt daarom niet van rechtlijnig redeneeren, dat slechts een bepaald aanzicht van de waarheid projecteert. De volle waarheid wordt slechts gezien door haar van alle kanten te benaderen. Zoo doet Pascal geen poging tot een afgeronde natuurwetenschap, ook niet tot een sluitend, alles verklarend wijsgeerig systeem en nog minder tot een theologie waarvoor geen geheimen bestaan. Integendeel, hij bestrijdt hen. Slechts dan wordt de

¹⁾ Over iemand, die een dergelijke poging doet, zegt Brunschvicg, de beste Pascal-kenner: „..... (il) fait un subtil et bien touchant effort pour décharger Pascal du crime d'avoir été corrompu par la doctrine ou même par l'esprit du jansénisme” (Pensées, Tome I. p. XXXVII).

Rede juist gebruikt als zij inziet, dat de werkelijkheid in laatste instantie niet wordt begrepen, maar aanvaard.



Jeugdportret van Pascal.

De Natuurkunde.

1. *De ervaring.*

De belangrijke vraag, waarmee Pascal zich in de physica bezig houdt, is die van de „horror vacui”. Volgens de scholastiek kan er geen ledig bestaan, daar de natuur „een afschuw van het ledig” heeft. Wanneer wij een schijnbaar ledige ruimte zien, dan is er inderdaad nog een fijne materie aanwezig. Ook Descartes, die ruimte en materie gelijk stelde, kon geen vacuum toelaten. Toen Torricelli zijn geruchtmakende proef gepubliceerd had, nam Descartes aan, dat de z.g. „subtiële materie” door den wand van het glas in- en uittrad en de „ruimte van Torricelli” vulde. Zoowel bij de scholastici als bij Descartes waren het vooral bezwaren van theoretischen aard, die hen stelling deden kiezen tegen de „vacuïsten”, de aanhangers van de atomenleer, zooals Gassendi.

In al dit over en weer argumenteeren neemt Pascal (en met hem

Roberval) een eigen plaats in, daar voor hem de beslissing in deze kwestie niet door rationeele argumenten genomen kan worden, maar slechts door experimenten. „In de physica heeft de ervaring meer overredingskracht dan de redeneering” ¹⁾ (III, 199). Voor hem is de physica vooral een empirische wetenschap. „Laten Aristoteles' discipelen alles uit de geschriften van hun Meester halen om deze dingen te verklaren met de horror vacui; kunnen zij het niet..... laten zij dan erkennen, dat de proeven de ware Meesters zijn, die men in de physica volgen moet” (III, 266).

Nu hebben ook verscheidene middeleeuwers en Descartes met nadruk verkondigd, dat de ervaring beslissend is. Maar bij hen zien we telkens weer, hoe vooropgezette meeningen een zuivere interpretatie der ervaring vertroebelen. Pascal maakt echter ernst met zijn stelling; soms zou de strengste positivist hem niet verbeteren.

Alle stoffen hebben volgens Pascal gewicht; het *gewicht* van de lucht is de oorzaak van het opstijgen der vloeistoffen in de buis van Torricelli. Maar, zoo werpen de scholastici tegen, het zuivere, nog nooit afgezonderde element „lucht” is licht; de gewone lucht is slechts zwaar door de dampen en grove stoffen, waarmee zij verontreinigd is. Daarop antwoordt Pascal: „Ik ken die zuivere lucht volstrekt niet; waarschijnlijk is zij ook moeilijk te vinden. Ik spreek over de lucht, die ons omringt en dat lichaam, hetzij eenvoudig, hetzij samengesteld, *noem ik* lucht, en daarvan zeg ik, dat het gewicht heeft, wat niet tegengesproken kan worden” (III, 194). Het doet denken aan Lavoisier's definitie van een element een 150 jaar later: ik noem een stof eenvoudig, als ik haar niet ontlede kan; of het nu werkelijk een element is, laat ik in het midden. Alleen: Lavoisier maakte iets meer ophef van zijn positieve methode en hield er zich minder streng aan. De veel geprezen Boyle kon, door scepticisme en atoomleer belemmerd, slechts constateeren, dat wat wij eenvoudig noemen, het misschien niet is. Hij liet zich van de vraag: welke zijn de elementen, afbrengen door zijn eigen eisch van absolute elementen. Pascal, toch zeker niet minder kritisch, laat zich

¹⁾ Citaten naar: Oeuvres de Blaise Pascal, publ. par L. Brunschvicg, etc. (Paris 1914; 2me éd. 1923). De in deze studie geciteerde werken en brieven zijn:

Expériences nouvelles touchant le vide (1647). Tom. II p. 53—77.

Réponse de Blaise Pascal au père Noël S. J. (19 oct. 1647). Tom. II, p. 77—127.

Fragment de préface sur le Traité du Vide (oct.-nov. 1647). Tom. II 127—145.

Lettre à M. le Pailleur au sujet du P. Noël S. J. (févr.-mars 1648). Tom. II 177—211.

Traité de l'Equilibre des Liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air (1654). Tom. III 143—266.

Dix-huitième Provinciale (au Père Annat S. J. 24 mars 1657). Tom. VII 3—57.

De l'esprit géométrique (1658—1659). Tome IX. 229—270.

De l'art de persuader. Tome IX. 270—290.

Lettre de Pascal à Fermat (25 juillet 1660). Tome X. 4—6.

Pensées (T. I—III). (Paris 1904). Niet geciteerd naar de bldz., maar naar de fragmenten.

echter niet door de vraag naar het absolute vacuüm van zijn experimenteele basis afbrengen. Wat hem betreft bestaat dat of bestaat dat niet, dat ligt buiten het bereik der toetsing. „Ik versta onder het woord „ledig” altijd een ruimte, ledig aan alle lichamen, die onder het *zintuig* vallen”, zegt hij (III, 255). De latere en vroegere lofredenaars der empirische, positieve methode (Fr. Bacon o.a.) hebben méér tegen de feiten gezondigd dan Pascal, die er bescheidener over sprak.

2. *De redeneering.*

Nu zou het verkeerd zijn te meenen, dat Pascal alle redeneering in de physica uitschakelt en louter beschrijving geeft, waarin „oorzaak” een onbekend begrip is. Dan zou van wetenschap niet gesproken kunnen worden. Als het nuttig is, voert hij het zwaartepunt in, dat hij echter even weinig reëel acht als de cirkelconstructies der astronomen.

De druk van de lucht is voor hem de ware *oorzaak* van het opstijgen van de vloeistof in de barometerbuis. Dit heeft hij door experimenten met verschillende vloeistoffen bewezen. De zware vloeistoffen stijgen minder hoog dan de lichte; dezelfde vloeistof stijgt minder hoog op een berg dan in de vlakte, doordat de druk der lucht lager is. Vooral dit laatste experiment, de waarneming in 1648 op den Puy de Dôme, is voor hem beslissend: die proef geeft de „volmaakte kennis” dezer verschijnselen. „Door deze proef wordt duidelijk, dat de (stijging van de vloeistof) evenredig is aan het gewicht van de lucht, zooals het effect evenredig is aan de oorzaak” (III, 265). Zij toont, dat de zwaarte der lucht de „ware oorzaak” is van alle verschijnselen, die tot nog toe aan de denkbeeldige oorzaak, de horror vacui, toegeschreven werden, een inzicht „qui ne sçauroit plus jamais perir” (III, 266). Pascal durft hier heel wat aan — en terecht, daar hij buitengewoon voorzichtig is in zijn gevolgtrekkingen en niets beweert, dat niet op den bodem der feitelijke gegevens staat. Toch blijkt wel hoe beschrijving bij hem de oorzakelijke verklaring niet uitsluit.

Geeft Pascal de redeneering dus de plaats waarop zij recht heeft, anderzijds wil hij, dat zij zich houdt aan de eischen van een strenge logica. Geen term gebruikt hij, die niet scherp gedefinieerd is. In zijn polemieken over het vacuüm met den Jezuïetenpater Noël verwijt hij dezen in zijn definities het gedefinieerde te gebruiken, als hij zegt, dat het licht een lichtbeweging van lichtende voorwerpen is! (II, 100).

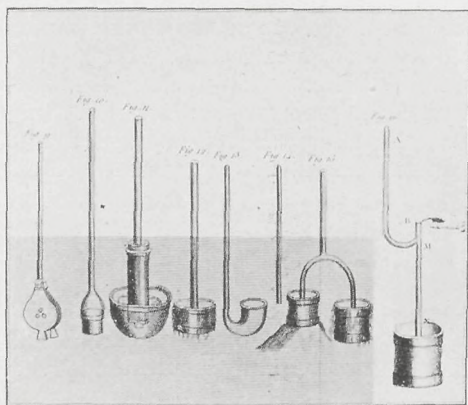
3. *Analogieredeneering.*

Pascal's in 1663 tesamen uitgegeven (omstreeks 1654 geschreven) werkjes „*Traité de l'Equilibre des Liqueurs*” en „*Traité de la pesan-*

teur de la masse de l'air" (III, 194) zijn meesterstukken van logica. Zij gelijken veel op elkaar, daar voortdurend van analogieredenering gebruik gemaakt wordt. De leidende gedachte is namelijk, dat de massa van de lucht, die door haar gewicht in evenwicht is met een vloeistofkolom, volkomen analoog beschouwd mag worden met een vloeistofmassa, die in evenwicht is met een andere vloeistof. Gassen worden dus als fijne vloeistoffen opgevat. Voor alle lichamen geldt, dat zij gewicht hebben en dat de wetten der zwaarte onafhankelijk van het milieu zijn. Zoo worden hydrostatica en pneumatica innig verbonden.

Als men inzielt welke gevolgen de druk van de vloeistoffen heeft, dan ziet men hetzelfde ook voor den druk van gassen, want zij zijn „tout à fait semblables" (III, 206). „Tous les effets de la masse de l'air: on les avait déjà tous vus, comme en leur source, dans le Traité précédent, puisque tous ces effets ne sont que des cas particuliers de la règle générale de l'Equilibre des Liqueurs" (III, 225). Zoo ziet men elk onderdeel van het betoog in het tweede werk ongeveer aldus beginnen: „Om toe te lichten hoe de zwaarte van de lucht dit verschijnsel veroorzaakt..... zal ik een overeenkomstig voorbeeld laten zien, veroorzaakt door het gewicht van het water, dat er de reden duidelijk van zal blootleggen" (III, 206).

Een blaasbalg (met kurken dichtgemaakt) is aan de lucht moeilijk te openen (zie fig. 3, no. 9); „door de horror vacui", zeggen de scholastici. Maar dan zou een blaasbalg onder water (met de uitmonding er boven), die — zooals de proef toont — moeilijk geopend kan worden, volkomen analoog, „horreur de l'air" moeten hebben



Afbeelding uit Pascal's „Traité de la pesanteur de l'air" *).

*) Figuur 9 stelt voor een dichtgekurkte blaasbalg onder water, waarvan de opening verbonden is met een buis, die boven water uitmondt.

(III, 257) en daar willen de tegenstanders toch niet aan.

Een groot bezwaar is voor Pascal in den term „horror vacui” zelf gelegen. Hierdoor krijgt men de vrije hand allerlei gevoelens van zichzelf in de natuur over te dragen. Men heeft dan wel gauw een z.g. verklaring bij de hand, maar aangezien de natuur niet voelt en leeft, moeten wij dergelijke uitdrukkingen vermijden (vgl. fr. 72).

4. *De hypothese.*

Uit het voorgaande volgt nu ook Pascal's houding tegenover de hypothesen. Slechts wanneer deze zich leenen tot proefondervindelijke toetsing kan hij hen in ernst nemen. Zoo in de kwestie van het ledig. „Na getoond te hebben, dat geen enkele der stoffen, die onder bereik *van het zintuig vallen*, deze ruimte, die schijnbaar ledig is, vullen, ben ik van gevoelen (totdat men mij het bestaan getoond heeft van eenige materie, die haar vult), dat zij waarlijk ledig is” (II, 73). Zooals hij later in een brief aan le Pailleur toelicht, zegt hij dus niet in „beslissende termen”, dat er een vacuum is, maar slechts dat hij de ruimte voor ledig zal houden zolang er geen materie in aangetoond is (II, 183).

In tegenstelling tot Descartes acht Pascal ruimte niet identiek met materie. Beiden hebben drie dimensies, maar een lichaam is bovendien nog bewegelijk en ondoordringbaar. De leege ruimte houdt dus het midden tusschen een lichaam en het niets (II, 104). Deze uitspraak treffen we reeds aan in 1647, in den brief aan Noël, dus in de periode van zijn leven, die men nog steeds als de cartesiansche pleegt te beschouwen ¹⁾. Descartes voelde echter wel, dat niet alleen de scholastiek, maar ook zijn eigen theorie aangevallen werd. Over de „Nouvelles expériences touchant le vide” schrijft hij (13 Dec. 1647) aan Mersenne: „Il semble y vouloir combattre ma matière subtile” (II, 165). In dit werkje wilde Pascal namelijk schrijven tegen de stelling, dat „een niet-waarneembare, aan alle zintuigen onbekende materie” de ruimte van Torricelli vult (II, 75). Als Noël dan antwoordt, dat geen enkel physicus zooiets aanneemt, antwoordt hij: „het is juist een der beroemdste stellingen van onzen tijd, dat overal een universeele materie is, niet-waarneembaar, van dezelfde substantie als de hemel en de elementen” (II, 105). Dat slaat natuurlijk op Descartes' hemelstof.

Tegen lichtvaardige hypothesen verzet Pascal zich scherp, ook al zijn ze niet kennelijk onjuist. „Het is gemakkelijk te verklaren hoe

¹⁾ Het eigenaardige is, dat het werk, waarin het meest van cartesianschen invloed gesproken zou kunnen worden (*De l'esprit géométrique*), na de z.g. definitieve bekeering (1654) geschreven is. Pascal's houding tegenover het cartesiansisme is vanaf het begin tot het eind afwerend. Dat behoeft hem niet te verhinderen enkele gedachten er uit over te nemen: functie der grondbegrippen in de wiskunde; samenhang van het heelal; het dier als machine. De draagwijdte wordt echter bij hetgeen hij ontleent geheel anders.

een verschijnsel ontstaan kan, als men de materie, de natuur en de eigenschappen van zijn oorzaak onderstelt, vooral als zij zoo zijn uitgerekend, dat uit hetgeen zij onderstellen, waarheden volgen, die reeds evident waren" (II, 98). „De grootste moeilijkheden, zooals eb en vloed en de magnetische aantrekking, worden gemakkelijk opgelost als men aparte materies en eigenschappen erbij gaat denken" (II, 96). Inderdaad voegen deze fluïda niets nieuws toe aan het geconstateerde feit. Het zijn slechts overbodige woorden om onze onwetendheid over de oorzaak van een verschijnsel te bedekken. „De verbeelding", zegt Pascal, „schept de kleinste en de grootste dingen naar behoefte" (II, 96).

Nu zeggen de „plenisten": toon ons maar eens aan, dat die subtiële materie er niet is. Pascal antwoordt: toon, dat zij er wèl is. „Want al die materies, die voor de gelegenheid uitgevonden worden, kunnen toch moeilijk tegelijk aanvaard worden, zonder van de natuur een monstium te maken" (II, 97).

Al vloeien dus uit een hypothese de bekende verschijnselen voort, dan heeft men toch nog geen volkomen zekerheid, maar hoogstens „waarschijnlijkheid" bereikt (II, 101). Om van een verschijnsel de oorzaak te vinden, stelt men een hypothese op. Nu zijn er 3 gevallen: Uit de ontkenning volgt een absurditeit. Dan is de hypothese waar en blijvend. Uit de bevestiging volgt een dwaasheid. Dan is de hypothese vals. Noch ontkenning, noch bevestiging is absurd. Dan is de hypothese twijfelachtig. „Dus", zegt Pascal, „is het niet voldoende, dat alle (bekende) verschijnselen er uit volgen, wileen hypothese evident waar zijn, terwijl er slechts één ding tegen behoefte te zijn en de hypothese is vals" (II, 99). En nu toont hij aan, dat we meestal met de derde soort te doen krijgen. Eenzelfde verschijnsel kan verschillende oorzaken hebben; een heete steen b.v. kan in het vuur of aan de zon gelegen hebben.

Zoo meent Pascal, dat als men menschelijkerwijze redeneert over de beweging van de aarde en het terugloopen der planeten, alles *volmaakt* volgt uit de hypothesen van Ptolemaeus, Tycho en Copernicus, hoewel ze toch niet alle drie wáár kunnen zijn. „Maar", roept hij uit, „wie zou zulk een diepgaande beslissing durven nemen, zonder gevaar van vergissing?" (II, 100). Pascal gaat niet dieper op dit bijzondere probleem in; zijn belangstelling voor astronomie is niet groot.

Kepler gaf van de drie astronomische stelsels toe, dat zij „in genere" gelijkwaardig waren, maar dat „in specie" die van Copernicus toch het meeste verklaarde ¹⁾. Pascal is begrijpelijkerwijs voorzichtig; een beslissend experimenteel bewijs voor Copernicus was nog niet gegeven en Kepler's motieven zijn niet volstrekt dwin-

¹⁾ Zie: R. Hooykaas, Het Hypothesebegrip van Kepler. Orgaan 1939, pag. 38—59.

gend. Kepler's conclusies uit de astronomische waarneming staan niet zuiver op empirische basis en daarom zal Pascal deze „diepgaande beslissing” niet aandurven, daar hij alleen dingen wil beweren „die onvergankelijk zijn”. Daarom zegt hij in zijn *Pensées* : „Je trouve bon qu'on n' approfondisse pas l'opinion de Copernic” (fr. 218). Dit is geen angst voor Rome. Merkwaardig is, dat juist alle „philosophische” of theologische argumentatie voor zijn weigering om een keus te doen, ontbreekt.

Hierin staat Pascal weer lijnrecht tegenover Descartes. Descartes verkondigt de bekende middeleeuwsche opvatting, dat er 3 hypothesen zijn, waarmee de astronomen alle verschijnselen verklaren, zonder te onderzoeken of ze met de waarheid overeenstemmen (*Principia philosophiae* III, 15). Een hypothese is misschien ver van de waarheid, maar er is reeds veel gedaan, als alles wat er uit volgt met de waarneming overeenstemt (*Principia* III, 44). En als hij dan in zijn hart het meest voor Copernicus voelt, weet hij een listigen uitweg te vinden om in overeenstemming met het decreet der Inquisitie te blijven.

Hoe geheel anders Pascal! Omdat er geen empirische gegevens zijn, die een beslissing toelaten, doet hij geen keuze, maar allerminst omdat hij bevreesd is. Ook pauselijke bullen kunnen zich vergissen (VII, 53). „Tevergeefs”, zoo roept hij den Jezuïeten toe, „hebt gij het decreet van Rome tegen Galilei weten te verkrijgen, want dat zal niet bewijzen, dat de aarde stil staat. Indien men betrouwbare waarnemingen had, die bewezen, dat zij draaide, dan zouden alle menschen tesamen háár niet kunnen beletten te draaien en zichzelf niet kunnen beletten mee te draaien” (VII, 54).

Het is opvallend, dat Pascal bij de astronomie niet den uitweg kiest, dat een hypothese niet de werkelijkheid behoeft uit te drukken en slechts een hulpconstructie voor de berekening is. Hij eischt de ware hypothese, maar de voorwaarden, waaraan deze voldoen moet, zijn zoo streng, dat er ternauwernood aan voldaan kan worden. Zij moet in overeenstemming zijn met alle verschijnselen en daar wij die nooit kennen, kunnen we nooit met volkomen zekerheid een ware hypothese aanwijzen. Altijd loopt men de kans, dat zij niet voldoet voor nieuwe verschijnselen. Ten tweede moet uit haar *ontkenning* een absurditeit voortvloeien: het zal niet eenvoudig zijn een dergelijke hypothese op te stellen!

Het lijkt alsof nu tòch de rede in plaats van de ervaring tot rechter in physische kwesties wordt. Klopt dit wel met Pascal's empirisme? Ja, want hij draait zijn stelling niet om en zegt niet, dat het stroken met de rede voldoende motief vóór de waarheid van een hypothese is. Er zijn meerdere aannemelijke oorzaken voor een effect te bedenken. Deductief kan de natuurwetenschap niet zijn. Het overeenstemmen met alle tot nog toe bekende verschijnselen maakt een

hypothese slechts waarschijnlijk. Streng gesproken zou in een inductieve wetenschap alleen voor waarschijnlijke hypothesen plaats zijn. Een voorbeeld hiervan zouden dan de astronomische wereldstelsels opleveren. De subtiële materie echter kan eigenlijk zelfs hiertoe niet gerekend worden; de ervaring spreekt voor het ledig (in empirische beteekenis!) en bovendien is die materie een geheel overbodige hersenschim.

5. *De inductie.*

Juist inzicht in het wezen van een inductieve wetenschap maakt Pascal voorzichtig. „In alle dingen, waarin het bewijs bestaat uit experimenten, niet uit betoogen (*expériences et non en démonstrations*), kan men slechts een algemeene uitspraak doen door volledige opsomming van alle deelen of gevallen. Diamant is het hardste lichaam, *van degene die wij kennen*” (II, 144). „De Natuur is steeds zichzelf gelijk, maar wordt niet altijd evengoed gekend. Want de ervaring, die alleen ons er het begrip van geeft, wordt dagelijks meerder” (II, 136).

Ondanks zijn empirisme beschouwt Pascal de natuur toch als een wetmatig geheel, dat op zichzelf bestaat. De wetten der natuur leeren wij steeds beter kennen: de ware wetenschap is het niet bereikte, maar voortdurend meer benaderde doel. Het nooit-af-zijn brengt hem echter niet tot skeptische berusting; hij geeft de wetenschap voorzoover wij die kennen en ziet niet af van uitspraken over haar, zooals wij reeds zagen bij het „vacuum” en de „lucht”.

Descartes meende, dat de natuurwetenschap deductief was, zooals de wiskunde. Vandaar zijn meening, dat ná hem nog wel in de breedte, maar niet in de diepte van uitbreiding sprake zou kunnen zijn. Pascal is bescheidener; juist het inductieve karakter der natuurwetenschap geeft hem een mild historisch oordeel. Lavoisier, de groote man der positieve scheikunde, verwijt zijn voorgangers, dat zij meer verondersteld dan bewezen hebben. Pascal oordeelt zachter: „De Ouden hebben eerder gebrek aan geluk in het proefnemen gehad, dan aan kracht in het redeneeren. Daarom hadden zij gelijk met te zeggen, dat het vergankelijke ondermaansch is, want in eeuwen hadden zij geen verandering aan den hemel opgemerkt, terwijl wij nu kometen zagen opvlammen en verdwijnen” (II, 141—142). „Zij hadden gelijk met te zeggen, dat de natuur geen vacuum toelaat; zij bedoelden dan: volgens alle ervaringen, die zij gehad hadden. Die toonden hen nooit een ledig, daarom ontkenden zij het. Zij hebben slechts willen spreken over de natuur in den staat, waarin zij haar kenden. Zonder hen tegen te spreken kunnen wij het tegen-gestelde beweren” (II, 143—144).

Het behoeft geen betoog, dat we hier *Pascal's* opvattingen en niet die van de Ouden hooren!

6. *De autoriteit.*

Is in Pascal's physica de ervaring dus no. 1 en de abstracte rede-
neering tweede in rang, de autoriteit gunt hij in de natuurwetenschap
in het geheel geen plaats. In fysische kwesties mogen bij de bewijs-
voering slechts redeneering en ervaring dienen, de autoriteit is daar
onnut (II, 132—134). „Welk gezag de Oudheid ook moge hebben,
de waarheid gaat voor, ook al is zij pas ontdekt, want zij is ouder dan
alle meeningen, die men over haar heeft. Men miskent haar karakter
als men meent, dat zij begonnen is in den tijd, dat men begonnen is
haar te kennen” (II, 145).

De natuur bestaat onafhankelijk van de meeningen, die de men-
schen over haar koesteren en dus stelt Pascal zich niet alleen tegen-
over het gezag der Oudheid, maar ook tegenover dat van de kerke-
lijke hoogwaardigheidsbekleeders; hun uitspraken kunnen de vast-
staande feiten niet veranderen. Niet in de natuurwetenschap, maar
ook niet in die wetenschappen, waar het er op aankomt, wat bepaalde
schrijvers geschreven hebben. Van deze laatste groep wetenschap-
pen kan men volledige kennis hebben, terwijl het onmogelijk is er
iets aan toe te voegen (II, 131).

De feitelijke inhoud van geschriften, die als bron dienen, mag
evenmin vervalscht worden als het natuurwetenschappelijk feit. Als
Pascal den Jezuïeten aangetoond heeft, hoe dwaas het is bij decreet
vast te stellen, dat de aarde stil staat, laat hij volgen: „Gij ziet dus,
pater, welken aard de feitelijke dingen hebben, waaruit volgt, dat het
onmogelijk is de 5 stellingen uit Jansenius te halen, als zij er niet in
staan” ¹⁾ (VII, 55).

De Wiskunde.

Tegenover de historische en theologische wetenschappen, die op
gezag of afgesloten bronnen berusten, stelt Pascal de wiskunde en
de natuurkunde als de wetenschappen, die door de Rede (eventueel
op grond van waarneming) gekend worden. Zij zijn voor uitbreiding
vatbaar; autoriteit is bij hen onnut (II, 131—132). In de natuur-
wetenschap speelt de Rede voor Pascal een secundaire rol; in de
wiskunde daarentegen is zij oppermachtig. Al wat Pascal aan goeds
over de Rede te zeggen weet, zegt hij in verband met de wiskunde,
die hij als „géométrie” aanduidt. Daaronder begrijpt hij behalve de
eigenlijke meetkunde ook de rekenkunde en de werktuigkunde.

Het verschil tusschen wiskunde en natuurkunde wordt reeds dui-
delijk als Pascal over definities spreekt. „Definities zijn er”, zegt hij,
„om de dingen een naam te geven, niet om hun natuur aan te duiden.

¹⁾ Vijf theologische stellingen, waarvan Pascal en de volgelingen van „Port-
Royal” ontkenden, dat zij inderdaad door Jansenius geleerd werden. Pascal be-
schouwt „jansenisme” als een constructie der Jezuïeten, waardoor zij, op geraffi-
neerde wijze de rollen omdraaiend, de „discipelen van Augustinus” van ketterij
kunnen beschuldigen.

In zakedefinities wordt reeds iets beweerd (het zijn „propositions”), zij zijn niet vrij, maar voor tegenspraak vatbaar” (IX, 253). „De meetkunde kent slechts naamdefinities (*définitions de nom*); zij zijn geheel vrij. Daarom kan alleen de wiskunde onfeilbare bewijzen geven; alle andere wetenschappen hebben van nature noodzakelijk een zekere onduidelijkheid” (IX, 242—245). Hier legt hij wel heel scherp het verschil tusschen wiskunde en natuurwetenschap uit: het voordeel der wiskunde is, dat zij zelf a.h.w. de regels van het spel bepalen kan, terwijl de menselijke geest in de natuurwetenschap staat tegenover een gegeven, dat niet zijn eigen schepping is. De wiskunde kan dus veilig deductief te werk gaan en echte bewijzen geven; de natuurwetenschap is hiertoe niet in staat, zij levert slechts bewijzen door experimenten, zonder daarmee logisch geheel doorzichtig te zijn. Roberval, met wien Pascal in nauwe betrekking stond, zegt, dat de wiskunde boven de physica staat, „want zij heeft wat de physica ook heeft: dat zij is wáár, onbewegelijk en onoverwinnelijk, maar zij is niet zoo „cachée aux hommes”” (II, 50).

„De beste methode om de waarheid te vinden”, zegt Pascal, „is dus de geometrische”. Echter is het nog niet de ideale methode! Deze wordt ons nu geschilderd: „De ware verklaring zou zijn, alles te definieeren en alles te bewijzen. Nooit is deze methode uit te voeren, want „ce qui passe la géométrie, nous surpasse””.

Alles definieeren en alles bewijzen is volgens Pascal „absoluut onmogelijk”, daar de grondbegrippen waarvan de menselijke redeneering uitgaat, onverklaarbaar zijn. „Daarom is de mensch in een natuurlijke en onveranderlijke onmacht om eenige wetenschap op volmaakte wijze te behandelen” (IX, 246).

De wiskunde komt er het dichtste bij, hoewel zij haar axioma's niet kan bewijzen (II, 91) en haar voornaamste objecten niet kan definieeren (IX, 249). Deze moeten dus verondersteld worden, maar toch blijft de wiskunde volgens Pascal „volmaakt waarachtig”, daar zij slechts dingen veronderstelt, die „klaar” zijn en door „natuurlijk licht” vast staan (IX, 246).

Volgen we nu Pascal's beschouwing over de ondefinieerbare objecten: tijd, beweging (in de mechanica), getallen (in de arithmetica) en ruimte (in de geometrie). Hiervan geeft de wiskunde geen zakedefinities, die eigenlijk stellingen zijn, maar slechts naamdefinities, die geheel vrij zijn. Zou men een poging tot definieering der grondbegrippen toch ondernemen, dan zou er meer duisternis dan licht ontstaan; men zou vervallen in de dwaasheid van een woord met hetzelfde woord te definieeren, zooals bij de definities van het Zijn het geval is (Het Zijn is.....) of bij Noël's definitie van het licht. De „natuur” komt echter tegemoet aan het feit dat er ondefinieerbare dingen zijn: zij geeft allen menschen een idee van hetzelfde object bij gebruik van hun namen en geeft dan zonder verdere

woorden een helderder begrip dan alle verklaringen zouden kunnen doen. De eenvoudige objecten der wiskunde hebben dus een evidentie, die niet de overtuigkracht van bewijzen heeft (immers de Rede ziet niets in), maar er al de zekerheid van bezit. Zoo is alles wat de wiskunde ons voorstelt volmaakt zeker, of door „lumière naturelle” of door bewijzen (IX, 254).

Ook de axioma's staan voor Pascal vast door „natuurlijk licht”. Zij zijn zeker, als zij zich zoo duidelijk aan den geest opdringen, dat deze niet twijfelen kan, b.v. als men bij gelijke dingen andere gelijke dingen voegt zijn ook de sommen gelijk. De dingen, die door onfeilbare consequentie uit die axioma's door bewijzen (démonstrations) volgen, zijn ook zeker, zooals: drie hoeken van een driehoek zijn gelijk aan twee rechte hoeken. Alle andere stellingen zijn onzeker (II, 91). Dus ook die van de natuurwetenschap (voorzoover Pascal hen niet als directe feitelijke gegevens beschouwt) hebben geen volkomen zekerheid. De axioma's der wiskunde, die noodzakelijke, „natuurlijke” grondslagen zijn, zijn wellicht voorbeelden van wat Pascal onder een ware hypothese verstaat. Als hij de mathematische speculaties van een Kepler ¹⁾ gedeeld had, zou hij eerder gemeend hebben ook in de natuurkunde „ware hypothesen” te bezitten!

In de wiskunde kent Pascal aan de Rede een groote plaats toe. Maar ook die buitengewoon logische wetenschap kan tenslotte niet verder en komt voor ondefinieerbare grondbegrippen te staan. Eerst van deze uitgaande is de verdere ontwikkeling rationeel: „Les principes se sentent, les propositions se concluent” (fr. 282). De door hem eerst op den troon gezette Rede wordt tenslotte gesteund door de „natuur”: „De natuur schraagt de onmachtige rede” (fr. 345; „la nature le soutenant au défaut du discours”, IX, 246).

Dit illustreert Pascal bij voorkeur aan het oneindige. Volgens hem overtuigt de natuurlijke klaarheid van het oneindig groote en het oneindig kleine ons meer dan een lange verhandeling. Omdat men zich oneindige deelbaarheid niet kan *voorstellen*, meent men dat ze ook onmogelijk is. Maar de mensch is geneigd te ontkennen wat onbegrijpelijk is (IX, 259). Echter „al wat onbegrijpelijk is, houdt nog niet op te zijn”, zegt Pascal in zijn Pensées over het getal oneindig (fr. 430). Zoo is hij ook daar waar hij eerst rationalist lijkt te zijn, tenslotte toch empirist en realist ²⁾.

¹⁾ R. Hooykaas: Het hypothesebegrip van Kepler. Orgaan 1939, p. 50.

²⁾ Niet te ontkennen valt, dat in „De l'esprit géométrique” groote overeenkomst is met Descartes' opvattingen over de grondslagen der wiskunde. Maar het „natuurlijk licht” is bij Pascal niet souverain; hij staat dichter bij Augustinus dan bij Cartesius. Buiten de zuivere wiskunde komt het verschil echter zeer duidelijk uit, daar Pascal de wiskundige zekerheid alleen in de wiskunde zelf erkent. Cassirer's opvattingen (Das Erkenntnisproblem) over Pascal en Descartes kunnen wij op verschillende punten niet deelen.

De overredingskunst moet volgens Pascal geometrisch van methode zijn: „buiten de wiskunde en hetgeen haar nabootst zijn er geen ware bewijsvoeringen" (IX, 287). De geometrische waarheden zijn „toutes naturelles et à notre portée" (IX, 228). „Natuurlijk" en „binnen ons bereik" wil voor hem allerm minst zeggen, dat zij nu allen begrijpelijk of doorzichtig zijn. Slechts dat wij zóó geschapen zijn, dat we ons tegen deze waarheden niet verzetten kunnen. Deze meetkundige regels (bewijzen en axioma's) worden ontvangen in de ziel door „esprit" en „coeur". De „geest" aanvaardt de bewijzen, het „hart" de grondbeginselen (principes).

Het lijkt alsof Pascal, door als laatste ken-orgaan het „hart" te stellen, eigenlijk een „gevoel" als grondslag verkiest boven de Rede. Maar hij is zich er wel degelijk van bewust, dat gevoelens (sentiments), aan onze rijke verbeelding ontsproten, niet in de wetenschap thuis behooren: „De menschen houden dikwijls hun verbeelding voor hun hart" (fr. 275). En dan is er altijd nog de verdorven wil van den mensch: „er zijn zelfs dingen, die de geest zou moeten toegeven, de verdorven wil echter weigert" (IX, 275). „Buiten de geometrie zijn er bijna geen waarheden waarover wij het altijd eens blijven", zegt hij, „en dáárom moet de overredingskunst geometrisch van methode zijn" (IX, 277) en slechts axioma's gebruiken, die volkomen evident zijn uit zichzelf.

Merkwaardig is, dat Pascal dus niet veronderstelt, dat de verdorven wil van den mensch ook de „natuurlijke" grondbeginsels zal vervalschen in de wiskunde: de wiskunde is het eenige gebied waar het „hart" goed functionneert. Leibniz, die in het algemeen veel gunstiger over de menschelijke natuur denkt, zegt, dat als de mensch er belang bij had, hij ook de grondslagen der wiskunde vervalschen zou. Overigens heeft Leibniz een grooter vertrouwen in de Rede dan Pascal; het argument der oneindigheden zal hij juist in tegenovergestelden zin uitleggen. Het feit, dat wij het oneindige op rationeele gronden moeten aanvaarden, is voor hem aanleiding het oneindige nu ook als aan de ratio onderworpen te beschouwen (IX, 280). Voor Pascal is het oneindige onbegrijpelijk voor de Rede, maar ontkenning van het oneindige zou tot absurditeit voeren, het eene is hóven de Rede, het andere er tégen. De Rede kan dus tusschen twee tegengestelden, die buiten haar bevassing liggen, helpen beslissen, zonder hen daarmee te beheerschen.

De grenzen der wetenschap.

1. *De grenzen der natuurwetenschap.*

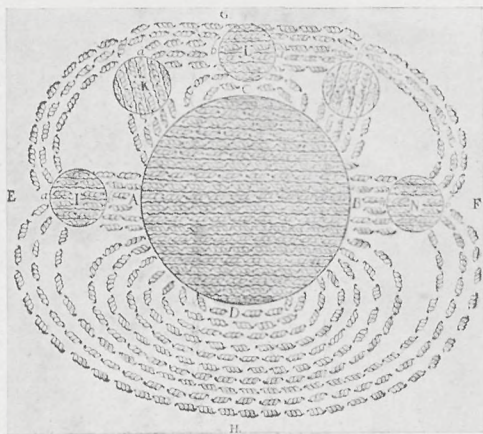
Uit het voorgaande wordt wel duidelijk, hoezeer Pascal de aanmatiging van den mensch in de wetenschap haat. Van het denkbeeld, dat de menschelijke Rede in staat zou zijn apriori een natuurwetenschap op te bouwen, is hij steeds meer afkeerig geworden. Hij zag met

ergernis hoe in de wetenschap van zijn dagen, hetzij peripatetisch, hetzij cartesiaansch, de Rede haar perken te buiten ging. Hij had zeker het plan in zijn „Apologie van den Christelijken godsdienst” een hartig woord aan de valsche aanspraken der z.g. wetenschap te wijden, getuige de losse notities „vanité des sciences” (fr. 67) en „une lettre de la folie de la science humaine” (fr. 74). De filosofen — en daaronder begrijpt Pascal naar de gewoonte van die dagen ook de physici — met hun systeemzucht, maken maar thesen en antithesen en gelijken daardoor op hen, „die blinde vensters in een huis maken terwille van de symmetrie” (fr. 27). Alles meenen zij te kunnen verklaren, nooit zitten zij om een antwoord verlegen, maar wat weten zij met al hun prachtige stelsels eigenlijk van de ziel, of — als dat te hoog is — van de stof? „Qu'en ont-ils connu, ces grands dogmatistes qui n'ignorent rien?” (fr. 73). Als Pascal in zijn *Traité de l'Equilibre des Liqueurs* verteld heeft, dat de pomp-makers reeds lang wisten, dat water niet tot willekeurige hoogte opgepompt kan worden, dus dat die z.g. afschuw voor het ledig eerst op een bepaalde grens begint te werken, dan roept hij schamper uit: „De simples Artisans ont été capables de convaincre d'erreur tous les grands hommes qu'on appelle Philosophes” (III, 263). Tegenover hun wijsneuzige, alwetende filosofie past slechts spot: „Se moquer de la philosophie, c'est vraiment philosopher” (fr. 4).

Met zijn vriend Roberval schijnt Pascal vooral de afkeer van Descartes' systeem te deelen. Descartes was voor hem het afschrikwekkend voorbeeld hoe ver de Rede gaan kan met haar soepele, oncontroleerbare, aannemelijke verklaringen, daar hij voor elk gat wel een spijker wist. Pascal's nicht, Marguërite Périer, zegt: „il ne pouvait souffrir sa manière d'expliquer la formation de toutes choses, et il disait très souvent: Je ne puis pardonner à Descartes, il aurait bien voulu, dans toute sa philosophie, se pouvoir passer de Dieu” (fr. 77; *Pensées* I, 98).

In zijn *Principia philosophiae* verklaarde Descartes het ontstaan van alle dingen tot in bijzonderheden met de mechanische theorie. In het algemeen wil Pascal het mechanisme als verklaringsbeginsel wel aanvaarden; hij is echter nuchter genoeg om in te zien, dat men nog niet in staat was in details te treden: „Descartes. — Men moet in het algemeen zeggen: Dat geschiedt door vorm en beweging — want dat is waar. Maar om te zeggen welke en de machine in elkaar te zetten, dat is belachelijk en onzeker en lastig” (fr. 79). Dit was juist wat Descartes deed. Om b.v. het magnetisme te verklaren, nam hij aan, dat er deeltjes waren, die een vorm en beweging hadden, waaruit de magnetische verschijnselen zouden kunnen volgen, zonder dat toetsing van deze hypothese mogelijk was (zie fig. 4). Zoo ging het bij elke groep van verschijnselen.

Als daarom Pascal in Noël laakt, dat hij materies ter verklaring



Cartesiaansche verklaring van het magnetisme *).

uitdenkt, met eigenschappen, die zoo uitgerekend zijn, dat er waarheden uit volgen, die tevoren reeds evident waren en dat aldus eh en vloed en magnetisme gemakkelijk te „verklaren” zijn, dan raakt hij zijdelings ook Descartes (zie II, 96, 98).

Volgens Menjot (1689) qualificeerde Pascal het systeem van Descartes als een „Roman de la Nature” (Pensées I, 97).

Pascal reconstrueert niet hoe de wereld wel ontstaan zou kunnen zijn, om daarna in zijn eigen verbeeldingen te gelooven; hij wil haar slechts waarnemen zooals ze nu is en er zooveel mogelijk wetmatigheden in vaststellen. De natuurwetenschap is voor hem inductief en empirisch, daarom mag men er niet te veel uit willen halen (*Écrire contre ceux qui approfondissent trop la science*, fr. 76). Dit inductieve karakter brengt volgens hem mee, dat — in tegenstelling met de theologie — haar domein zich steeds uitbreidt, zoodat de menschelijke geest het natuuronderzoek steeds als een nog niet vervulde taak zal blijven zien. De natuur in haar oneindigen rijkdom, gunt ons geen rust. De menschelijke geest „se lassera plutôt de concevoir, que la nature de fournir” (fr. 72).

Daar wij het „geheel” niet kennen zal het onbegonnen werk zijn een sluitend systeem op te bouwen. Dit geldt natuurlijk met meer nadruk, naarmate we verder in den tijd teruggaan en de gegevens dus beperkter zijn.

*) Magnetisme verklaart Descartes door rechts- en linksgewonden schroefvormige deeltjes (*particulae striatae*) aan te nemen. De aarde (en ook een stuk ijzer, vooral als het een magneet is) heeft, in de richting van haar as, gegroefde gangen, door welke die deeltjes slechts in één richting kunnen gaan. De eene soort treedt in aan de noordpool, de andere aan de zuidpool.

„Hoeveel sterren zijn er na uitvinding van den verrekijker ontdekt, die tevoren niet bestonden voor de filosofen? Men verweet de H. Schrift, dat zij hun aantal zoo groot noemde en zei: er zijn er slechts 1022 (n.l. in den catalogus van Ptolemaeus!)..... De kruiden, die er op aarde zijn, zien wij wèl, maar vanaf de maan ziet men hen niet. Op die grasjes zijn weer haren en daarop weer..... enz. De verbindingen (mixtes) bestaan uit elementen en een element..... neen!” (fr. 266). Volgens de redeneering der peripatetici zijn er 4 elementen, die volstrekt onontleedbaar zijn. Maar Pascal erkent slechts ervaring: „Welk een aanmatiging” roept hij uit, „hoe weten wij wat in den schoot der natuur nog voor ons verborgen ligt?” (fr. 266).

Maar al is het nu mogelijk, dat er meer is dan wij waargenomen hebben, daarom moeten wij nu evenmin over dat onbekende stellige uitspraken doen (fr. 260). Pascal neemt het standpunt in: zoolang ik niet kan aantonen, dat iets er wèl is, neem ik aan, dat het er niet is. Natuurlijk is dit niet bevredigend; wij erkennen onze onmacht niet gaarne. Alle hoop voor de toekomst wordt hiermee echter niet afgesneden, want wiskunde, natuurkunde, medicijnen, worden met den tijd en de aan hen bestede moeite meer volmaakt (II, 131—132). Maar hij verkiest géén verklaring boven een voorbarige. Al die materies voor magnetisme, licht, enz. zijn voor hem slechts een toevlucht voor onze onwetendheid.

De ervaring getuigt, dat er een ledig is. Maar, roept men uit, ik kan niet *begrijpen*, dat iets ledig zijn kan! Daar zit nu eigenlijk de wortel van de hypotheziekte, zoowel bij de scholastici als bij de cartesianen. De Rede wil er niet aan, dat zij de natuur niet geheel zou kunnen doorzien en tracht daarom vóór de tijd daartoe gekomen is, een systeem op te bouwen, dat niet op experimenteele, maar op rationeele argumenten rust. Dezelfde trotsche Rede wil er niet aan, dat er bepaalde gegevens zijn, die zij niet kan begrijpen en komt dan met dwaze definities als „licht is een beweging der lichtmaterie”.

„De natuur van het licht is onbekend”, zegt Pascal, „men kan haar niet definieeren; de definities voldoen niet aan hen, die tastbare waarheden (die dus experimenteel verifieerbaar zijn) zoeken”. Hij spreekt over „het weinigje kennis, dat wij hebben van de natuur der dingen” (II, 93, 94).

Men zei in Pascal's tijd: de elementen (water, lucht) hebben geen gewicht in eigen milieu, daarbuiten wel. Maar dit is volgens hem weer de eigenaardige methode van den mensch om zijn onwetendheid te bedekken. „Omdat men niet *begrijpen* kon, waarom men het gewicht van een element in eigen milieu niet voelt, heeft men gezegd, dat die stof dan geen gewicht had, zodoende eigen ijdelheid bevredigend door de waarheid te vernietigen” (pour satisfaire leur vanité par la ruine de la vérité, III, 260). Inderdaad: het is interessanter

alles te begrijpen. Maar we hebben experimenteele gegevens allereerst te aanvaarden, ook al zijn zij onbegrijpelijk. Wat onbegrijpelijk is, houdt daarom nog niet op te zijn; dat is Pascal's diepste overtuiging.

2. *De grenzen der wiskunde.*

Ook in de wiskunde handhaaft Pascal zijn grondstelling, dat wij het onbegrijpelijke moeten aanvaarden. We zien dit bij de behandeling van het oneindige in „*De l'esprit géométrique*”: „Omdat men zich oneindige deelbaarheid niet kan voorstellen, meent men, dat die ook niet kan bestaan. Maar de mensch is geneigd te ontkennen wat onbegrijpelijk is. Het is een natuurlijke ziekte van den mensch te meenen, dat hij steeds de waarheid direct bezit, terwijl hij uit zichzelf eerder tot de leugen geneigd is. De Rede kan dus het oneindige niet bewijzen, maar zij kan wel bewijzen, dat de ontkenning ervan onjuist is. Dan is de eerste meening, hoe onbegrijpelijk ook, toch wáár” (IX, 259). Het bewijs der waarheid moet hier dus noodgedwongen vervangen worden door de ontkenning der dwaling!

Pascal vervalt daarmee niet tot irrationalisme; neen, de Rede zelf moet erkennen, dat oneindige deelbaarheid voor haar slechts onbegrijpelijk, haar tegengestelde — de eindige deelbaarheid — echter niet alleen boven-redelijk, maar ook anti-redelijk is. Zoo vraagt Pascal zich af: „kunnen twee indivisibilia elkaar raken?” Raken zij elkaar overal, dan zijn zij identiek; raken zij elkaar niet overal, dan hebben zij dus deelen. Deze stelling is even onbegrijpelijk als de andere, „laat men dus erkennen, dat wij niet door ons vermogen om de dingen te begrijpen hebben te oordeelen over hun waarheid, want hoewel deze twee tegengestelden beiden onbegrijpelijk zijn, is toch noodzakelijkerwijs zeker, dat één van de twee waar is”.

Het oneindig groote en kleine worden door Pascal dus op dezelfde wijze behandeld als de onverklaarbare feiten in de natuur; zij zijn voor hem ook „*faits naturels*” (fr. 231): „Laat dit „*effet de nature*”, dat u van tevoren onmogelijk leek, u doen weten, dat er nog andere kunnen zijn, die gij nog niet kent”, zegt hij bij de behandeling van een dergelijke kwestie en hij laat er op volgen: „Trek nu niet de conclusie uit uw leertijd, dat er u niets te weten overblijft, maar juist dat u oneindig veel te weten overblijft” (fr. 231). Dat is wat voor de volgelingen van Descartes en van Aristoteles, den „meester van allen, die *wéten*”. Zij worden weer in de schoolbank gezet (*apprentissage*!) en dat terwijl zij meenen zoo ver gevorderd te zijn in hun rationeele wereldverklaring.

De titels van hun werken, zooals „*De omni scibili*” en „*Des principes de la philosophie*” (vgl. Descartes: *Principia philosophiae*, 1644) zijn volgens Pascal reeds aanmatigend (fr. 72). Juist de beginselen zijn het, die wij eenvoudig te aanvaarden hebben, die door veel gepraat eer verduisterd dan verhelderd kunnen worden. „Onze

ziel is geworpen in het lichaam, waar zij getal, tijd en dimensies vindt. Zij redeneert daarover en noemt dat natuur, noodzakelijkheid, en zij kan niets anders gelooven" (fr. 233). Evenals met de empirische feiten uit de natuurwetenschap staat het dus met de grondslagen der wiskunde; de Rede heeft niets in te brengen, het „hart" getuigt van hun waarheid. „Wij kennen de waarheid niet alleen door de Rede, maar ook door het Hart en op deze laatste wijze kennen wij de grondbeginselen. Het is te vergeefs, dat de redeneering, die er geen deel aan heeft, hen tracht te bestrijden" (fr. 282).

Al zijn deze grondslagen onbegrijpelijk, toch is de zekerheid, die het hart van hen heeft, niet minder dan verstandelijke zekerheid. Evenals de natuurwetenschap moet ook de wiskunde tenslotte stilhouden: de een voor feiten, die — hoewel onverklaarbaar — toch evident zijn, de ander voor axioma's en ondefinieerbare objecten, die — hoewel onverklaarbaar — toch evident zijn. Zoo eindigt ook in de wiskunde Pascal weer bij zijn stelling: „tout ce qui est incompréhensible, ne laisse pas d'être" (fr. 430). Dit geldt bij hem gelijkelijk voor de natuurkunde (vacuum, voortplanting van het licht, magnetisme), de wiskunde (het oneindige, de axioma's) en de religie (God, zondeval, verlossing).

Daarom moet de Rede zich niet inbeelden de volle werkelijkheid te kunnen omvatten: „wij kunnen onze begrippen opblazen (enfler)... maar wij brengen slechts atomen voort, ten koste van de werkelijkheid der dingen" (fr. 72), d.w.z. als de Rede al te diep wil graven, schiet ze haar doel voorbij en haar resultaten dekken de werkelijkheid niet. Pascal acht de Rede zeer hoog; hij vernedert haar slechts als zij de alleenheerschappij opeischt. Want er zijn er drie, die samenwerken bij het tot stand komen van onze kennis: de zintuigelijke waarneming, de rede en het hart. Daarom alleen reeds is de rede niet oppermachtig. Steeds staat voor Pascal de concrete werkelijkheid boven de abstracte rede, het Zijn boven het Begrip, dat wij er van hebben of meenen te hebben.

Pascal komt reeds op voor de volle werkelijkheid tegenover de abstractie-methode der natuurwetenschap, die, haar grenzen overschrijdend, de geheele wereld aan zich onderworpen denkt te zijn en wat zich niet gewillig schikt als onbelangrijk terzijde schuift. Met Descartes begonnen, heeft dit verkeerd gebruik van de natuurwetenschap zijn hoogtepunt bereikt in de 19e eeuw. Pascal daarentegen geeft aan onmiddellijke ervaring en inzicht hun recht naast de abstraheerende, zuiver verstandelijke wereldbeschouwing.

De natuurlijke religie.

In zijn laatste jaren ging Pascal's belangstelling geheel uit naar het geestelijk leven. De natuurkunde beschouwde hij als onnut en zelfs de wiskunde, die toch wel zijn voorkeur had, werd losgelaten.

In Augustus 1660 schrijft hij aan Fermat, dat hij de geometrie, hoewel „le plus haut exercice de l'esprit", zoo onnut acht, dat hij er geen twee stappen meer voor zou doen. Wel had hij er voor een jaar of twee zich nog mee bezig gehouden, maar dat was om een heel bijzondere reden en nu hij daaraan voldaan had, zou hij er waarschijnlijk nooit meer aan denken (X, 4). Die bijzondere reden tot zijn laatste wiskundig werk was, dat hij daarmee de wereld kon toonen, dat een geloovige wetenschappelijk niet onmachtig is, dat een buigen van het verstand geen vermindering van het verstand meebrengt.

Zijn levensdoel werd geheel op het innerlijk religieuze gericht; naar buiten stelde hij zich nog slechts als taak een verdediging van den christelijken godsdienst te schrijven, om een geslacht, dat innerlijk van God vervreemd was en in vormendienst of libertinisme zijn heil zocht, den weg terug naar Christus te wijzen. Men is gewoon zijn „definitieve bekeering" als een geheele omzetting van zijn denkwijze te beschouwen. Wij meenen echter, dat slechts de nadruk anders gelegd wordt, maar dat zijn uitingen over natuurwetenschap, wiskunde en religie uit zijn begintijd niet in tegenspraak zijn met de „Gedachten". Alleen worden zij in de „Pensées" niet met een wetenschappelijk doel uitgesproken. Zijn waardeering voor de wetenschap is niet zoozeer kwalitatief als wel kwantitatief veranderd.

1. *Natuur en mensch.*

Wanneer wij Pascal's wetenschappelijke geschriften zoowel als de *Pensées* overzien, dan valt ons op, dat hij, die toch streng geloovig was, nergens de wetenschap krachtig laat wijzen naar den Schepper, zooals zooveel natuuronderzoekers van minder strenge orthodoxie tot op den huidigen dag wel doen. Alleen in „*De l'esprit géométrique*" zinspeelt hij er op, dat de twee oneindigheden, waar-tusschen wij geplaatst zijn, ons kunnen leeren onszelf op de juiste waarde te schatten en overpeinzingen te houden, die meer waard zijn dan heel de verdere wiskunde (IX, 270).

Als Pascal nu in zijn *Pensées* de balans opmaakt van hetgeen natuurwetenschap en natuurlijke kennis in het algemeen (*connaissances naturelles*) den mensch leeren, dan staat wel vast, dat zij *indirect* naar God wijzen. Zouden zelfs deze wetenschappen niet waar zijn, dan is er in het geheel geen waarheid in den mensch; zijn zij het wel, dan vindt hij er alle reden tot vernedering in (fr. 72).

Pascal toont ons, dat al ons kennen slechts ten deele is, dat ten opzichte van het oneindig vele, dat gekend moet worden, hetgeen wij weten in het niet valt, zooals de langste tijdsduur ons geen stap dichterbij de eeuwigheid brengt. „Laat daarom de mensch, voor hij zich in natuurwetenschappelijk onderzoek verdiept, eerst eens ernstig en op zijn gemak de Natuur en ook zichzelf beschouwen" (fr. 72). En dan grijpt Pascal weer naar zijn geliefkoosde voorbeeld: Het oneindige

doet den mensch duizelen. De aarde is slechts een punt in ons zonnestelsel, dat slechts een punt is in het heelal, voorzoover wij het kunnen waarnemen. Hier houdt onze waarneming op, maar de gedachte gaat verder; de natuur reikt evenwel nog veel verder dan onze stoutste verbeelding, „elle se lasserà plutôt de concevoir, que la nature de fournir”. Een ander wonder: het kleinste insect heeft pooten, met aderen, daarin bloed, daarin vochten, daarin droppels, enz., en het kleinste dat wij ons kunnen voorstellen is weer een nieuwe afgrond, wellicht een nieuw zonnestelsel. Ons lichaam, dat niets is ten opzichte van het heelal, is tegenover het oneindig kleine zelf een heelal. Zoo zweven wij tusschen twee afgronden, het oneindige en het niet, en wie zich hier goed van bewust geworden is, zal sidderen voor deze wonderen en „ik denk dat zijn nieuwsgierigheid in bewondering zal veranderen, zoodat hij eerder geneigd zal zijn hen in stilte te beschouwen dan hen met aanmatiging te doorvorschen”.

„De mensch kent slechts het midden, in eeuwige wanhoop het begin en het einde der dingen te kennen. Doordat men deze beschouwingen achterwege laat, is de mensch de natuur gaan onderzoeken alsof hij er evenredigheid (proportion; het Duitsche „Angemessenheit”) mee had” (fr. 72). „Hij heeft de *beginselen* der dingen willen begrijpen om, daarvan uitgaande, er toe te komen alles te kennen, door een aanmatiging, oneindig groot als haar object, de natuur” (fr. 72). Klaarblijkelijk denkt Pascal hier weer aan de deductieve wetenschap, die meent, dat wij de beginselen der natuur door de rede kennen en daarvan uitgaande nu alle verschijnselen kunnen begrijpen. Duidelijk stelt Pascal er zijn inductieve opvatting van de wetenschap tegenover: „alle wetenschappen zijn oneindig in de uitgestrektheid van hun nasporingen, ook de wiskunde”, zegt hij. Dan moet het ook inderdaad onmogelijk zijn, alleen reeds daarom, dat wij een volledige kennis kunnen bereiken, want „als wij onszelf beschouwen, zien wij, dat ons begripsvermogen in de orde der intelligibele dingen denzelfden rang heeft als ons lichaam in de ruimtelijke natuur” (fr. 72) en daarom liggen het oneindig groote of het geheel zoowel als het oneindig kleine of het niet buiten onzen gezichtskring.

Steeds, als wij een fundament gelegd hebben, vraagt ook dit weer om een fundament: „elk eindpunt, waaraan wij ons willen vasthechten, breekt onder ons af, ontsnapt aan onzen greep, ontglipt ons en vlucht met een eeuwige vlucht (il échappe à nos prises, nous glisse et fuit d'une fuite éternelle). Dit is onze natuurlijke toestand, maar juist deze is het meest in strijd met onze neigingen; wij branden van verlangen een stevige basis te vinden om er een toren op te bouwen, die tot in het oneindige reikt. Maar het fundament scheurt en de aarde opent zich tot den afgrond”. Hier schildert Pascal op voortreffelijke wijze het eeuwige zoeken van den mensch om te begrijp-

pen, geheel en al, zich a.h.w. te dringen in het wezen der dingen; het zoeken naar den steen der wijzen, dat altijd weer „bijna” zijn vervulling vond, maar steeds weer op ontnuchtering uitliep en een jacht naar den horizon bleek te zijn.

De volstrekte kennis is alleen bij God, vandaar dat Pascal in het streven der filosofen een goddelooze aanmatiging ziet: „gij zult zijn als God”. Het beeld van den toren kiest hij wel met de gedachte aan den torenbouw van Babel. „Slechts de Schepper van deze wonderen begrijpt hen: niemand anders kan dat”. „Als men goed onder-richt (instruit) is, begrijpt men dat, waar de natuur haar beeld en dat van haar Schepper in alle dingen gegrift heeft, zij bijna allen iets van haar dubbele oneindigheid hebben”. Daarin ziet Pascal dus een der oorzaken, dat het onmogelijk is de natuur geheel te begrijpen.

Maar als de mensch tot de erkenning gedwongen is, dat het *geheel* buiten zijn bereik ligt, dan zal hij misschien nog de eerezucht koesteren tenminste de deelen waarmee hij „evenredigheid” heeft te kennen. We kunnen haast wel voorspellen, hoe Pascal hierop antwoorden zal. Het inductief karakter van de natuurkennis laat toch altijd de mogelijkheid open van verrassende nieuwe inzichten, die hun terugslag zullen hebben op onze opvatting over de reeds bekende dingen. Het groeien in de breedte van de natuurwetenschap, dat juist een zijner lievelingsdenkbeelden is, brengt ook een groeien in de diepte mee. Van een *kennen* in de strengste beteekenis van het woord kan dus ook bij een „deel” geen sprake zijn, zoo lang het „geheel” niet gekend wordt. En Pascal's antwoord luidt dan ook: „De deelen van de wereld hebben een dergelijke betrekking tot elkaar en zijn zoo nauw aaneengeschaald, dat ik het onmogelijk acht het een te kennen zonder het ander en zonder het geheel en evenzoo het geheel te kennen zonder de deelen”.

Daar komt dan nog bij, dat de dingen eenvoudig zijn en de mensch samengesteld is uit twee tegengestelde naturen: ziel en lichaam. „En daarom kunnen wij de dingen niet zuiver opvatten, maar kleuren wij hen met onze eigenschappen (nous les teignons de nos qualités), over materiele dingen op geestelijke wijze sprekend (vrees voor het ledig; neiging om te vallen) of omgekeerd (beweging en plaats van een geest)..... En dan is het allergrootste en onbegrijpelijkste wonder de mensch zelf, want wij begrijpen niet wat materie is en nog minder wat geest is en allermint hoe die twee vereenigd kunnen zijn” (fr. 72).

„Dit alles moest voldoende zijn om den mensch zijn aanmatiging te laten varen, indien de Rede tenminste redelijk was (fr. 73). Zij is redelijk genoeg om te erkennen, dat zij nog geen stevige basis gevonden heeft, maar zij wanhoopt niet deze te bereiken en zij is even vurig als ooit in de jacht daarnaar en verzekert zichzelf de kracht te bezitten, die noodig is voor deze verovering” (fr. 73).

Aarzelend en slechts ongaarne zal aan God een plaats ingeruimd worden in deze menselijke systemen, die „niets niet-weten!" En daarom kan Pascal het Descartes niet vergeven: „hij zou zoo graag in zijn heele filosofie het zonder God gedaan hebben, maar hij heeft niet kunnen nalaten Hem een vingerknip (*chiquenaude*) te laten geven om de wereld in beweging te brengen; daarna heeft hij met God niets meer te maken" (fr. 77).

De natuurbeschouwing zou den „dogmatischen" mensch zijn zekerheid over zichzelf moeten ontnemen. Als zijn verkeerd gerichte wil zich niet verzette zou dit besef van leegte, dit verlies der valsche zelfverzekerdheid, hem tot God kunnen drijven. Dit is het „indirecte" wijzen naar God door de wetenschap, juist in haar begrensdeheid en onmacht!

We zagen echter, dat Pascal den menschelijken hoogmoed en trotschen wil sterker acht dan Pascal's betoogkracht en dat, indien God's genade den wil niet ombuigt, hoogstens een aarzelende en gereserveerde toestemming, als regel een optimistische houding („we zijn er nog niet heelemaal") het gevolg zal zijn. Inderdaad: de torenbouwers van Babel laten zich niet ontmoedigen en met denzelfden haast aandoenlijken ijver bouwen zij een nieuw systeem op de puinhoopen van het oude.

2. God en de Natuur.

Wijst nu de natuur ook niet *direct*, op meer positieve wijze naar God? — Dat is nu juist het verontrustende: „Waarheen ik ook kijk in de natuur, ik vind slechts duisternis en reden tot twijfel en onrust", zegt Pascal als hij den mensch, die God zoekt, sprekend inleidt. „Zag ik niets dat op een Godheid wees, dan zou ik dus kunnen ontkennen; zag ik overal de merkteekenen van een Schepper, dan zou ik in vrede rusten in het geloof. Maar ik zie te veel om te ontkennen en te weinig om zeker te zijn: ik ben in een beklagenswaardigen toestand; als er een God is, die de natuur onderhoudt, dan wenschte ik wel, dat dit ondubbelzinnig te kennen gegeven was of anders liever alle merkteekenen ontbraken" (fr. 229). Deze ongeloofige is Pascal blijkbaar sympathiek; hij is de eerlijke agnosticus. Maar nu komen de godsdienstige menschen en als zij de ongeloofigen toespreken „is hun eerste hoofdstuk de Godheid te bewijzen door de werken der Natuur" (fr. 242). „Ik bewonder de stoutmoedigheid waarmee die menschen het ondernemen over God te spreken", zegt Pascal. „Ik zou mij er niet over verbazen als zij zoo tot de *geloovigen* spraken, want voor hen is alles wat zij zien het werk van den God, dien zij aanbidden. Voor hen echter in wien dit licht gedooft is en die toch in de natuur naar licht zoeken, is slechts duisternis te vinden. Tegen hen te zeggen, dat zij slechts het geringste der dingen om ons heen behoeven aan te zien, om God duidelijk

waar te nemen en hen als alle bewijs voor dit belangrijke probleem den loop van maan en planeten te geven, dat moet hen toch wel den indruk geven, dat de bewijzen voor onzen godsdienst erg zwak zijn. De Rede en de Ervaring leeren mij, dat niets geschikter is de minachting voor onze religie in hen te doen ontstaan" (fr. 242).

„Maar zegt ge dan zelf niet, dat de hemel en de vogelen God bewijzen? En zegt uw religie het dan niet? — Neen, want dit geldt slechts voor degenen wien God het licht schenkt!" (fr. 244). „Indien de wereld bestond om den mensch over God te onderwijzen, zou zijn Godheid er aan alle kanten onbetwistbaar uitstralen..... Wat wij zien is noch een totale uitsluiting, noch een duidelijke aanwezigheid (fr. 556). God, zooals wij Hem uit de natuur kennen, is een verborgen God" (fr. 194, fr. 242). Een Godsbewijs uit de natuur of de natuurwetenschap is volgens Pascal dus *onzeker*.

Maar het is ook *onnut*. „Wanneer een mensch ervan overtuigd zou zijn, dat de verhoudingen der getallen immaterieele, eeuwige waarheden zijn, afhankelijk van de eerste waarheid, waarin zij bestaan, die men God noemt: hij zou niet veel verder gekomen zijn voor zijn heil" (fr. 556). Het deïsme met zijn God „*simplement auteur des vérités géométriques et de l'ordre des éléments*" acht Pascal bijna even ver van de ware religie als het atheïsme.

Daarin heeft Pascal gelijk; men bewondert zijn eigen Rede in wat men nog wel zoo goed is te beschouwen als de schepping van de hoogste Rede. De wiskunde en de natuurwetenschap, als zij goed opgevat worden en waarlijk redelijk trachten te zijn, ontronen echter de Rede: „De laatste stap der Rede is haar erkenning, dat er een oneindig aantal dingen haar te boven gaan" (fr. 267). De natuurwetenschap doet dit door zich bewust te zijn, dat zij principieel niet-af is; de wiskunde door de onherleidbaarheid van haar axioma's en grondobjecten te erkennen.

„Welnu", zegt Pascal, „als dit zoo is met de natuurlijke dingen, hoeveel te meer dan met de bovennatuurlijke!" (fr. 267). Als de Rede niet vermag volkomen rekenschap te geven van natuur- en wiskunde, zal dan een redelijke „natuurlijke" godsdienst door den beugel kunnen? De ervaring en de rede zelf leerden Pascal, dat natuur- en wiskunde vele pretenties moeten laten vallen tegenover de onbegrijpelijke werkelijkheid; de ervaring en de rede zelf doen hem de voorkeur geven aan de agnostici (niet de dogmatische atheïsten!) boven de aanhangers van een op menselijke Rede gefundeerden godsdienst.

De ware godsdienst.

1. *De ware religie over den mensch.*

Dezelfde zin voor werkelijkheid, die Pascal's wis- en natuurkunde kenmerkt, treft ons ook als hij gaat spreken over den godsdienst.

De eisch, dien hij aan den godsdienst stelt, is dezelfde, dien hij ook aan de wetenschap stelt. Niet dat hij geheel redelijk (rationeel) is, evenmin dat hij geheel irrationeel is, maar wel, dat hij de werkelijkheid aanvaardt zooals zij is en haar niet door eigen bedenksels vertroebelt.

Nu spreekt de religie over God en over den mensch, over Schep- per en schepping. Of hetgeen over God gezegd wordt juist is, kan de mensch moeilijk „bewijzen”. Als men hier nog van „bewijs” mag spreken, dan past hoogstens het bewijs door „ontkenning”, dat Pascal gebruikt als iets ons begrip te boven gaat en toch is (men zie fr. 230): het oneindige in de wiskunde, dus ook de oneindige God.

Aan twee eischen moet nu de ware godsdienst, van menschen- kant bezien, voldoen: hij erkent, dat God „verborgen” is (zie fr. 585) en hij kent de menschelijke natuur (fr. 442; fr. 433: „Il faut, pour faire qu'une religion soit vraie, qu'elle ait connu notre nature”).

En nu schildert Pascal de menschelijke natuur in haar typische tweeslachtigheid; de Rede in haar onmacht en beperktheid eener- zijds in haar grootheid anderzijds, want het is toch maar de Rede, die in staat is haar eigen onmacht in te zien. De mensch is slechts een stip in het heelal, maar hij overtreft het heelal doordat hij weet, dat hij bestaat. Hij is ellendig, maar hij is groot omdat hij dat weet (fr. 416). Kortom, hij is een vat vol tegenstrijdigheden, „gloire et rebut de l'univers” (fr. 434), een „monstre incompréhensible” (fr. 420).

Andere vragen stormen op hem af: waarom leef ik juist hier in de oneindige ruimte en juist nu in den oneindigen tijd; waar kom ik vandaan en waar ga ik heen? (fr. 194, 205, 206, 693). Dat is dan de vrijheid van den soevereinen mensch, dat heet dan „het juk afge- schud hebben”, roept Pascal schamper uit. Want als hij de antwoor- den van wijsgeeren en theologen de kritische revue laat passeeren, dan blijken zij hol te zijn, daar de Rede zelf hen logenstraft. Alleen „het pyrrhonisme is waar” (fr. 432), alleen de moedeloze agnos- ticus zou gelijk kunnen hebben, als er toch niet iets in ons was, dat ons waarschuwde, dat er een waarheid is, al kennen wij die niet. Want als de Rede ons gedwongen heeft tot scepticisme tegenover de oplossingen der valsche Rede, dan is het oogenblik gekomen, dat het Hart zijn rechten opeischt. „Wie onzen waren toestand onder- zoekt door natuurlijke Rede”, zegt Pascal, „komt òf bij de dogma- tische wijsgeeren, òf bij de pyrrhonisten terecht. Maar de Rede zelf brengt de dogmatici in verlegenheid en de Natuur (d.w.z. het aan- geborene!) beschaamt de pyrrhonisten” (fr. 434). Immers, de dogma- tici doen de realiteit geweld aan en verwikkelen zich in tegenstrij- digheden; de pyrrhonisten (= skeptici) kunnen, ondanks hun luide verzekeringen van het tegendeel, het zwakke vonkje van het oor- spronkelijke licht, dat in hun hart gebleven is, niet dooven. „We

hebben een onvermogen om te bewijzen, dat onoverwinbaar is voor het dogmatisme. We hebben een idee van de waarheid, die onoverwinbaar is voor het skepticisme" (fr. 395). Zeker weten en „absoluut niet-weten" zijn beiden onmogelijk voor ons. „En nu hebben al deze tegenstrijdigheden, die mij het meest schenen te verwijderen van de kennis der religie, mij juist tot de *ware* religie gebracht", zegt Pascal (fr. 424). Want er is slechts één godsdienst, die zich rekenschap geeft vanwaar dat dubbele karakter van den mensch, deze ellende en grootheid, die toch zoo duidelijk waarneembaar zijn, komen (fr. 432) en dat is de christelijke; alleen deze kent onze ware natuur (fr. 433).

Alle menschen jagen naar het geluk; deze begeerte en de onmacht tot haar vervulling schreeuwen ons toe, dat er vroeger wáár geluk in den mensch geweest is, waarvan slechts een leeg spoor over is. Dit verloren goed is God, maar de mensch zoekt met alles — behalve God — die leegte te vullen: de een met de autoriteit, de ander met de natuurwetenschap, een derde met genot (fr. 425). Alle oplossingen, die de wijsgeeren geven, zijn echter onbevredigend, omdat zij de oorzaak van ons onvermogen om het ware goed te bereiken niet kunnen geven, dus ook het middel ter genezing niet kennen.

Daarom moeten wij luisteren naar de Goddelijke Wijsheid, die zegt, dat wij goed en volmaakt geschapen zijn, vol van licht en verstand. Wij aanschouwden God's majesteit. Maar de mensch kon die weelde niet verdragen en matigde zich aan onafhankelijk en met God gelijk te kunnen zijn. Daarom heeft God hem losgelaten en nu heeft hij nog ternauwernood een vaag besef van zijn Schepper en een machteloos instinct van het geluk van zijn eerste natuur, terwijl zijn ellende en verblinding en begeerte hem tot tweede natuur geworden zijn (fr. 430). — In het feit van den zondeval ligt voor Pascal de oorzaak van alle tegenstrijdigheden en al onze onbevredigdheid: het is de hoeksteen van zijn theologie.

2. *De ware religie over God.*

Het tweede kenmerk der ware religie is haar erkenning, dat God in het verborgene woont: „Alle godsdienst, die niet zegt, dat God verborgen is, is niet waar" (fr. 585).

Ook hierin strookt weer de christelijke godsdienst met de werkelijkheid: hij onderneemt het niet God uit de natuur of met het natuurlijke verstand metaphysisch te „bewijzen": „Hij zegt, dat God zich verborgen heeft voor de menschen. Als men dus den christelijken godsdienst verwijt, dat niets God met zekerheid toont, dan verwijt men de Kerk iets, dat zij met haar bestrijders eens is" (fr. 194). Over de Kerk is Pascal hier te optimistisch; de Roomsche Kerk heeft zich wel eenigszins anders uitgesproken. Maar Pascal behoort

tot hen, die „nieuwigheden” in de theologie verafschuwen en binnen de muren der R.-K. Kerk de lijn van de H. Schrift en van den H. Augustinus trachten te volgen. Spreekt hij over „de” Kerk, dan bedoelt hij steeds hen binnen die Kerk, die de orthodoxe leer trouw zijn; de heele en halve pelagianen, die een hoogen toon mogen voeren, spreken voor hem niet namens de Kerk! Tegenover hen beroept hij zich op de H. Schrift.

„De Schrift zegt, dat God een verborgen God is en dat door het bederf van hun natuur de menschen in een verblinding gelaten zijn, waaruit zij slechts kunnen komen door Jezus Christus, buiten wien geen gemeenschap met God mogelijk is” (fr. 242). „Geen kanoniek schrijver”, zegt Pascal, „gebruikt de natuur om God te bewijzen. Salomo zegt niet: er is geen ledig, dus is er een God” (fr. 243). Hierbij zinspeelt Pascal op een uitlating van Hugo de Groot, volgens welke de doelmatigheid van het heelal, o.a. daarin uitkomend, dat het geen vacuum toelaat, op God zou wijzen ¹⁾ (Pensées II, 178).

3. *De ware godsdienst berust op openbaring.*

De christelijke godsdienst openbaart niet alleen de oorzaak van onze vervreemding van God, maar ook den weg tot herstel. Ook hier is de natuurlijke religie machteloos. Door de zonde is den mensch ternauwernood een onduidelijk licht van zijn Schepper overgebleven (fr. 426). „De mensch is onbekwaam tot God te gaan; als God niet tot ons komt, kunnen wij op geen enkele wijze gemeenschap met Hem hebben, omdat wij verdorven zijn” (fr. 426). God is mensch geworden opdat Hij zich met ons zou vereenigen (fr. 426). In de Vleeschwording zien wij hoe God naar ons toekomt, omdat wij onmachtig zijn naar Hem te gaan; in Christus wordt de schemering weer tot vollen dag: „Allen die God buiten Jezus Christus zoeken en bij de natuur blijven staan, vinden geen enkel licht, dat hen voldoet”.

„Maar”, werpt men tegen, „het is niet te gelooven, dat God zich met ons zou vereenigen”. Dit is de laatste uitvlucht van den mensch, die niet wil inzien, dat voor God's openbaring slechts gebogen kan worden. Eerst verzet hij zich, op onvrome wijze, openlijk tegen God; nu doet hij het op vrome wijze, opkomend voor God's eer. Want, zoo redeneert hij, het is heiligschennis te beweren, dat God, de Ondoorgrondelijke, Oneindige, Verhevene, als Jezus van Nazareth zich met ons vereenigd heeft! Pascal heeft deze vroomheid echter goed doorzien. Onverdragelijke aanmatiging schuilt er volgens hem in deze schijnbaar nederige redeneeringen: „Waar haalt een wezen,

¹⁾ Het antwoord op de vraag of Pascal een „natuurlijke theologie” erkent, zal afhangen van wat men daaronder verstaat. Tegenover vele Roomschen en Vrijzinnigen zou men met „neen” kunnen antwoorden; tegenover de dialectische theologie met „ja”! We hopen dit t.a.p. toe te lichten.

dat weet zoo laag te staan, het recht vandaan aan God grenzen te stellen, die zijn gedachte hem voorschrijft?" (fr. 430).

Hier is het wezen van Openbaring juist geteekend; zij kan slechts in haar geheel worden aanvaard of verworpen. Als zij het woord en de daad van God is, staat zij boven kritiek der Rede. Een humanistische religie is geen echte *gods*dienst; de keuze moet gaan tusschen openbaring en agnosticisme.

Zooals nu de natuurwetenschap rust op reële feiten, al of niet rationeel interpreteerbaar, zoo is voor hem ook de ware godsdienst op feiten gegrond (zondeval, verlossing), al gaan ze het verstand te boven. Het „historisch” karakter van het Christendom staat bij Pascal vast. Vandaar ook de groote waarde, die hij aan de oudtestamentische profetieën toekent. Niet de hersenschimmige, door menschelijk verstand uitgedachte God der wijsgeeren, de auteur der geometrische waarheden, maar de zich in de heilsgeschiedenis openbarende, met den mensch in persoonlijke betrekking tredende God van Jezus Christus, is waarlijk God. „Dieu d'Abraham, d'Isaac, de Jacob, non des philosophes”.

De openbaring is geen schepping van den menschelijken geest, dus mag men er niets af doen, maar evenmin aan toëdoen. En daarom keert Pascal zich niet alleen fel tegen alle „vrijzinnige” richtingen, maar ook tegen die „orthodoxen”, die door menschelijke redeneering verder willen gaan dan hetgeen God geopenbaard heeft of zelfs er tegen in gaan; tegen hen die den mensch op verkapte wijze souverain maken en deel geven aan het verlossingswerk en de uitverkiezing verzwakken. Vandaar zijn afkeer van de Jezuïeten en hun aanhang, die „nieuwigheden” in moraal en theologie uitdenken en door hun drogredenen het kruis van Christus ijdel maken, tegen het gezag van de Schrift in. Daar waar het verstand juist recht van spreken heeft, in de natuurkunde, gaan zij echter met beroep op de autoriteit den vooruitgang tegen. Deze radicaal verkeerde houding bestrijdt hij in zijn „*Traité du Vide*” (1647). „In de theologie is de autoriteit onafscheidelijk met de waarheid verbonden; voor de Rede volkomen onbegrijpelijke dingen hebben volkomen zekerheid als ze in de H. Schrift staan: haar beginsels staan boven Natuur en Rede. De menschelijke geest is te zwak om op eigen kracht daartoe te komen; slechts een bovennatuurlijke kracht kan hem er heen dragen. In de wetenschappen, die onder zintuig of redeneering vallen is echter de autoriteit onnut; slechts de Rede kent hen. Zij moeten steeds uitgebreid worden” (II, 131—132). Daarom „beklagen wij de blindheid van hen, die het gezag in physische zaken aanvoeren in plaats van redeneering en ervaring..... en de kwaadaardigheid van de anderen, die alleen de redeneering gebruiken in de theologie, in plaats van het gezag van de H. Schrift en de Vaderen” (II, 133). Met deze uitspraak staat Pascal aan de zijde van Jansenius, die in zijn

„Augustinus" (Tom. II, Liber prooemialis) er op wijst, dat de ketters steeds steunen op wijsgeerige redeneering ¹⁾ in plaats van de H. Schrift en de Kerkvaders. Hun pogingen om mysteriën des geloofs door redeneeringen op te helderen, voeren dwalingen van heidenschen oorsprong in (cap. 6).

4. *De Rede, het Hart en het Geloof.*

Welk aandeel hebben nu de Rede en het Hart in het geloof? — De twee kardinale feiten, zondeval en verlossing, zijn onbegrijpelijk, maar — we zagen het reeds — daarom kunnen zij nog wel zijn. Pascal meent dus niet, dat door de christelijke openbaring nu alles wat tevoren onbegrijpelijk was voor het verstand, begrijpelijk worden zou. De Rede zou er misschien opnieuw aanleiding in vinden om zich te verheffen (fr. 581). Maar het verstand, mits goed gebruikt, zal moeten erkennen, dat er meer vóór dan tégen is en kan dus niet aanraden het christelijk geloof niet te volgen (fr. 564).

De „bewijzen" voor het christelijk geloof acht Pascal niet „beslist overtuigend" (fr. 564). Daarom laat hij de „vérités divines" niet onder de „overredingskunst" vallen; de goddelijke dingen zijn immers oneindig ver boven de natuur en God zelf kan hen slechts in het hart leggen op de wijze, die Hèm behaagt (De l'art de persuader, IX, 271).

Zal het dan zijn als met de grondslagen der wiskunde; getuigt ons hart misschien van de juiste grondslagen der religie? Pascal zegt toch: Het hart voelt God en niet de Rede". (En: „La foi, c'est Dieu sensible au coeur, non à la raison", fr. 278). Het Hart is dus ook hier weer het middel tot kennis.

Maar hoe kan Pascal dan het geloof uitsluiten van de „art de persuader", die juist wiskundig van methode is? — De reden daarvan is, dat het Hart verdorven is. In de wiskunde moge het nog goed functionneeren (het ziet er geen voordeel in hier verkeerd te drijven), door de zonde heeft het slechts een „lumière confuse de son auteur", het heeft slechts vage gevoelens in de religie. Het heeft meer zekerheid aangaande de wiskundige axioma's dan over wat goed en kwaad is; „buiten de wiskunde..... zijn er bijna geen waarheden waarover wij het altijd eens blijven" (IX, 277). Aan zichzelf overgelaten zou het Hart ons op dwaalwegen leiden. De erkenning van de ware religie door het Hart gaat niet van harte als in de wiskunde; God's bijzondere genade is noodig om het te bekeeren en den wil een andere richting te geven (vgl. fr. 581 en IX, 273).

Er is dus een klimax. „Wij kennen", zegt Pascal, „het bestaan èn

¹⁾ Nam ex puris Philosophiae Aristotelicae principiis, tota haeresis Pelagiana et Semi-Pelagiana fabricata est (cap. 10). Semper enim Philosophia, quemadmodum mater haeticorum fuit, ita rerum divinarum arcanis definiendis adhibita, mater errorum est (cap. 3).



Titelprent van de „Augustinus” *).

de *natuur* van het Eindige, omdat wij evenals het eindige beperkt en ruimtelijk zijn. Wij kennen het *bestaan* van het Oneindige, maar niet zijn *natuur*, want wij zijn ruimtelijk evenals de oneindigheid, maar wij zijn niet onbegrensd. Maar wij kennen noch het *bestaan*, noch de *natuur* van God, want Hij is noch ruimtelijk, noch begrensd. Door het geloof echter kennen wij Zijn bestaan, in de „heerlijkheid” (gloire) zullen wij Zijn natuur kennen. Ik heb reeds aangetoond,

*) „De Augustinus van Cornelis Jansenius, bisschop van Yperen, voormalig professor aan de hoogeschool van Leuven”. We zien den H. Augustinus, die de verdedigers van den souverainen menschelijken wil, den monnik Pelagius en zijn medestanders Caelestius en Julianus (en in hen de Jezuïetenorde!), overwonnen heeft. Een viertal pausen, die de augustiniaansche genadeleer bijzonder voorgestaan hebben, omringen hem. Het motto bovenaan (.....de liefde Gods is in onze harten uitgestort.....) is ontleend aan Romeinen V (vs. 5), het bekende hoofdstuk over de genade. Het hart, ontstoken door het vuur van den H. Geest, wordt door den heilige opgeheven. Denk aan Pascal's uitspraak: „C'est le coeur, qui sent Dieu, non la raison!”

dat men het bestaan van iets heel goed kan kennen, zonder zijn natuur te kennen" (fr. 233).

Het „natuurlijk licht" moge ons dus geen volkomen zekerheid over God's *bestaan* verschaffen, het geloof wel. In de geheimenissen van God's *wezen* doordringen is echter ook den geloovige nog niet vergund; God blijft ook voor hem „infiniment incompréhensible".

Gelooven is van een hoogere orde dan theoretisch weten. Echter, al is het geloof niet zonder meer redelijk, daarom sluit het de Rede nog niet uit. „Twee buitensporigheden: de rede uitsluiten, niets dan de rede erkennen" (fr. 253). De laatste stap der Rede is juist haar erkenning, dat oneindig veel dingen op natuurlijk gebied haar te boven gaan, hoeveel te meer dus op bovennatuurlijk gebied (fr. 267). De Rede zelf verwerpt het „dogmatisme", de menselijke redelijke religies; het Hart verwerpt het pyrrhonisme, dat „neutraal" wil zijn; God's genade echter verandert het Hart, zoodat het de openbaring ontvangen *wil*. En hoewel het heil niet verkregen wordt door de Rede, maar door God's genade, toch kan de Rede dienen om haar eigen dwalingen te bestrijden en aldus zichzelf te onderwerpen. Met Augustinus zegt Pascal: „De rede zou zich nooit onderwerpen als zij niet oordeelde, dat er gelegenheden zijn waarbij zij zich moet onderwerpen" (fr. 270). En die gelegenheid acht zij gekomen in de religie: „voor de mysteries van het geloof, die de H. Geest zelf geopenbaard heeft, reserveeren wij die „soumission d'esprit", die ons draagt naar geheimenissen, die voor zintuig en rede verborgen zijn" (II, 92).

Daarom kan de Rede Pascal straks helpen een apologie te schrijven voor het christendom, den godsdienst, die de Rede juist het diepst vernedert. Die apologie wil slechts de beletselen voor het verstand wegnemen, den akker toebereiden, waarin de Geest het zaad strooit. Met grooten hartstocht heeft Pascal hierin de valsche aanspraken der Rede in wetenschap en wijsbegeerte en religie bestreden. Zijn onvergankelijke verdienste is, dat hij niet in plaats van rationalistischen twijfel een rationalistischen godsdienst gesteld heeft, noch ook den godsdienst in het gevoel heeft laten vluchten. Hij is de apologet der openbaring.

Samenvattend kunnen we zeggen, dat Pascal de christelijke realist bij uitnemendheid is. Hij bestrijdt het rationalisme in natuurwetenschap, wiskunde en godsdienst, zonder daarmee in irrationalisme te vervallen. Hij minacht de Rede niet; zijn skepticisme raakt slechts de overspannen pretenties van de Rede en den menschelijken hoogmoed. Daartegenover stelt hij een empiristisch realisme: wat voor de Rede onbegrijpelijk is, op welk gebied ook, houdt daarom nog niet op te zijn. De experimenteele gegevens in de natuurkunde en de grondslagen der wiskunde, behooren aanvaard te worden. Deze

bescheiden houding putte Pascal uit een diepgeworteld christelijk geloof in de werkelijkheid van het geschapene, ook al is dat onbegrijpelijk of onbegrepen. Met het „naief realisme” heeft zijn houding niets te maken.

Op denzelfden grondslag als zijn wetenschap, staat ook zijn godsdienst. Niet dat hij directe „bewijzen” voor het geloof aan wetenschappelijke redeneering ontleent. Ook „bewijzen” er tégen zouden hem niet geraakt hebben. Maar ook hier is hij realist; zijn orthodoxie is dus niet toevallig. De godsdienst moet de menschelijke natuur kennen, op historische feiten gegrond zijn, niet berusten op een uitspraak van den mensch over God, maar op een spreken van God tot den mensch, op een openbaring.

Op het gebied van de stof, van het verstand, van het hart, hoezeer ook onderscheiden, steeds hetzelfde vurig opkomen voor de werkelijkheid, hoe ondoorgrondelijk ook — en daarom mogen wij bij Pascal spreken van een „christelijke” wetenschap.

Zeist, 1 Augustus 1939.

BOEKBESPREKING.

Dr. SUFFRIDUS RENICUS HERMANIDES

door

A. HIJMANS, Arts.

Uitgekomen in „Mannen in de Schaduw”.

Gaarne voldoe ik aan het verzoek der Redactie deze pennevrucht in het orgaan te recenseeren. Als oprichter van onze vereeniging en haar eerste eminente voorzitter, mag hij op belangstelling rekenen. Het „Orgaan”, dat begint met „zijn openingsrede in de 10e vergadering”, handelende over „de verhouding van gelooven en weten”, is wel de meest aangewezen plaats.

Gemakkelijk is mijn taak niet, want de chronologische behandeling is zeer verward, ten bewijze waarvan ik hier weergeef de jaartallen, die achtereenvolgens in deze levensbeschrijving voorkomen: 1906, 1842, 1859, 1863, 1865, 1845, 1870, 1907, 1899, 1870, 1886, 1903, 1872, 1898, 1881, 1896, 1899, 1876—1878, 1886, 1891, 1907, 1872, 1878, 1902, 1903, 1905, 1907, 1918. Het jaar van overlijden is gewoonlijk het slot van een biographie, doch hierop volgt nog een beschrijving van een drietal zaken, die de belangstelling van Dr. Hermanides hadden. Achtereenvolgens komen nog de volgende jaartallen voor: 1895, 1896, 1907, 1882, 1883, 1903, 1905, 1900, 1881, 1880—1885.

Dat Hermanides een man van beteekenis was, blijkt behalve uit de vele publicaties ook uit zijn werkzaamheden :

- 1865. Arts geworden, blijft hij nog 1½ jaar assistent.
- 1867. Vestiging in Tricht, waar hij 14 voordrachten houdt.
- 1870. Als leider van de Ned. Ambulance maakt hij den Fransch-Duitschen oorlog mede.
- 1872. Vestiging te Geldermalsen. Hier houdt hij 46 voordrachten voor den Geneeskundigen Kring.
- 1876-78. Lid van het Hoofdbestuur der Ned. Maatschappij tot Bevordering der Geneeskunst.
- 1879. Mede-oprichter van de Ver. v. Hooger Onderwijs op Geref. grondslag. Ook was hij curator van het Chr. Gym. te Zetten.
- 1881. Onder-voorzitter van den Geneeskundigen Kring te Tiel.
Lid van het Hoofdbestuur van de Ned. Vereeniging tegen de Prostitutie. Sedert dien tijd verschenen eenige belangrijke pennevruchten tegen de prostitutie en tegen de reglementeering, toen der tijd door schier alle artsen als een nuttige instelling verdedigd. Dat het standpunt van Dr. Hermanides „af-

- schaffing der reglementeering" zou overwinnen, wie dat toen nog kon gelooven!
1882. Mede-oprichter van de Lucas Stichting, welke tot doel had te voorzien in de behoefte aan godvruchtige artsen.
 1884. IJverig medewerker tot oprichting van de Vereeniging tot Christelijke verzorging van Krankzinnigen, met den architect Wenting de eerste plannen ontwerpend.
 - 1886 en 1891. Een bezoek gebracht aan het instituut van Pasteur.
 1895. Poging de geloovige artsen bijeen te brengen.
 1896. De Christelijke Vereeniging van Natuur- en Geneeskundigen tot stand gekomen, waarvan Dr. Hermanides de eerste voorzitter was.
 1900. Lid van het Bestuur van de Vereeniging tot Christelijke Verzorging van Zenuwlijders. Met den architect Wenting worden de plannen ontworpen voor het te stichten sanatorium.
 1902. Ten tweede male benoemd, aanvaardt Dr. Hermanides de benoeming tot geneesheer-directeur. Aanvaardt een studiereis naar Weenen en Berlijn en bewerkt met Dr. M. Köppen een studie over de hersenen van den mol.
 1903. Een rede bij de opening van het Sanatorium. In het eerste jaar leidde Dr. Hermanides bijna elken Zondag de godsdienst-oefening. 's Zomers buiten tegen een heuvel aan. In dit jaar verscheen ook zijn studie „les affections parasymphilitiques", bekroond door de Academie de Medicine te Parijs met de „Prix de Ricord".
 1905. Vertegenwoordiger van de Regeering op het 5e Internationale Congres te Rome.
 1907. Afscheid als geneesheer-directeur van het Sanatorium wegens ziekte.
 1908. Overleden.

In 1899 lid geworden van de Chr. Vereeniging van Natuur- en Geneeskundigen, heb ik meermalen Dr. Hermanides ontmoet en gehoord. Sedert 1904 ook als bestuurslid van de Vereeniging tot Chr. Verzorging van Zenuwlijders.

Het beeld dat ik van dezen overtuigden Christen en stoeren werker heb verkregen is een geheel ander dan Hijmans teekent. Hij zou intellectualist zijn en eigenlijk humanist. Wat het humanisme betreft, Hijmans schrijft aldus :

„In leven en werk van dezen stoeren werker lag een geweldig stuk idealisme en dan bedoel ik dit zeer bepaald in humanistischen, niet christelijken zin. Hij geloofde aan den vooruitgang van wetenschap en geneeskunde en zag a.h.w. in de toekomst de vruchten der wetenschappelijk beoefende geneeskunde. Men bedenke hierbij, dat Hermanides met zijn geheele ziel meeleefde in de omwenteling, die het natuur- en geneeskundig denken in zijn jonge jaren doormaakte. En met gespannen verwachting en overmoedige woorden verklaart

hij te behooren tot de jongere generatie van geneeskundigen, die bewust den band met een vroegere generatie begeert te verbreken. Het humanistisch karakter dezer bezieling zie ik niet zonder meer in zijn vereering van het logisch stelsel en het systematisch denken, maar wel hierin, dat hij deze beide steeds weer in nauwsten samenhang ziet met het godsdienstig leven en beleven van den geloovige."

M.i. volgt hieruit dat hij juist geen humanist was, doch Christen en Christengeleerde, die bezieling vond door zijn geloof.

Maar is hij dan intellectualist?

Volgens Hijmans wel. Ten bewijze dit lange citaat :

„De wijze nu, waarop hij deze vragen ziet en behandelt, is ongetwijfeld intellectualistisch; men herinnere zich zijn formuleering, dat het geloof een actie is van het intellect of, zooals hij elders zegt, dat het geloof vrucht is van een psychische functie. Dan is ook begrijpelijk dat de mensch langs tweeërlei weg tot zekerheid kan komen — langs den weg van *wetenschap* en langs dien van *geloof* en dat beiderlei zekerheid als van één orde behandeld wordt.

Aan al ons weten moet geloof vooraf gaan; alle weten rust op geloof. En dan blijkt dit geloof te liggen in het feit, dat wij aannemen, dat onze zintuigen, wat aantal en volkomenheid betreft, met hun specifieke energie, goed aangelegd, d.i. er op aangelegd zijn om ons de voorwerpen in hun ware wezenlijkheid te doen kennen. Of ook het geloof berust op anderer getuigenis; dan spreken wij niet van weten, maar van gelooven: Conclusie: zoowel geloof als weten wordt door middel van de zintuigen geleverd — het staat er werkelijk — hetzij van onze eigen zintuigen, hetzij van die van anderen. In dezen gedachtengang ziet hij geloof in psychologischen zin en geloof in godsdienstigen zin, dit laatste uitdrukkend de relatie van God en mensch, Schepper en schepsel als van gelijke waarde of van één orde. Ik geloof, dat wij Hermanides geen onrecht doen, wanneer wij hem om deze gelijkstelling en om de wijze, waarop hij deze vragen in zijn voordrachten en geschriften behandelt, in zijn godsdienstige formuleering een intellectualist noemen."

Wie Dr. Hermanides gekend heeft, moet getroffen zijn door zijn impulsieve natuur, een eigenschap, die men zeker niet verwacht bij een intellectualist.

Nog zie ik hem op een bestuursvergadering opstuiven en opgewonden de vergadering verlaten. Mij werd opgedragen Dr. Hermanides te overreden weer ter vergadering te komen en het duurde niet lang dat wij beiden weer aanwezig waren.

Dat impulsieve blijkt ook uit zijn pennevruchten, vooral uit die van den eersten tijd. Dan ziet hij de medische wetenschap als bijna geheel ontsluitend. Niet lang daarna zendt hij deze lezing aan een vriend met de woorden: zoo dacht ik toen. Zoo gelooft hij dat de physiologie alle raadsels zal oplossen, doch later erkent hij te gelooven, dat alles wel een mysterie zal blijven.

Dat impulsieve komt ook klaar voor den dag uit zijn artikel „Recht van oorlog en vrede”, gehouden ter gelegenheid van de 2e Vredesconferentie in Den Haag (1907). Nog onder den indruk van wat hij in 1870 gezien heeft, „ziet hij „een eind aan de oorlogen komen door de al grooter en grooter wordende verwoestingen” en twijfelt niet of het recht over het geweld zal zegevieren”.

Iemand, die zoo spontaan reageert en door zijn gevoel wordt meegesleept, een intellectualist!

Dat is hij ook niet bij de behandeling van de verhouding tusschen gelooven en weten, op grond waarvan Hijmans zijn opvatting tracht te staven.

Een collega had gezegd — en dit was in dien tijd de gangbare meening — „dat het geloof goed was voor den onontwikkelden man, maar den wetenschappelijken mensch onwaardig”.

Daartegen gaat zijn betoog. Het geloof wordt in algemeenen zin genomen en niet zooals de catechismus het definieert. Als niet-theoloog laat hij dit, zooals hij zelf schrijft, aan den theoloog over. Daarom is de conclusie, dat Hermanides geloof in psychologischen en geloof in godsdienstigen zin als van gelijke waarde beschouwt, aanvechtbaar. Hoofdzak is, dat hij wil aantonen, dat ook de wetenschappelijke mensch uit moet gaan van geloof. Door niet te onderscheiden tusschen gelooven en de geloofsinhoud komen wel uitdrukkingen voor, die ik niet voor mijn rekening zou willen nemen. Zoo b.v.: „zoowel het geloof als het weten worden door middel van zintuigen geleverd”. Gelooven is een zaak van het hart, weten van het verstand; niet het gelooven, maar de geloofsinhoud wordt door de zintuigen geleverd. Zegt ook Paulus niet: het geloof is uit het gehoor?

Ook in dit artikel zie ik weer het impulsieve voor den dag treden. Hoe anders te verklaren, dat in hetzelfde artikel te lezen is: „aan al ons weten moet geloof voorafgaan” en „aan ieder geloof moet noodwendig een zeker weten voorafgaan”.

't Is weer een artikel, dat hem uit de pen gevloeid is, maar genoeg ten bewijze dat hij geen intellectualist was.

De venijnigheidjes, die Hijmans in deze levensschets ten beste geeft en inzonderheid wel voor de Gereformeerden bestemd zijn, blijven buiten beschouwing.

Ten bewijze van de liefde, die Hermanides had voor logica en systematisch denken, haalt Hijmans aan het gedichtje van Ten Kate, dat hij gaarne citeerde :

„Orde in uw denken, orde in uw streven,

Orde in uw harte, orde in uw huis!

Orde is de grondwet van alle leven”, etc.

Had Hijmans iets meer van dien geest betracht, zijn artikel had er niet dan bij kunnen winnen.

RIJK KRAMER.



