

ARTIKELEN

DE GROEI VAN DE NATUURWETENSCHAP, GEZIEN IN HET LICHT DER EVOLUTIELEER

DOOR

H. HIRSCHFELD

„Universal history, the history of what man has accomplished in this world, is at bottom the history of the great men, who have worked there”.

THOMAS CARLYLE.

De bestudering van de wetten, die de groei van het geestelijk bezit van de mensheid beheersen, brengt bijzondere moeilijkheden met zich mede door het ingewikkeld in elkaar grijpen van endogene en exogene, individuele en maatschappelijke factoren, die de ontwikkelingsgang van de menselijke cultuur beïnvloeden. Bijzonder groot zijn die moeilijkheden eveneens door het feit, dat de studie van de groei van het geestelijk bezit een grondige kennis van de geschiedenis van alle wetenschappen, die samen dat geestelijk bezit vormen, vereist.

In de volgende beschouwingen zal ik mij daarom moeten beperken tot een onderzoek van de evolutie van het geestelijk bezit, dat de mensheid te danken heeft aan de studie van de natuur, aan anderen overlatend om te beoordelen, of deze beschouwingen ook van toepassing zijn op de ontwikkeling der geesteswetenschappen. Bovendien wil ik nog op de moeilijkheid wijzen dat een subjectief element bij het onderzoek van de vooruitgang van het menselijk weten en kennen, niet te vermijden is. Wat de ene onderzoeker voor een belangrijke geestelijke vooruitgang aanziet, vindt een ander minder belangrijk. Vooral zal dit tot uiting komen, indien men de biographische methode van onderzoek volgt en de grote denkers, waaraan de vooruitgang te danken is, met name noemt. Duidelijk blijkt dit uit het enige jaren geleden verschenen boek van A. L. Kroeber (17), dat een algemeen overzicht geeft. Aan dit subjectieve element zullen ook wij in het volgende niet kunnen ontkomen.

Bij de studie van de ontwikkeling van de wetenschap treffen ons verschillende verschijnselen, die ons uit de evolutieleer der organismen bekend zijn. De vooruitgang van de menselijke kennis in de loop der eeuwen kunnen wij n.l. vergelijken met de voortgang van de evolutie der levende wezens in de natuur.

Sinds H u g o de V r i e s de mutaties ontdekt heeft, wordt vrijwel algemeen aangenomen, dat de evolutie der organismen *discontinu* voortschrijdt. Niet alleen in de micro-evolutie (mutatie der genen), doch ook in de macro-evolutie is dit het geval. Een mooi voorbeeld van macro-mutatie is de cephalisatiewet van E. D u b o i s (12). Deze toonde n.l. bij bepaalde reeksen van dieren aan, dat de hersenvolumina toenemen in de verhouding 1 : 2 : 4 : 8 : enz., en hij neemt als verklaring aan, dat de hersencellen zich telkens eenmaal meer delen. Ook de studie van de palaeontologie leert ons een diepgaande discontinuïteit in de ontwikkelingsgang: tussen de grote systematische phyla vindt men geen geleidelijke overgangsvormen. Behalve door de bekende oorzaken (geringe fossilisatiekans, gering aantal overgangsvormen) wordt dit veroorzaakt, doordat volgens S c h i n d e w o l f (22) e.a. het evolutiegebeuren zich in de ontogenie der organismen voltrekt (proterogenese). Merkwaaardig is voorts het plotseling, *explosief* optreden van nieuwe vormen, bijv. in het Perm en Tertiair. Na het explosief ontstaan van nieuwe vormen vindt men een daarop volgende langzame orthogenetische verder voortgaande ontwikkeling.

Zoals de phylogenie eigenlijk niets anders is dan de som van de ontogenieën van ontelbare individuele organismen, zo kunnen wij de vooruitgang van de menselijke kennis zien als de som van de vele individuele gedachten van alle grote denkers, in de loop van vele eeuwen bijeen gebracht. Het voordeel van deze beschouwingswijze is, dat de *discontinue ontwikkelingsgang van de menselijke kennis* hierdoor duidelijk wordt.

Deze discontinuïteit volgt eigenlijk reeds uit het feit, dat het proces van het menselijk *denken ook discontinu verloopt*. Onze gedachten zijn a.h.w. rustpunten in het proces der denking (A r i ë n s K a p p e r s (2)). J. M. B u r g e r s (7) merkt zeer juist op: „De werking van onze geest laat zich niet beschrijven als een continu proces, waarin geen grenzen zouden zijn te vinden. Wij kunnen onze geesteswerkzaamheid niet beschouwen als een ononderbroken voortgang zonder rustpunten. Integendeel: wij vormen telkens begrippen, opvattingen; wij grijpen a.h.w. telkens iets met onze gedachten. Onze gedachten schrijven voort met min of meer duidelijk te onderkennen, op elkander volgende en zich uit elkander ontwikkelende sprongen.”

A r i ë n s K a p p e r s (2) wijst op het belang van de *intuïtie*, een bovenverstandelijk inzicht, dat wij min of meer plotseling krijgen als een openbaring. De nieuwe synthetische gedachte, de conceptie staat dus *plotseling* voor onze geest. K o h n s t a m m (15) spreekt van een „sprongmutatie aan inzicht”. Uit de biographische literatuur zijn vele voorbeel-

den bekend van het plotseling, intuïtief ontstaan van geniale gedachten. Van J. R. M a y e r is het bekend, dat de grondgedachte voor zijn wet van het behoud van arbeidsvermogen plotseling in hem opkwam op de rede van Soerabaya, toen hij als scheepsarts bij matrozen aderlatingen verrichtte en getroffen werd door de helder rode kleur van het veneuze bloed. C. h. D a r w i n beschrijft hoe hem plotseling een van zijn grote gedachten te binnen schoot: „Ik kan mij nog precies de plek op de weg herinneren, waar zich mijn rijtuig bevond, toen tot mijn grote vreugde de oplossing mij inviel.” (14). S. v. A r r h e n i u s kreeg in de nacht van 17 Mei 1883 plotseling de intuïtieve ingeving, die de grondslag legde voor zijn leer van de electrolytische dissociatie. E. M e t s c h n i k o w (27) werd zittend aan het microscoop, ineens door het denkbeeld van de phagocytose gegrepen, hij schrijft: „Ich war allein mit meinem Mikroskop zurückgeblieben, um das Leben der beweglichen Zellen einer durchsichtigen Seesternlarve zu beobachten, als mich plötzlich ein Gedanke erleuchtete”. C. L. S c h l e i c h (23) beschrijft in zijn levensherinneringen, hoe hij onverwachts de gedachte aan de mogelijkheid van de localanaesthesie kreeg.

Het eigenlijke ontstaan van de conceptie ontgaat ons, ook B u r g e r s (7) betoogt dat telkens wanneer wij beproeven er op te letten, een conceptie reeds voor ons staat en de sprong reeds gemaakt is. De bekende mathematicus G a u s s heeft dan ook eens gezegd: „Meine Resultate habe ich schon lange, ich weiss nur noch nicht, wie ich zu ihnen gelangen werde”. (geciteerd naar O s t w a l d (20)).

Om het bovenstaande te kunnen begrijpen, kunnen wij ons volgens A r i e n s K a p p e r s (2) voorstellen, dat in ons onderbewustzijn tal van gegevens op een voor ons onbewuste wijze door een *innerlijke logische ordeningsdrang, een entelechie*, worden samengevoegd. Wij kunnen wel degelijk een zekere spontaneïteit of vrije wil bij de mens aannemen (K o h n s t a m m (15)), doch de wil is niet geheel vrij, bandeloos, maar wordt a.h.w. in bepaalde banen geleid door het bovengenoemde streven tot orde dat zich zowel in het lichamelijke als in het psychische uit en inhaerent is aan de levende organismen. (13).

Dat het onbewuste een rol speelt volgt bijv. uit de opmerking van J. D. v. d. W a a l s (25) in zijn rede bij het in ontvangst nemen van de Nobelprijs, dat de grootheden van de toestandsvergelijking hem vervolgden tot in zijn dromen. Merkwaardig is ook, dat de intuïtieve gedachten gemakkelijker uitkristalliseren als men zijn aandacht niet op het probleem, waarvoor men een oplossing zoekt, concentreert. De secretaresse van P a u l E h r l i c h, M a r t h a M a r q u a r d t (19) vermeldt, dat E h r l i c h beweerde, dat hij zijn beste ideeën bij het luisteren

naar lichte muziek kreeg. In de biographie van J. H. van 't Hoff door E. Cohen (10) vindt men beschreven dat Van 't Hoff de voorstelling van het asymmetrisch koolstofatoom onverwachts kreeg gedurende een wandeling. H. v. Helmholtz spreekt in zijn rede ter gelegenheid van zijn zeventigste verjaardag uitvoerig over zijn intuïtieve invallen: „In andern Fällen treten sie plötzlich ein, ohne Anstrengung, wie eine Inspiration. Soweit meine Erfahrung geht, kamen sie nie dem ermüdeten Gehirn und nicht am Schreibtisch. Ich musste immer erst mein Problem nach allen Seiten so viel hin-und hergewendet haben, dass ich alle seine Wendungen und Verwicklungen im Kopfe überschaute und sie frei, ohne zu schreiben, durchlaufen konnte. Es dahin zu bringen, ist ja ohne längere vorausgehende Arbeit meistens nicht möglich. Dann musste, nachdem die davon herrührende Ermüdung vorübergegangen war, eine Stunde vollkommener körperlicher Frische und ruhigen Wohlgefühls eintreten, ehe die guten Einfälle kamen. Oft waren sie wirklich, den zitierten Versen Goethes entsprechend, des Morgens beim Aufwachen da, wie auch Gauss angemerkt hat. Besonders gern aber kamen sie, wie ich schon in Heidelberg berichtet, bei gemächlichen Steigen über waldige Berge in sonnigem Wetter. Die kleinsten Mengen alkoholischen Getränks aber schienen sie zu verscheuchen.” (geciteerd naar Ostwald (20)).

Zoals wij boven aanduiden, worden de intuïtieve gedachten geleid door een innerlijke logische ordeningsdrang, die wij dus moeten beschouwen als een *endogene evolutiefactor van onze kennis*, die overeenkomt met de organische evolutiefactor, die verschillende onderzoekers aannemen, zoals de entelechie, horme, autogenese (13). Behalve deze endogene evolutiefactor zijn natuurlijk ook *uitwendige factoren, milieu-invloeden*, evenals in de organische evolutie, bij de ontwikkeling van ons geestelijk bezit van groot belang. Donders (11) geeft in zijn rede van 1888 zo treffend weer de bevruchtende invloed van zijn omgeving en van de grote ontdekkingen uit de eerste helft der 19e eeuw op zijn wetenschappelijke loopbaan. Hij roept dan ook uit: „Aan de omstandigheden dus, niet aan mijn streven en mijne geestesgaven is die uitkomst te danken. Roemt dan niet mijne verdiensten; maar prijst mij gelukkig wien zo veel beschoren was!”

Iedere nieuwe synthetische gedachte, iedere conceptie is een kunstwerk op zich zelf. Evenals ieder organisme een *unieke, nooit terugkerende* uitdrukking van een ordenend streven is, is ook ieder kunstwerk en iedere conceptie een unieke manifestatie van die innerlijke logische ordeningsdrang, en de menselijke kennis, de wetenschap, bestaat uit een discontinue reeks van deze concepties. Westenbriik (26) wijst er terecht op,

dat vele wetenschappelijke geschriften van vroegere geslachten, ondanks het feit, dat zij door latere ontdekkingen achterhaald zijn, niet verouderende kunstwerken zijn en hij voegt er later aan toe: „Evenals in de schilderkunst een Breughel of een Vincent van Gogh slechts éénmaal hebben kunnen bestaan en niemand wenst, dat zij geschilderd zouden hebben zoals wij dat van een tijdgenoot verwachten, zo hebben ook de wereldbeelden van een Newton of een Darwin slechts op een bepaald tijdstip geschapen kunnen worden en zullen zij in dien vorm voor altijd een onvervangbaar bezit der mensheid blijven”.

De concepties zijn uniek, nooit terugkerend, wij kunnen dus van de ontwikkeling der wetenschap en kunst zeggen: „l'histoire ne se répète pas.” Wij hebben hier een verschijnsel, dat in de evolutieleer bekend staat onder de naam van de wet van Dolló, *de wet van de onomkeerbaarheid der ontwikkeling*. (Het feit dat de waterzoogdieren geen kieuwen „herkregen” hebben is een sterk argument voor de wet van Dolló). In de palaeontologie blijkt de geldigheid van deze wet bij de veel voorkomende orthogenesen, de rechtlijnige ontwikkelingsreeksen. Bij de ontwikkeling van wetenschap en kunst vinden wij de onomkeerbaarheid met de orthogenesen terug, evenals de hier beneden te bespreken convergenties. H. J. Lam (18) betoogt dat het begrip orthogenese „tot op zekere hoogte identiek moet zijn met het onafwendbare noodlot, fataliteit, goddelijke leiding”, de orthogenesen zijn „halsstarrige koppigheden van de evolutie”. Men kent ook in de menselijke geschiedenis orthogenesen en Lam (18) haalt hierbij het woord van Huizinga aan: „Een weg terug bestaat in de geschiedenis evenmin als in het persoonlijk leven”.

Bij de bespreking van de causaliteit van relatiestructuren wijst H. J. Jordan (28) er op, dat in het bekende gezegde „l'histoire se répète” echter ook een waarheid schuilt: „In tegenstelling met het individuele, zullen zich bepaalde vormen van het verband wèl kunnen herhalen.” Lam (18) vergelijkt deze „beperkte manifestatiemogelijkheden in de natuur, die blijkbaar niet alleen voor de vorm, maar ook voor de functie (de geest) van de stof gelden” met de uit de palaeontologie bekende *convergenties*. (Berusten de verschillen in de bouw van waterzoogdieren en vissen op de onomkeerbaarheid der evolutie, de overeenkomsten, bijv. die van de uitwendige vorm, zijn een uitdrukking van convergenties).

Ook andere organische evolutiewetten vinden wij bij de geestelijke evolutie terug.

De wet van Rosa, *de wet van de progressieve reductie der variabiliteit* vinden wij in de individuele geestelijke evolutie terug in het

verschijnsel, dat de meeste intuïtieve geniale gedachten in de jeugd ontstaan, terwijl op hogere leeftijd het aantal geniale concepties afneemt. Tigerstedt (geciteerd naar Ostwald) geeft o.a. de volgende voorbeelden. Newton voltooide vóór zijn 25e jaar zijn geniale ontdekkingen van de infinitesimaalrekening, de gravitatiewet en de analyse van de verschijnselen van het licht; Linnaeus ontwikkelde op een leeftijd van 24 jaar zijn systeem der planten; Mayer, Joule, Colling en Helmholtz ontdekten de wet van het behoud van arbeidsvermogen vóór hun 28e jaar; de grondslagen der physiologie van de 19e eeuw werden door Ludwig, Brücke, Helmholtz en Dubois—Reymond gelegd toen zij gemiddeld een leeftijd van 25 jaar bereikt hadden. Hieraan zouden nog vele voorbeelden toe te voegen zijn, wij noemen er nog slechts enkele zeer sprekende: Van 't Hoff was slechts 22 jaar toen hij de stereochemie grondvestte, Arrhenius was bij de ontdekking van de electrolytische dissociatie 24 jaar oud, Einstein bij de opstelling van zijn speciele relativiteitstheorie 26 jaar en N. Bohr was, toen hij zijn atoomtheorie bekend maakte 28 jaar.

De meeste Nobelprijswinnaars verwierven hun prijs voor geniaal werk, dat zij voor hun 40ste jaar verricht hadden.

Uit de palaeontologie kent men voorts het verschijnsel dat bepaalde kenmerken, die later bij grote groepen van dieren voorkomen, in een vroeger tijdvak hier en daar telkens opduiken. Bij geheel verschillende reptielsoorten traden bijv. in bepaalde aardperioden telkens zoogdierkenmerken op. Men noemt dit volgens Darrah „*the foreshadowing of coming characters*”. Lam (18), die op dit verschijnsel wijst, vergelijkt dit met het veel geconstateerde feit, dat een gedachte, die later algemeen verbreid zal worden, bij verschillende mensen vaak ongeveer gelijktijdig opkomt. Een voorbeeld hiervan vindt men in de geschiedenis van de wet van het behoud van arbeidsvermogen. Mayer, Joule, Donders en Helmholtz publiceerden hun hierop betrekking hebbende ideeën gedeeltelijk onafhankelijk van elkaar in de periode tussen 1842 en 1847: de conceptie hing a.h.w. in de lucht. Men heeft hier te maken met algemene tendenties die men herhaaldelijk bij de studie van de geschiedenis der wetenschap tegenkomt en die vaak aanleiding gegeven hebben tot een onverkwikkelijke prioriteits-strijd.

Evenals er in de evolutie der organismen perioden zijn van *explosief optreden van nieuwe vormen*, gevolgd door perioden van langzame orthogenetische verderontwikkeling, vindt men ook in de wetenschap en kunst perioden van explosieve ontwikkeling. K. H. Bouman (6) wees in dit verband op het „*miracle grec*”, G. Kraus (16) op het

„Hollandse wonder” (Rembrandt, Grotius, Spinoza, Huygens en Leeuwenhoek). In die bloeiperioden deed de mensheid een sprong naar een hoger niveau (K. H. Bouman (5)). Een groot aantal genieën traden in die tijden op bij bepaalde rassen of liever, volgens Bouman (5), bij bewoners van bepaalde streken, waar rassengeming plaats vond. Bouman concludeerde, dat bij dit verschijnsel exogene factoren geen overwegende rol spelen. De Candolle (9) vestigde reeds in de vorige eeuw de aandacht op het feit, dat de kleine onafhankelijke staten van Europa, die in de loop van de geschiedenis veel religieuze vluchtelingen onderdak verschaften, veel beroemde mannen voortbrachten.

Men zou aan bovengenoemde voorbeelden kunnen toevoegen de plotselinge ontwikkeling van het aandeel, dat de Joden in de 19e en het begin der 20e eeuw gehad hebben in de medische en natuurwetenschappen. Wat de medicijnen betreft, denke men aan Stilling, Henle, Traube, Schiff, Valentin, Kronecker, Hermann, Minkowski, Cohnheim, Remak, Romberg, Edinger, Ehrlich, Loeb, Warburg, Neisser, Wassermann, Widal, Hamburger, Magnus en vele anderen en wat de physica en chemie betreft aan H. Hertz, Viktor Meyer, von Bayer, Haber, Einstein, Bohr, Sommerfeld, Born, Ehrenfest, enz.

Toch moet men met de conclusie, dat men hier te maken heeft met een endogene evolutiefactor voorzichtig zijn. Het voorbeeld van de bijdrage der Joden tot de wetenschap doet ons het belang van exogene, milieu-factoren zien, n.l. in dit geval de emancipatie der Joden in Duitsland in de 19e eeuw na een eeuwenlange onderdrukking en vervolging (zie C. Roth (21)).

Kraus (16) wees in zijn boven aangehaald artikel ook speciaal op het belang van het milieu, hij schrijft naar aanleiding van het Hollandse wonder: „Uit het bovenstaande kan dus worden geconcludeerd, dat de sterk schommelende tijdelijke verbreiding van de geboorten van beroemde personen, zoals die in de loop der eeuwen valt waar te nemen, kan worden terug gebracht op de maatschappelijke verhoudingen die een zeker aantal jaren later bestaan.”

Echter zijn er waarschijnlijk wel endogene factoren in het spel, als men bedenkt, dat het aantal Nobelprijzen, dat aan Joden of personen van joodse afkomst werd toegekend, belangrijk hoger is dan verwacht zou worden op grond van de grootte van de joodse bevolking in de landen, die Nobelprijzen verwierven. Beschouwen wij de Nobelprijzen voor physica, chemie en medicijnen, dan blijkt, dat in de periode van

1901 tot 1940, 128 personen de prijs verwierven. Hiervan waren 20 personen of 15% Joden of personen van joodse afkomst. Trekt men het aantal van de laatst genoemden, dat op zich zelf voor deze kleine bevolkingsgroep al merkwaardig groot is, van de 20 af, dan blijken 13 of 10% der prijzen aan Joden toegekend te zijn. Behalve 3 prijzen die aan een Brits-Indiër en 2 Canadezen werden toegekend, werden alle andere prijzen dus 125 gegeven aan inwoners van Europa en de Verenigde Staten van Noord-Amerika. In Europa woonden vóór 1940 2%, en in de Verenigde Staten 3,6% Joden, een percentage dat belangrijk lager is dan dat der aan hen toegekende Nobelprijzen.

De oorzaken van het explosief optreden van grote mannen zijn dus nog niet voldoende bekend.

In de explosieve phase van de wetenschap is er vooral voor de snel reagerende romantici onder de geleerden (in de zin van O s t w a l d) gelegenheid om veel te presteren, terwijl in de periode van de orthogonetische verderontwikkeling de klassici een groot aandeel aan de opbouw der wetenschap zullen hebben.

Indien men evolutie aanneemt, moet men op een of andere wijze ook aannemen, dat nieuwe eigenschappen erfelijk vastgelegd worden en op de nakomelingen worden overgebracht. Bij de evolutie van het geestelijk bezit der mensheid moet dan ook de *erfelijkheid* een rol spelen. Inderdaad is dit het geval; door woord en geschrift worden de gedachten en feiten der wetenschap op de volgende generaties overgebracht. De overdracht gaat hier dus niet meer door middel van genen: de geest overwint de stof (zie de bespiegelingen van H. J. T. B i j l m e r (8) naar aanleiding van de publicaties van H u r s t en J. H u x l e y).

Slaan wij tenslotte nog een blik op de *toekomst der wetenschap*, dan kunnen wij deze met vertrouwen tegemoet gaan indien wij bedenken dat volgens D u b o i s en V e r s l u y s (24) aan de wortel van het geslacht Homo het aantal hersencellen twee maal verdubbeld is, waardoor het aantal neuronen toenam van $3\frac{1}{2}$ milliard tot 14 milliard. De mens moest in de loop van vele eeuwen leren deze celmassa's te gebruiken en zij stelden hem in staat zijn cultuur op te bouwen. De meeste tegenwoordig levende mensen benutten deze overmaat aan neuronen nog niet ten volle, in het dagelijks leven is dit zeker niet het geval. Neemt men echter in aanmerking de relatief korte tijd dat het geslacht Homo op aarde bestaat en de bovengenoemde enorme vermeerdering van het aantal hersencellen, dan is het zeer waarschijnlijk dat de tegenwoordige mens nog beschikt over een rijke bron, waaruit hij putten kan ten bate van de vooruitgang der mensheid. Laten wij hopen dat het uit de palaeontologie bekende verschijnsel van de „*Ueberspezialisierung*“ dat leidt tot

uitsterven — men denke aan het gewei van het reuzenherf en de hoektanden van de sabeltijger, die deze dieren tot last werden, zodat zij uitstierven — de enige wet van de organische evolutie is, die niet geldt voor de geestelijke evolutie. De ontdekking van de kernsplitsing der atomen doet echter vrezen, dat ook deze evolutiewet geldig is in het rijk van de geest.

Aan het einde gekomen van onze beschouwingen, zou ik er op willen wijzen, dat wij gepoogd hebben organische evolutiewetten, bekend uit de biologie en palaeontologie, toe te passen op een psychisch evolutieproces n.l. de groei van de menselijke kennis. *Ariëns Kappers* (3) heeft bij verschillende gelegenheden juist de omgekeerde werkwijze gevolgd; hij toonde aan dat psychische wetmatigheden toegepast kunnen worden op de organische ontwikkeling. Reeds *Heriing* beschouwde de herinnering als een algemene eigenschap der organische stof. *Ariëns Kappers* (1) wees er o.a. op dat de associatiewetten uit de psychologie zich in de bouw der hersenen weerspiegelen door stoffelijke associatie op grond van simultane prikkeling (*neurobiotaxis*). De aandacht uit zich volgens hem (3) in de organische ontwikkeling als differentiatie.

Zowel de psychische wetten als de wetten der organische evolutie zijn niet alleen geldig in hun eigen gebied, doch in het gebied van stof en geest beide. Het zijn algemene wetten, die in het ene geval eerst bij het onderzoek van de psyche, in het andere geval bij de studie van de organische evolutie gevonden werden omdat zij op hun eigen terrein meer op de voorgrond treden. Bij nadere beschouwing blijken zij zowel voor psyche als soma te gelden.

L I T E R A T U U R

- 1) *C. U. Ariëns Kappers*: Over een psychische wet in de bouw der hersenen. Ned. Tijdsch. v. Geneesk. 1927. I p. 2226.
- 2) *C. U. Ariëns Kappers*: Zielsinzicht en levensopbouw. 1925.
- 3) *C. U. Ariëns Kappers*: Natuur en Geest. 1941.
- 4) *K. H. Bouman*: Problemen van ontarding en begaafdheid. Rede 1916.
- 5) *K. H. Bouman*: Het genie als biologisch probleem. Mens en Maatschappij, IV 1928.
- 6) *K. H. Bouman*: Le Miracle Grec. Psychiatr. Neurol. Bladen 1934.
- 7) *J. M. Burgers*: Over de verhouding tussen het entropiebegrip en de levensfuncties. Verhand. der Ned. Akad. van Wetenschappen afd. Natuurkunde. Eerste sectie deel XVIII No. 3, 1943.
- 8) *H. J. T. Bijlmer*: De evolutie van de mens. 1946.
- 9) *A. de Candolle*: Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten. 1911.
- 10) *E. Cohen*: J. H. van 't Hoff, 1912.
- 11) *F. C. Donders*: Het jubileum van Prof. Donders. Gedenkboek 1889.
- 12) *E. Dubois*: Die phylogenetische Grosshirnzunahme; autonome Vervollkommung der animalen Funktionen. Biologia Generalis, Band VI. 1930.
- 13) *H. Hirschfeld*: Enkele beschouwingen over theologie en entelechie. Ned. Tijdschr. v. d. Psychologie. 1948.

- 14) *J. Huxley en J. Fisher: De levende gedachten van Darwin.* 1940.
- 15) *Ph. Kohnstamm: Vrije wil of determinisme.* 1947.
- 16) *G. Kraus: Over de meerwaardige Nederlanders.* Psychiatr. Neurol. Bladen. 1936.
- 17) *A. L. Kroeber: Configurations of culture growth.* 1944.
- 18) *H. J. Lam: Evolutie.* 1946.
- 19) *M. Marquardt: Paul Ehrlich.* 1924.
- 20) *W. Ostwald: Grosse Männer.* 1910.
- 21) *C. Roth: The Jewish contribution to civilisation.* 1945.
- 22) *O. H. Schindewolf: Paläontologie, Entwicklungslehre und Genetik.* 1936.
- 23) *C. L. Schleich: Besonnte Vergangenheit.* 1931.
- 24) *J. Versluys: Hirngrösse und hormonales Geschehen bei der Menschwerdung.* 1939.
- 25) *J. D. v. d. Waals: Die Zustandsgleichung.* Nobelrede 1911.
- 26) *H. G. K. Westenbrink: De wetenschap om haar zelfs wil.* Rede 1946.
- 27) *H. Zeiss: Elias Metschnikow.* 1932.
- 28) *H. J. Jordan: De causale verklaring van het leven.* 5e druk, 1947.

Summary

According to Ariens Kappers it is possible to recognize in organic evolution mental laws (neurobiotaxis — association, differentiation — attention). In this publication it is pointed out, that in mental evolution, viz the evolution of human science, it is possible to recognize laws of organic evolution.

The sudden, unexpected appearance of ingenious conceptions is the mental counterpart of the discontinuous organic evolution by mutations.

In the logical character of mental processes and the steadily progress of science we recognize the orthogenetic character of organic evolution. The intuitive conceptions are unique and never returning: „l'histoire ne se répète pas” is the mental counterpart of Dollo's law, and „l'histoire se répète” is the mental form of the convergences in organic evolution.

The fact, that less ingenious conceptions are appearing in old age is the mental form of Rosa's law.

The phenomenon that a certain discovery is frequently made by several independent investigators at the same time, is compared with the „foreshadowing of coming characters” in palaeontology.

The „miracle grec” and other explosive culture phenomena are the mental forms of the explosive appearance of new species in palaeontology.

In the transfer of thoughts in words and writing on the next generation we recognize organic heredity.

It is possible that the mental form of the exaggerated specialisation, which has led to the extinction of species during organic evolution, can be seen in the new development of physics (atomic-bomb!).