

NED. NAT. BUREAU VOOR ANTHROPOLOGIE

Prof. Dr. TINE TAMMES:

Inleiding tot den cursus voor Erfelijkheid en Eugenetiek.

Bij alle beschouwingen over de toepassing van de erfelijkheidsleer op den mensch is van fundamenteel belang de vraag naar de verhouding tusschen hetgeen we aan de levende wezens waarnemen en hetgeen ze eigenlijk zijn. Zelfs als al het waarneembare aan een individu was waargenomen, zou men het toch nog niet volkomen kennen, maar slechts één van de vele mogelijkheden, die het in zijn uiterlijk, zijn phaenotypus kan vertoonen. Voor iedere eigenschap geldt, dat de aanleg daarvoor aanwezig moet zijn, dat is primair; maar of een eigenschap inderdaad op zal treden en in welken graad dat zal gebeuren, is afhankelijk van de omstandigheden waaronder dat individu zich ontwikkelt. De erfelijke aanleg, de genotypus bepaalt de grenzen waartusschen de eigenschappen al naar de omstandigheden kunnen varieeren en voor vele eigenschappen liggen die grenzen veel verder uiteen dan men gewoonlijk wel denkt. Een individu is gedurende zijn ontwikkeling zoo plastisch, dat er onder verschillende omstandigheden iets heel verschillends uit kan groeien. Maar hoe groot ook de invloed van de omstandigheden moge zijn, de genotypus verandert niet. Afgezien van mutaties gaan de erfactoren, de genen, onveranderd van generatie tot generatie als een onafgebroken keten. Het voorkomen van dezelfde erfactoren in opeenvolgende generaties dat is erfelijkheid. Niet de eigenschappen erven over, maar de erfactoren. Zoo vormen bij de levende wezens de erfactoren het onveranderlijke, het blijvende element in de reeks der op elkaar volgende geslachten; datgene wat erfelijke aanleg en omstandigheden tezamen voortbrengen, de phaenotypus is het tijdelijke en verdwijnt weer met het individu.

Terwijl door de omstandigheden een zoo geheel verschillend uiterlijk teweeggebracht kan worden, hebben de nauwkeurige onderzoeken van de laatste jaren ook aangetoond, dat verschillen, die alleen het gevolg zijn van verschil in erfelijken aanleg, veel kleiner kunnen zijn dan men oorspronkelijk meende. Wat bij één enkel individu door verschil in omstandigheden kan worden teweeggebracht omvat soms zeer vele malen dat wat verschil in genotypus kan veroorzaken bij individuen onder gelijke omstandigheden levend. Dit is een ernstige waarschuwing om niet overhaast een verschil of overeenkomst aan erfelijken aanleg of aan de omstandigheden toe te schrijven.

Gesteld dat men van een levend wezen al de eigenschappen waar kon nemen, die het volgens zijn erfelijken aanleg onder de meest uiteenlopende omstandigheden zou kunnen vertoonen, ook dan nog zou men het niet volkomen kennen. Van de erfactoren, ook van de best onderzochte planten en dieren is nog maar een betrekkelijk gering aantal vastgesteld en van die van den mensch kent men slechts zeer weinige. Maar zelfs wanneer al de erfactoren, die den aanleg vormen voor de verschillende eigenschappen van een individu waren vastgesteld, dan nog zou men slechts een deel van den genotypus van dat individu kennen. Want de erfelijke aanleg van plant, dier en mensch bevat ook erfactoren, die zich onder geen enkele omstandigheid uiten. Die erfactoren worden onmerkbaar megedragen door het geheele leven en eerst in volgende generaties, misschien eerst in het verre nageslacht maakt een andere combinatie het mogelijk, dat zij zich in een eigenschap manifesteren. Het aantal van deze onmerkbaar aanwezige erfactoren is niet gering, want de genetische onderzoekingen hebben aangetoond, dat er meerdere oorzaken zijn waardoor erfactoren verhinderd worden zich te uiten. In 't kort zullen deze worden besproken.

Wanneer bij het ontstaan van een nieuw individu door de versmelting van twee voortplantingscellen de erfactoren van deze beide zich tot paren vereenigen, zullen verreweg de meeste van deze paren uit twee gelijke partners bestaan. Er kunnen echter ook paren voorkomen, die twee verschillende erfactoren bezitten. Een individu met één of meer van dergelijke paren is een bastaard of heterozygoot. Domineert, dat is overheerscht een van de twee erfactoren in zijn werking volkomen over den anderen, den recessieven, dan is van de aanwezigheid van dezen laatsten niets te merken. Generaties lang kunnen dergelijke recessieve erfactoren onmerkbaar aanwezig zijn, steeds overheerscht door de domineerende, totdat door de combinatie twee tot een paar vereenigd worden en dan de eigenschap, die zij beheerschen, te voorschijn roepen. Alle menschen, de hoogere dieren, vele planten zijn bastarden en bezitten een grooter of geringer aantal recessieve erfactoren.

Onder de recessieve factoren zijn de lethale, de doodelijk werkende, van een bijzondere beteekenis. Wanneer deze als paar aanwezig zijn, werken ze zoo belemmerend op de fundamenteele levensverschijnselen, dat het individu dadelijk na de vereeniging van de twee voortplantingscellen of na een korte ontwikkeling afsterft. Vormt echter de lethale erfactor met den partner, die een normale ontwikkeling veroorzaakt een paar dan is van de aanwezigheid van den lethalen erfactor niets te merken. Het is gebleken, dat planten, dieren en ook de mensch dergelijke inferieure erfactoren in hun genotypus meedragen.

Verder kunnen de erfactoren onmerkbaar zijn door de aanwezigheid van remmingsfactoren. Deze kunnen zelf geen eigenschap

te voorschijn roepen, slechts andere erfactoren in hun werking verhinderen, b.v. erfactoren, die een kleur veroorzaken, zoodat witte dieren of planten met witte bloemen ontstaan.

Ook zal van de aanwezigheid van sommige erfactoren niets zijn te merken, wanneer de eigenschap, die deze kunnen veroorzaken, overdekt wordt door een andere eigenschap, hypostatisch is ten opzichte van deze laatste zooals men dat noemt. De zwarte kleur van den haverkorrel overdekt de gele, evenals de zwarte kleur van duiven de roode.

Door de genetische onderzoekingen is aangetoond, dat bij vele planten, dieren en ook bij den mensch meerdere gelijke paren van erfactoren voorkomen. In de meeste gevallen versterken deze zoogenaamde polymere factoren elkaars werking, maar soms gebeurt dat niet. Dan is het niet waar te nemen of een individu slechts één enkelen partner van een paar, één paar, twee of nog meer paren van die erfactoren bezit.

Waarschijnlijk wel het grootste deel van wat onmerkbaar in den genotypus aanwezig is, wordt gevormd door de onvolledige complexen van erfactoren. In de onzichtbare wereld van den erfelijken aanleg werken de erfactoren samen tot het doen ontstaan van die eigenschappen. Bij die samenwerking spelen de verschillende erfactoren een zeer verschillende rol. Er zijn er van fundamenteele beteekenis en van meer ondergeschikt belang. Ontbreekt een van de eerste dan kunnen de overige van het complex tezamen niets tot stand brengen; van hun aanwezigheid is niets te merken. Van hoeveel erfactoren zullen niet bepaalde inrichtingen der organismen, bepaalde handelingen afhankelijk zijn, vele daarvan zijn van zóó groote beteekenis, dat zonder hunne medewerking deze eigenschappen niet tot stand komen. De overige gaan onmerkbaar van geslacht tot geslacht totdat eens in een individu het complex door combinatie volledig is geworden. Dan treedt plotseling de eigenschap te voorschijn.

Ten slotte moeten in dit overzicht nog genoemd worden de erfactoren die de eigenschappen beheerschen, welke de beide geslachten van elkaar onderscheiden. In elk individu zijn de eigenschappen voor beide seksen in aanleg aanwezig, maar slechts de eigenschappen van het vrouwelijke of van het manlijke geslacht treden op.

In het voorgaande is alleen gesproken over dat deel van den erfelijken aanleg, dat in de kern is gelocaliseerd. Over de rol, die het protaplasma bij de erfelijkheid speelt, weten we nog zeer weinig. Hoeveel daarin verborgen aanwezig is, kunnen wij niet eens gissen.

Wanneer we samenvatten wat we eigenlijk weten van een individu, dat we kunnen waarnemen, dan stemt dat wel tot bescheidenheid en het waarschuwt om niet te snel uit den phaenotypus een oordeel te vormen over den genotypus.

Dr. JOH. VAN DER SPEK: Erfelijkheid bij den Mensch.

Van de vele zijden, die er aan dit onderwerp zijn, heb ik, in aanmerking genomen de verdere onderwerpen van dezen cursus die gekozen, welke meer in het bijzonder stilstaat bij de verschillen, waarop men bij de bestudeering dezer vraagstukken bij plant en dier (de vorige voordracht) eenerzijds en bij den mensch anderzijds bedacht moet zijn.

Is het al heel moeilijk gezien het phaenotype, de verschijningsvorm, van plant of dier op een bepaald oogenblik te besluiten tot het genotype, waaruit ze ontsproten, bij den mensch is dit nog veel moeilijker. Bepalen bij plant en dier genotype en onmiddellijke milieu-invloeden alles, voor het phaenotype door den mensch ver-toond, komt men met dit tweetal toch niet toe; moet dit ver-vangen worden door het drietal: erfelijkheid, milieu, opvoeding, in het bijzonder zelfopvoeding. De laatste — ook al beschouwt men den wil (dàn opgevat als een zielsvermogen in den zin der oudere psychologie) als een geërfden factor — is zeker niet restloos terug te brengen tot erfelijkheid en milieu.

In tegenstelling met het ontwikkelingsbeginsel, dat in het dierenrijk geldt: 'n steeds verder doorgevoerde aanpassing van het dier aan de natuur, die het dier omringt, tot een biologische twee-
eenheid, geldt voor de menschheid (in een genotypischen aanleg gegrond -?-) 't ontwikkelingsbeginsel, dat de natuurlijke afhankelijkheid en beperktheid van het lichaam steeds meer wordt overwonnen en uitgeschakeld, en dat het bloot natuurlijke tot steeds meer ver-geestelijkte vormen rijpt.

Toch is met name in de paedagogie het feit te dikwijls tot schade voor de opvoeding voorbijgezien, dat de mensch bij zijn geboorte geen tabula rasa, geen gladgestreken schrijftafeltje is, waarop de opvoeder naar willekeur zijn characters kan ingriffelen. Ook de mensch is een levend wezen, studie-object der biologische weten-schappen, met plant en dier onderworpen aan gelijke erfelijkheids-regels; gekenmerkt door de gecompliceerdheid der verhoudingen, en de nog maar spaarzaamelijke bekendheid met de erffactoren. De meeste zijn zeker nog niet bekend.

Ook bij den mensch is het de erfelijkheid, die inzicht geeft in de gelijkenis en het verschil tusschen de opvolgende generaties. Ook bij den mensch wordt diens aanleg hem bij zijn geboorte als een onberekenbare schat van mogelijkheden meegegeven, verklaard door het erfelijkheidsonderzoek.

Alleenlijk: hier is heelemaal niet te voorspellen, wat uit die potenties, die eigenschappen in aanleg, in den loop van het leven worden zal. De driehoek met omgeschreven cirkel, door mij ver-toond, tracht in die veelheid van momenten wat orde te brengen.

Zelfs bij zeer ongunstigen, en zeer misdeelden aanleg blijven hier bij den mensch nog groote verrassende mogelijkheden (Demos-thenes, Helen Keller).

De betrekkelijkheid van ons biologisch inzicht laat zelfs dan, wanneer alles tegen lijkt, nog hoop.

De mensch gelijkt dus evenals plant en dier op zijn ouders en voorvaderen. Naar lichamelijke verschijning, en eigenaardigheden. Ook naar zijn geestelijke eigenschappen. Naar temperament en karakter. Gezonde en ziekelijke eigenschappen. Hij verschilt van deze. Toch bleef juist de identificatie van den enkeling tegenover zijn soortgenooten een moeilijkheid, totdat in den vingerafdruk bij alle punten van gelijkenis tusschen opvolgende generaties (ook hier speelt de erfelijkheid haar rol), en bij alle haast identieke gelijkheid, waar het de vingerafdrukken van eenenige tweelingen betreft, in een klein overzichtelijk bestek voldoende niet te wijzigen identiteitsaanwijzingen aanwezig bleken. Het verloop der huidlijsten op een vinger-top — het dactylogram — is dus theoretisch belangrijk voor 't erfelijkheidsonderzoek, praktisch van belang in de criminologie.

Evenals bij plant en dier bleek de verstrooiing der eigenschappen, zoowel lichamelijke als geestelijke, bij rangschikking de binominale curve te geven. Ook bij den mensch een dringen naar de middelmaat met geringe frequentie der uiterste waarden. De individuele gaven van lichaam en geest kunnen echter van mensch tot mensch wel heel ver uiteen liggen.

Bij den mensch trokken de aandacht de erfelijkheid van meerdere lichamelijke afwijkingen; ook die van meerdere geestelijke stoornissen. Maar alles is hier veel moeilijker dan bij plant en dier door de latere geslachtsrijpheid van den mensch — het in tijdsruimte ver uiteen liggen der elkaar opvolgende generaties — door het beperkte kinderenaantal, dat lang niet alle mogelijkheden, en vrij zeker nooit onder dezelfde omstandigheden een kans geeft; door de meestal distantieele verspreidheid der familieleden; door de onzekerheid der niet persoonlijk gecontroleerde gegevens; enz. enz. Toch werden zeer vele stamboomen, ascendentie- en descendentie schema's met en zonder collateralen verzameld, die in den erfelijkheidsgang van allerlei menschenlijke eigenschappen een inzicht gaven.

Ook bij den mensch bleken domineerende en recessieve eigenschappen voor te komen. Juist die schuilgaande eigenschappen brengen bij de algemeene bastaardeering (in den zin der erfelijkheidsstudie) der eigenschappen van den mensch verrassingen.

Dan kunnen door toevallige omstandigheden — die bij de onderlinge huwelijken van bloedverwanten veel vaker voorkomen — in het nageslacht twee recessieve factoren vereenigd worden, zoodat een anders schuilgaande eigenschap tot openbaring komt.

Bij de erfelijkheidsstudie van den mensch blijkt de overerving

dikwijls heel gecompliceerd; de geslachtsgebonden erfelijkheid, enz.

Van verhoogde beteekenis werd het erfelijkheidsonderzoek van den mensch, in den laatsten tijd, bij de studies over het ontstaan der zielsziekten en den opbouw van het karakter. De typologie (genotypie -?-), het onderzoek naar de (erfelijke -?-) grondstructuur van het karakter (phaenotypie) gaf daarin meer inzicht. De oude temperamentenleer (Hippocrates, Galenus), de gegevens der Groninger school, Bertillons identificatie-methode, Sigauds indeeling, enz. zij vonden een voorloopige afsluiting in Kretschmers typologie. Wat het onderzoek naar de erfelijkheid der geestesziekten betreft noem ik dat bij de lijders aan *dementia praecox*; en dat bij de ascendenten van personen over wie een pathographie werd geschreven.

De phaenotypie van den mensch als lichamenlijk-geestelijk wezen bleek wel heel gecompliceerd. Vond Freud in het menschelijk droomleven, enz. zelfs van den oermensch nog onveranderde eigenschappen aanwezig, de overerfelijke raseigenschappen zijn toch wel exacter te bestudeeren. Met het in de chromosomen vastgelegde geslacht zijn tal van geslachtsgebonden overerfelijke eigenschappen van het typische vrouwelijke en mannelijke zieleven verbonden.

En bij den ontwikkelingsgang van zuigeling, kind, puber, volwassene, enz. verdeelen allerlei aan die bepaalde ontwikkelings-phase gebonden eigenschappen het leven van den mensch in meerdere bijzonderlijk gekenmerkte en, gevoelige, perioden; totdat de divergeerende evolutie van man en vrouw in de seniliteit tot een convergeerende involutie samenleigt.

De mensch neemt door dit alles bij het erfelijkheidsonderzoek wel een eigen plaats in. Een eigen plaats ook daarin, dat, terwijl de veredeling van planten en dieren, dikwijls onmiddellijk binnen het bereik van den mensch ligt, 's menschen eigen veredeling, waartoe de eugenetiek aanspoort, altijd door kakogenetische groepen bedreigd wordt. De toekomstige geestelijke leiders van ons volk mogen daarvoor belangstelling krijgen.

Prof. Dr. N. Ph. TENDELOO: Het Gestel.

Onze voorouders hadden 't in de vorige eeuw bij ziekte of ongesteldheid meestal over het gestel. De snel opkomende bacteriologie verdrong dit begrip bijna geheel, doch in deze eeuw is het allengs weer in aanzien gekomen. Wat is de beteekenis van het gestel of de constitutie?

De normale volwassen mensch heeft tal van eigenschappen. Welke zijn constitutioneele? Men denkt daarover niet eender. Ieder zal wel eigenschappen, die aan alle levende weefsels in cellen toekomen, als as- en dissimilatievermogen, veerkracht, zout- en watergehalte, als constitutioneele bestempelen. Want zij komen aan het

geheele organisme toe, al zijn er plaatselijke verschillen. Maar wij kunnen ook elk orgaan of weefsel als geheel beschouwen, en vinden dan eigenschappen, die voor een bepaald orgaan of weefsel constitutioneel zijn, doch aan andere ontbreken, als b.v. het samentrekkingsvermogen van spieren, het vermogen gal te berèiden van de lever, enz. De organen onderscheiden zich door zulke constitutioneële eigenschappen.

Maar zulke orgaaneigenschappen zijn ook van constitutioneële beteekenis voor het organisme, wanneer zij onmisbaar zijn voor de instandhouding hiervan. Er zijn n.l. organen, die de mensch niet kan missen zonder ziek te worden of zelfs te sterven, als b.v. hart, beide longen, beide nieren, beide bijnieren, maagdarmkanaal, lever, pancreas, centraal zenuwstelsel, klieren met inwendige secretie („bloedklieren”); andere, hoe nuttig ook, als de spieren der ledematen, ja geheele ledematen, kan hij ontberen. De onmisbare organen werken bij hun verrichtingen op elkander in en „constitueeren” door hun samenwerking het organisme. Organisme is dus een morfologisch-functioneel begrip: een samenstel van organen, die op elkander inwerken en met elkander samenwerken. Dit is de constitutioneële beteekenis dier onmisbare organen voor het organisme. Stoornis in bepaalden graad van een der onmisbare, constitutioneële verrichtingen beteekent ongesteldheid of ziekte. Dit geldt ook voor de ziel, welker verrichtingen in de hersenen van constitutioneële beteekenis voor het organisme zijn.

Individueele verschillen der constitutie zijn dus mogelijk: 1. door verschillen van algemeene eigenschappen 2. door verschillen van onmisbare organen en hun verrichtingen. Er is een onoverzienbaar aantal mogelijke verschillen en combinaties, zoodat er wellicht niet twee gelijke menschen zijn.

Al deze eigenschappen beschouwen wij als geërfd. Zijn echter *alle* constitutioneële eigenschappen geërfd? De pathologische waarneming leert van niet. Zoo b.v. onderscheiden eunuchen (in de jeugd dubbelzijdig gecastreerde mannen) zich vaak door een sterkeren lengtegroei, onvolkomen of ontbrekende secundaire geslachtskenmerken en vaak vetzucht. Waarom zouden wij dat geen andere constitutie noemen, terwijl wij dat wel doen bij eunuchoiden, die zich van eunuchen alléén onderscheiden door een „geërfde” hoogst gebrekkige ontwikkeling der geslachtsklieren (hypogenitalisme)? Zoo kan ook de schildklier ontbreken bij het pasgeboren kind; zij kan ook in de eerste jeugd worden vernietigd of tot onvoldoende werking gebracht. In vele zulke gevallen groeit het kind op tot een cretin met sterk afwijkende constitutioneële eigenschappen. Ook gestoorde verrichtingen der hypofyse leidt tot abnormale constituties. Maar ook de leeftijd is van groote beteekenis voor de constitutie. De vatbaarheid van kinderen en oude menschen voor narcotica is b.v. veel

grooter dan die van den mensch in de kracht van het leven. Hetzelfde is bewezen voor ettelijke infecties bij proefdieren. Het weerstands- en uithoudingsvermogen en andere eigenschappen toonen ook groote verschillen, afhankelijk van den leeftijd.

Als „conditie” moge men snel voorbijgaande schommelingen van de constitutioneele samenwerking, b.v. door vermoeidheid, overlading der maag, een verkoudheid of andere ongesteldheid, onderscheiden (bij kunstenaars, wetenschappelijke werkers, renpaarden enz.), zoodra een constitutioneele eigenschap een *zelfstandig* geworden en *duurzame* verandering toont, beteekent dat een verandering van het gestel, al duurt zij niet tot den dood.

Men kan met „constitutioneele eigenschap” twee verschillende dingen bedoelen: òf een *kenmerk* zonder meer of uiting van een bepaalde constitutie, waaraan wij geen bepaalden invloed op de constitutie toekennen, als b.v. groote lichaamslengte van eunuchen of de uiterlijke teekenen van een cretin; òf men bedoelt met „constitutioneele eigenschap” een potentieel begrip, een *factor* of bewerker, met het vermogen, met andere factoren in een bepaalde constellatie (samenstel van factoren) zekere werking uit te oefenen, d.i. een verandering teweegtebrengen (kinetisch) of een toestand te onderhouden (statisch). De kenmerken hebben zekere diagnostische waarde. Samen met de verrichtingen doen zij ons de constitutie kennen. De constitutioneele factoren daarentegen bepalen den toestand en de vermogens van het organisme, d.i. zijn constitutie of gestel. Dit is dus *niet* de *som*, maar het *samenstel* of de constellatie der *op*, *met* of *tegen* elkander werkende constitutioneele factoren.

Maar die factoren vormen ook groepsgewijze kleinere constellaties, die wij als verschillende vatbaarheden, prikkelbaarheden, immuniteiten, disposities of diathesen, ook aanleggen, werk- weerstands- of uithoudingsvermogens, aanduiden. Maar geen dezer constellaties is geheel onafhankelijk van de overige, d.i. van het overige organisme. Zoo kan b.v. longtuberculose onder invloed van suikerziekte (door een bepaalde verandering van het pancreas) verergeren. Het kan echter doelmatig voor het onderzoek zijn, tijdelijk één groep van factoren of zelfs één factor te onderzoeken. Voor ons eindoordeel moeten wij evenwel de geheele constellatie beschouwen.

Ofschoon bij ziekte in het algemeen constitutioneele factoren een rol spelen, noemt men constitutioneele ziekten alleen die, welke uitsluitend door een fout of gebrek der constitutie ontstaan. Zoo is b.v. de vetzucht door onvoldoende werking van een inwendig secreet constitutioneel, in tegenstelling van die door mesten (overmatig eten en drinken) bij lichamelijke rust.

Met *aanleg* duidt men een eigenschap of samenstel van factoren van kleine afmetingen, die door „groei” of ontwikkeling leiden tot datgene, waarvoor de aanleg werd aangenomen, b.v. voor vetzucht,

evenals men spreekt van aanleg voor musicus, taalkundige enz. Een vatbaarheid of dispositie enz. kan echter alleen blijken door inwerken van een „prikkel”, die exogeen is, b.v. een gif.

Uit het bovenstaande volgt, dat het onderzoek van een constitutie beteekent onderzoek van een nog onbekend aantal factoren en constellaties. Geen wonder, dat wij nog niet één constitutie bij benadering kennen. Allerlei pogingen, de verschillende constituties te groepeeren, zijn dan ook onbevredigend gebleken. Vroeger nam men temperamenten aan: *Sigaud*, *Kretschmer* e.a. hebben in deze eeuw eenige typen geteekend. Zelfs wanneer wij de som van al die pogingen konden nemen, zoude de uitkomst niet bevredigen. Hoe bedriegelijk kenmerken kunnen zijn, blijkt b.v. uit de ervaring, dat vooral juist forsich gebouwde, krachtige mannen aan griep, longontsteking of typhus abdominalis ten offer vallen.

Verschillende organen kunnen elkander min of meer aanvullen of vervangen. De Skopzen castreren jongens in hun jeugd; de daaruit opgroeijende mannen toonen niet alle dezelfde afwijkingen (vetzucht, sterke lengtegroei enz.), gelijk *Koch* in den wereldoorlog waarnam. Bij eunuchoidie vindt men eveneens nu eens lange ledematen zonder vetzucht, dan eens vetzucht zonder lange ledematen. Zouden deze verschillen aan verschillen in ontwikkeling der kiemklieren zijn toe te schrijven? Ook hier moet men aan verschillende constellaties van constitutioneele verrichtingen denken en in die richting onderzoeken.

Ziel (hersenen) en lichaam staan in voortdurende wisselwerking met elkander. Evenals men van de constitutie van een orgaan in het algemeen kan spreken, heeft ook de ziel een gestel. In het zieleleven zijn verschillende constellaties werkzaam. Het karakter beteekent b.v. een constellatie van factoren. Een constellatie, die in staat stelt op school hooge cijfers te behalen, waarborgt nog niet het vermogen, in de maatschappij een leidende rol te spelen en omgekeerd. Laat ieder zich, bij zekere algemeene ontwikkeling, zooveel mogelijk in de richting van zijn constellatie ontwikkelen.

Overal in het heelal ontmoeten wij constellaties, ook van hemellichamen, ook in de *bevruchte eicel*. Vanaf de bevruchting is het samenstel (constellatie) harer erfactoren (bestanddeelen) haar constitutie. Dit samenstel is het, wat men genotypus noemt. Door hun samenwerking en allengs verder gaande splitsing en ontwikkeling (differentiatie) ontstaan gaandeweg de verschillende bestanddeelen, die den *phaenotypus* opbouwen in het voldragen kind, zooals wij het kennen. Zijn constitutie heeft zich uit die van de bevruchte eicel, uit den genotypus, ontwikkeld en verandert langzamerhand verder.

De sterrenkundige kent de bewegingen der hemellichamen zóó nauwkeurig, dat hij allerlei verschijnselen jaren te voren vermag te

voorspellen. Wij hebben ons voorwerp van onderzoek heel wat dichter bij ons, doch kunnen lang niet aan dergelijke voorspellingen denken, evenmin als de weerkundige. De door ons te onderzoeken verschijnselen zijn dan ook hoogst ingewikkeld. Een prikkel te meer, flink aan te vatten en door te zetten.

Dr. P. J. WAARDENBURG:
Tweelingonderzoek en Erfelijkheidsstudie.

De kern van het tweelingvraagstuk is de vraag naar de al of niet identiteit der e. tw. ¹⁾). Zijn zij de eenige erfelijk-identieke menselijke wezens, dan zijn de verschillen, die zij tijdens hun leven bieden, van paratypischen aard. Wordt een bepaald kenmerk steeds of nagenoeg steeds bij beide e. tw. aangetroffen, dan mag men het in hoofdzaak erfelijk bepaald achten. De tw. tw., die erfelijk en niet-erfelijk (idiotypisch en paratypisch) van elkaar verschillen, dienen dan als achtergrond ter vergelijking. Een kenmerk nl. dat bij e. tw. geregeld of gewoonlijk concordant voorkomt, en voor overwegend-erfelijk wordt gehouden, zal dan bij de tw. tw. dikwijls discordantie moeten vertoonen, d.w.z. zal slechts bezit van één hunner zijn. Het spreekt vanzelf dat deze tw. tw. van dezelfde sexe moeten zijn. Uit het bovenstaande blijkt dat het ideale tweelingonderzoek een massa-statistisch karakter moet dragen: één individueel geval bewijst noch erfelijkheid, noch niet-erfelijkheid, maar moet in verband gebracht worden met alle ons verder ten dienste staande gegevens, ook met die van het familieonderzoek.

Het tw. vraagstuk valt m.i. ongedwongen in vijf onderdeelen uiteen: 1^o. in de vraag naar den *oorsprong* der tw. groepen, 2^o. in die naar de *diagnostiek* ervan, 3^o. in het kernprobleem van de *erfelijke identiteit* der e. tw., 4^o. in de vraag naar de beteekenis van de bij e. tw. waargenomen *discordante* verschijnselen, 5^o. in de vraag naar de *waarde van het tw. onderzoek* voor de erfelijkheidsleer en andere wetenschappen.

1^o. *De oorsprong der tw. zwangerschap*. Reeds dadelijk kan de vraag gesteld worden of aan het verkrijgen van tw. een *erfelijke* aanleg ten grondslag ligt. Voor tw. tw. is deze vraag sedert jaren bevestigend beantwoord. Uit statistische gegevens en kwartierstaten heeft men afgeleid, dat de aanleg hoogstwaarschijnlijk in de meerderheid der gevallen een *recessief* karakter draagt. Nu de aanleg zich ontwikkelt binnen het moederlijk organisme rijst het dilemma of men met een eigenschap van de moeder of met een van de bevruchte eicel (i.c. vrucht) te maken heeft. In beide gevallen moet de

¹⁾ In dit artikel beteekent tw. = tweeling(en), e. tw. = eeneiige tweeling(en), tw. tw. = tweeeiige tweeling(en).

aanleg van twee kanten, in het eerste geval dus van den vader en de moeder der tw. moeder zijn geërfd en kan ze tot uiting komen in meervoudige ovulatie of in het vermogen follikels met meer dan één ei te vormen, een *specifiek secundair geslachtskenmerk* dus van de moeder der tw. Hiervoor pleiten duidelijk sprekende stamboomen van *Bonnevie*, *Wehefritz* e.a. In het tweede geval zijn vader en moeder der tw. zelf debet aan het verschijnsel. In beide gevallen kunnen een der ouders of beide ouders den aanleg homozygoot (rr), of beide heterozygoot (Dr) bezeten hebben; bij de mannelijke sexe is uiting in iederen vorm uitgesloten. In het nageslacht der tw. is dan weer veel kans op latent worden van den aanleg (Dr). Werd vroeger de invloed van den vader der tw. meestal ontkend, thans is dat niet goed meer mogelijk, al behooren ook verscheidene overgelegde percentages van tw. bij de familie van vaderszijde tot de statistisch sterke onwaarschijnlijkheden. Hier is uitbreiding van het aantal kwartierstaten broodnoodig, vooral om de vraag te beslissen of en in welke verhouding dan beide naast elkander bestaan, nl. de tw. tw. als eigenschap van de moeder en als die van de vrucht. In het laatste geval moet men tot ingewikkelde hulphypothesen zijn toevlucht nemen. Men zag zich nl. gedwongen van de meervoudige ovulatie als oorzaak afstand te doen en aan te nemen, dat deze zeer veelvuldig voorkomt, en dat normaliter de bevruchting van één ei of de nesteling of de ontwikkeling van een ander ei uitsluit en dat dit bij een geërfde zwakte van dit overigens onbekende remmingsvermogen, dat van de bevruchte eicel moet uitgaan, niet geschiedt. De tot nu toe overgelegde kwartierstaten gaan meerendeels nog aan het euvel mank, dat de families van vaders-, moeders- en grootouders-zijde niet tegelijkertijd in alle richtingen zijn onderzocht, omdat men reeds een bevooroordeeld uitgangspunt had.

Voor het ontstaan van e. tw. moet men zich behelpen met analogieën uit de dierenwereld. Men kon ze daar experimenteel door thermische, chemische en mechanische middelen verwekken; dit werkte met het statistisch materiaal mee om erfelijken aanleg bij den mensch te ontkennen, al zijn er dieren, bij wie e. meerlingen-geboorte regel is (gordeldier bijv.). Thans echter komen weer kwartierstaten, die voor erfelijkheid pleiten en die tevens *verband tusschen e. tw. en tw. tw.* leggen, wegens aanwezigheid van beide of in hetzelfde gezin, of in dezelfde familie of binnen de meervoudige zwangerschap (drielingen en vierlingen). Een hypothese van *Dahlberg* omschrijft dit verband, terwijl de nieuwste van *Curtius* ons inzicht verheldert. De rijpe eicel erft een „splitsingsfactor” van vaders- of moederszijde. De daarmee eveneens belaste zaadcel dringt in het ei *vóór* het tweede poollichaampje door aequatiedeeling is uitgestooten en nadat het eerste poollichaampje door reductiedeeling is gevormd. De dubbel aanwezige splitsingsfactor veroorzaakt nu geen 2e poollichaampje, maar een

tweede eicel, die erfelijk gelijk is aan de andere en nu door een andere zaadcel, al of niet met splijtingsfactor, kan worden bevrucht. In het tweede geval ontstaan daarbij „*eeneüge*” *niet-identieke tw.*, *die hun moederertenis gelijk hebben, overgangsgevallen* dus, in het eerste geval *splijt het eitje opnieuw* en nu *tot een e. tw.*, zoodat tezamen een drieling ontstaat, waarvan twee identiek zijn. E. tw. ontstaan volgens *Curtius* als de zaadcel in de eicel binnendringt *nadat* het 2e poollichaampje is uitgestooten. Ook aan de mogelijkheid van bevruchting van het eerste poollichaampje wordt gedacht; aan bevruchting bij dubbele ovulatie, welke laatste te geregeld voorkomt, wordt een ondergeschikte rol toegekend. Een zwak punt in de aanlokkelijke hypothese van *Curtius* is, dat hij aan den eenen kant dubbele bevruchtingen aanneemt, die hij aan den anderen kant geneigd is uit te schakelen. Een nader ascendeerend en descendeerend familie-onderzoek bij e. tw. is nog zeer gewenscht. Van een invloed van den vader is bij e. tw. nog weinig gebleken.

20. *De diagnostiek. De geboortevondst aan de eivliezen* kan in een groot deel der gevallen voortaan uitsluitel blijven geven. Bij het momenteel onderzoek van reeds levende tw. meestal niet wegens het ontbreken van juiste aantekeningen. Technisch is het onderzoek der eivliezen wel eens bezwaarlijk, doordat zij te zeer vergroeid en niet te scheiden zijn. In den laatsten tijd zijn echter door verschillende schrijvers gevallen van zeker e. tw. gepubliceerd, die geen mono-, doch dichoriaten (met soms dubbele placentae) bleken te zijn. Omgekeerd zijn enkele gevallen bekend bij dier en mensch, waarbij tw. tw. binnen één amnion en chorion lagen tengevolge van secundaire atrophie van de scheidingswanden der vruchtzakken. Geheel betrouwbaar en toepasbaar is de gynaecologische methode dus niet. De *dactyloscopische* der vinger- en handpalmafdrukken nog minder. Hier blijven teveel twijfelgevallen, al is ook meestal de overeenstemming der e. tw. bijzonder groot. Het beste is nog de *klinisch-anthropologische* methode, waarbij een groot aantal ziekelijke en normale, liefst polygene kenmerken, systematisch wordt onderzocht. Mits juist toegepast laat deze zelden in den steek, vooral bij aanvulling met de vorige. Waarschijnlijk bezitten die e. tw. ieder een eigen chorion, die zeer kort na de bevruchting ontstonden. De meeste ontstaan pas in het kiemblaasstadium als de trophoblast reeds gedifferentieerd is (*Sobotta*) en ontwikkelen zich dan binnen een gemeenschappelijk chorion. Ook hier is vergelijking der drie methoden in de toekomst nog gewenscht.

30. *Het probleem van de erfelijke identiteit der e. tw.* In het experiment waren bij vroege klievingen tot aan het begin van het gastrulastadium toe de deelingsproducten aequi- en totipent. Later niet meer; dan treedt orgaanpotentie en dergelijks teng. van de celdifferentiatie enz. ervoor in de plaats. De frappante, ja soms belachelijke

overeenstemming van e. tw. in lichamelijk en geestelijk opzicht voor talloze polygene kenmerken kan slechts uit erfelijke identiteit verklaard worden. De tegenstanders komen met gevallen van discordantie aandragen, maar deze hebben betrekking op kenmerken, die reeds in beide lichaamshelften van één persoon bilateraal-asymmetrisch zijn bijv. de tastfiguren waarop *Meirowsky* en *Leven* e.a. zich beroepen of die sterk paravariabel zijn (de verschillende band- en schildteekeningen van e. vierlingen van het gordeldier, die *Newman* aanhaalt en die hij slechts in verband met de eigenschappen aan moederszijde der meerlingen, niet van den vader kende). De kerndeeling, die aan het ontstaan van e. tw. voorafging is hoogstwaarschijnlijk in de meeste gevallen een werkelijke *aequatiedeeling*. Tweekoppige zaadcellen (hypothese van *Broman*) kunnen de oorzaak niet zijn, daar dan erfelijkongelijke tweelingen teng. van stoornis van het kerndeelingsmechanisme zouden ontstaan. Volgens de meeste gezaghebbende onderzoekers zijn e. tw. *nagenoeg steeds* erfelijk-identiek; hun verschillen zijn dus van paratypischen aard.

4^o. *De beteekenis van de bij e. tw. waargenomen discordantie.*

E. tw. komen voort uit cellen, waaruit normaliter de bilaterale lichaamshelften zouden voortgekomen zijn. Het menschelek lichaam is eenerzijds bilateraal-symmetrisch, anderzijds bilateraal-asymmetrisch en wel zoowel voor uitwendige als inwendige kenmerken. Deze asymmetrie is nog in veel opzichten een probleem. Ze berust op verschil in ontwikkelingstempo en -graad, links en rechts. Tot de eerste oorzaak behoort waarschijnlijk reeds de asymmetrische microstructuur van het plasma van eikel of zaadcel; deze is van prospectieve beteekenis, werkt nl. in een bepaalde richting, als de gekleefde cellen in onderling verband blijven, maar wijzigt zich bij volledige scheiding. Feitelijk zouden e. tw. als erfelijk-identieke wezens, zoowel in symmetrische als asymmetrische normale en abnormale kenmerken concordant moeten zijn. Wanneer zij dit niet zijn (veel gevallen in literatuur), bewijst dit dan erfelijk verschil? Geenszins. Want men verwaarloost *de juist bij e. tw. in bizonder sterke mate bestaande bronnen van paravariabiliteit vóór de geboorte*. Deze zijn: 1^o. de reeds in dierproeven (*Spemann* e.a.) aangetoonde vermeerderde neiging tot ontwikkelingstempoverschillen in de rechter en linker lichaamshelften: de naar elkaar gekeerde binnenzijden der tweelingen ontwikkelen zich minder sterk, des te meer naarmate de e. tw. in een later embryonaal tijdperk ontstonden¹⁾. 2^o. de door *Schatz* ontdekte zoogen. derde circulatie, die merkwaardige verschillen in de

¹⁾ Dit maakt dat bij een deel der rechts liggende e. tw. de neiging tot *spiegelbeeldconcordantie* ontstaat en het wint van de normale concordantie, zodat — vooral bij de Siameesche tweelingen en in het dierexperiment — bijv. situs inversus viscerum daarbij kan ontstaan, of linkshandigheid enz. enz.

bloedmenging, bloedverzorging en dynamische wijzigingen in het vaatstelsel veroorzaakt. 3^o. de mechanische verhoudingsverschillen (ruimtebeperking, druk enz.); slechts dit laatste geldt ook voor tw. tw. 4^o. de door deze verschillende milieu-invloeden opgewekte verschillen in dominantie van in heterozygoten vorm geërfde eigenschappen. Het een en ander verklaart het paradoxale verschijnsel, dat bij de geboorte e. tw. gemiddeld meer in maat en gewicht, in kwantitatief-uitdrukbare grootheden, verschillen dan tw. tw. en meer aanleiding geven tot afsterven vóór de geboorte, miskraam en vroeggeboren worden. Pas na de geboorte overwint de erfelijke aanleg deze verschillen en worden e. tw. veel meer aan elkaar gelijk dan tw. tw. Er zijn ook tempoverschillen bij de ontwikkeling der kwalitatieve kenmerken. Verschillen in dit opzicht vlak na de geboorte zeggen dus niet veel, en kunnen zich bij e. tw. vereffenen.

De discordantie van e. tw. behoeft dus in 't geheel niet op een erfelijk verschil te wijzen. Het bewijs moet door de tegenstanders der erfelijke-identiteit nog steeds geleverd worden. De peristatische invloeden bij e. tw. zijn vóór de geboorte echter exceptioneel groot. Daarom mag men niet het verstrekkend besluit trekken, dat alle discordanties en assymetrieën, bij e. tw. gevonden, nu steeds en overal van niet-erfelijken aard zijn. Een erfelijke assymetrie bijv. van linkshandigheid e.a. is zeer goed denkbaar onder meer normale omstandigheden bij eenlingen.

Verreweg de meeste verschijnselen van discordantie bij e. tw. zijn m.i. gevolg van stoornissen van ontwikkelingsmechanischen dus van epigenetischen aard. Een blijvend meningsverschil behoeft hierover niet te heerschen, wanneer men vooral oude, gehuwde discordante e. tw. paren op hun nakomelingschap onderzoekt. Dan zal omtrent dit strijdpunt bij monohybride kenmerken ongetwijfeld uitsluitel kunnen gegeven worden. Tot nu toe waren de discordanties van e. tw. niet grooter dan die tusschen de beide lichaamshelften van één persoon of die tusschen de verschillende leden van één familie, die met hetzelfde kenmerk behept waren.

5^o. *Het belang van het tweelingonderzoek voor erfelijkheidssleer en andere wetenschappen* bijv. anthropologie, geneeskunde, de leer der milieufactoren en daarmee de opvoedkunde. Al deze vakken zullen gebaat zijn als men de niet-erfelijke modificatiebreedte bij de ontwikkeling van erfelijke vermogens beter leert kennen, en als men te weten kan komen of het accent meer op den erfelijken aanleg of meer op de omstandigheden ligt. Ook voor de psychologie en psychiatrie liggen hier vele beloften.

Dr. G. P. FRETTS:**De erfelijkheid van den hoofdvorm en van de oogkleur.**

1. Eerste mededeelingen over de *erfelijkheid van den hoofdvorm* betreffen de overeenkomst van den hoofdindex van ouders en kinderen of van broers en zusters onderling. *Pearson* (1898) berekende deze erfelijkheid als correlatie van bloedverwanten (ook *Frets*, 1922).

Naast overeenkomst is er ook verschil: er is de werking van den aanleg en van het milieu. Over den invloed van het milieu op den schedel, dus over zijn modificeerbaarheid, zijn vooral onderzoekingen gedaan door *Nyström* (1902), *Thomson* (1903). De schedel staat onder een zekeren druk, die aan hem den bolvorm tracht te geven (hydrocephalus). Het hoofd wordt langer door een vermeerderd trekken van de nekspieren (bultenaar). Sterke kauwbewegingen bij lagere rassen, maken de kaak zwaar en eischen daardoor een grootere werking van de nekspieren. Ook brengt de groote werkzaamheid van de slaapspiieren met zich mee, dat de zijwand van de schedel wordt afgeplat en dolichocephalie ontstaat. *Nyström* toetst de verschillende hoofdvormen van de volken aan hun voornaamsten arbeid en aan de ontwikkeling van het productieproces, en meent daarin een verklaring te hebben voor den vorm. In dezen gedachten-gang moet men de erfelijkheid van verworven eigenschappen aannemen. Alleen zoo kan men dan indirect verklaren, dat in een bevolking de gemiddelde index van de vrouw maar weinig verschilt van die van den man. *Thomson* verving van een schedel het dak door een caoutchouc wand, bracht de schedel onder verschillenden druk en verkreeg ook zoo dolichocephale en brachycephale schedelvormen. Evenzoo kreeg hij verschillende sterke schedelafplatting op zij bij aanbrenging van verschillende kunstmatige slaapspiieren.

Minder duidelijk in hun resultaat zijn de proeven van *Neubauer*. (1926). Vervormbaarheid van den schedel blijkt ook uit de proeven van *Walcher*, die aan zuigelingen, een verschillende ligging gaf, hetzij op den rug, hetzij op zij en in overeenstemming daarmee vond, dat verschillende hoofdvormen optraden.

Ook gebruiken bij sommige volken (Marken, Armenië, Peru, negers) ten opzichte van hoofdbehandeling van zuigelingen zijn voorbeelden van de modificeerbaarheid van den schedel.

Behalve mechanisch kan het milieu invloed oefenen op den hoofdvorm door de voeding, zeer in 't algemeen zoo genoemd.

Varkens, die men liet hongeren, werden meer dolichocephaal (*Henseler*). Ratten, aan wie men vitaminearme voeding gaf, werden meer brachycephaal (*Neubauer-E. Fischer*). *Stockard* meent, dat meerdere of mindere werkzaamheid van de schildklier, in verschillende landstreken (jodiumgehalte) een meer dolichocephalen of een meer brachycephalen schedel zal doen ontstaan (pygmeeën). Vgl.

nog bevolking van land en stad; kinderen van immigranten in Amerika (*Boas*).

Er is dus erfelijkheid en modificeerbaarheid van den schedel. Steeds zijn eigenschappen zóó door aanleg en milieu. Iedere eigenschap verschijnt op een bepaald oogenblik in de ontwikkeling en komt tot stand door den erffactor, d.i. het geen of gen voor die eigenschap, en door de omgeving, het milieu.

Het verder onderzoek van de erfelijkheid van den hoofdvorm moet gebeuren met inachtneming van het mendelistisch gezichtspunt. Het is dus niet meer voldoende, om vast te stellen, dat er erfelijkheid, overeenkomst van familieleden is, maar men moet nagaan, hoe de erfelijkheidsbeweging is en deze leert men uit het kruisingsexperiment kennen.

Hoe is dus de index van de kinderen, als de indices van de ouders veel verschillen? Onderzoekingen hebben geleerd, dat de indices van de kinderen vaak overeenkomen met die van den ouder met den hoogen index; men vindt ook weleens het omgekeerde.

Ook langs statistischen weg laat zich dominantie van brachycephalie bewijzen. Ook laat zich statistisch de alternatieve erfelijkheid, de discontinue variabiliteit bewijzen.

Een ander feit uit de erfelijkheid van den hoofdvorm is, dat er erfelijke variaties zijn van den index, dus dat van ouders met een hoogen index, de gemiddelde index van de kinderen meestal hooger is dan van ouders met een lagen index. Dit is een belangrijk feit. Het zegt ons, dat er erfelijke brachycephale en erfelijke dolichocephale vormen zijn, maar ook erfelijke mesocephale.

Men kan er dus niet mee volstaan, om mesocephale indices als ontstaan uit „vermenging” en ook niet uit „kruising” van vormen met een hooger en met een lager index op te vatten. Men kan alleen van kruising spreken, als men de zich gekruist hebbende elementen kan aanwijzen (contra *Dixon*).

De verklaring van de erfelijkheidsverschijnselen van den hoofdvorm geschiedt gereedelijk door de aanname van polymere factoren met dominantie.

Het is waarschijnlijk, dat men bij omgekeerde dominantie met een anderen vorm van brachycephalie resp. dolichocephalie te doen heeft. (*Toldt*, brachycephalia planoccipitalis en br. curvo-occipitalis; *Sobothy*; *Saller* e.a., homo nordicus en Cro-Magnon ras.)

Het erfelijkheidsonderzoek van den hoofdvorm is moeielijk. Er zijn er, *A. Schreiner*, die twifelen, of men iets zal bereiken, doch anderen, *Bryn*, *Hilden*, *Schr.* meenen, dat de resultaten er op wijzen, dat het erfelijkheidsonderzoek van den hoofdvorm zijn beteekenis heeft, zoowel voor de erfelijkheidsleer in het algemeen als voor die van den mensch, als voor de anthropologie.

2. *Erfelijkheid van de oogkleur.* Van vroegere onderzoe-

kingen noem ik die van *De Candolle* (1884) en van *Galton* (1889).

De Candolle onderzocht de oogkleur van kinderen boven 10 jaar en vergeleek ze met die van de ouders. *De Candolle* vond in zijn materiaal onder vrouwen er meer met bruine oogen dan onder mannen.

Galton noemt de erfelijkheid van de oogkleur als een voorbeeld van alternatieve erfelijkheid in tegenstelling tot de erfelijkheid in lichaamslengte, die hij een voorbeeld van intermediaire (blended) erfelijkheid noemt.

Na de wederontdekking van de regels van *Mendel* in 1900, zijn erfelijkheidsonderzoekingen over de oogkleur gedaan door *Davenport* en *Hurst*. *Davenport* liet door fieldworkers familiegegevens verzamelen. *Hurst* verkreeg zijn materiaal door eigen waarneming.

Volgens deze onderzoekingen kan de erfelijkheid van de oogkleur opgevat worden, als te gaan volgens het monohybride schema. Blauwe oogen zijn die oogen, die geen pigment in het irisstroma hebben, alle andere hebben het wel. De factor voor irisstromapigment is dominant over haar afwezigheid. *Hurst* en *Davenport* ontmoetten geen familie van ouders met blauwe oogen, waar de kinderen ook niet-blauwe oogen hadden. Volgens de onderzoekingen van *Bryn* e.a. mag men aannemen, dat, als van ouders met blauwe oogen er onder de kinderen zijn met niet-blauwe oogen, dan die ouders ook eenig iristromapigment hebben.

Het feit, dat er onder vrouwen meer met bruine oogen zijn dan onder mannen (*De Candolle*, *Winge*, *Schr.*), heeft men willen verklaren door geslachtsgebonden erfelijkheid. Het onderzoek van de kruising bruin $\times$ blauw en de reciproke kruising blauw $\times$ bruin heeft geen steun voor deze opvatting geleverd. Hier is nog voortgezet onderzoek noodig, evenals over andere vraagpunten van de erfelijkheid van de oogkleur.