

DARWIN'S DENKBEELDEN

OVER

DE STOFFELIJKE OORZAKEN DER ERFELIJKHEID,

DOOR

HUGO DE VRIES.

De afstammingsleer heeft voor de ontwikkeling der biologische wetenschappen groote vruchten gedragen. Geheel afgezien van de vraag of men haar beginsel voor juist houdt of niet, heeft zij als wetenschappelijke hypothese talrijke diensten bewezen. Want zij heeft den weg gewezen voor eene bepaalde richting van onderzoek, en talrijke feiten, die nu den grondslag van de vergelijkende anatomie van planten en dieren uitmaken, zouden zonder haar niet, of eerst veel later ontdekt geworden zijn. Den grooten tegenzin, die vroeger tegen de studie van de betrekking der organismen tot hunne omgeving, en met name van de betrekking tusschen planten en dieren onderling, bestond, heeft zij overwonnen, en hoeveel helderder en omvangrijker is niet ons inzicht in de levende natuur geworden, sinds deze betrekkingen in de biologische wetenschappen op den voorgrond zijn getreden! In één woord, de afstammingsleer dient als leiddraad bij systematisch, vergelijkend anatomisch en biologisch onderzoek en kan als zoodanig daarbij niet gemist worden.

Op het gebied van de studie van erfelijkheid en variabiliteit heeft men behoefte aan even zulk een leiddraad. De afstammingsleer geeft ons dien niet. Bij het kunstmatig voortbrengen van variëteiten en rassen, hetzij ten behoeve van land- en tuinbouw, hetzij voor weten-

schappelijk onderzoek, is de gemeenschappelijke afstamming van de variëteiten eener zelfde soort een feit, en met den oorsprong der soorten heeft men bij dit onderzoek geene rekening te houden. De vraag is, welke wetten beheerschen den zoo wisselenden graad van gelijkheid tusschen de ouders en hunne kinderen? De beantwoording van deze vraag is het hoofddoel van de leer der erfelijkheid, en slechts langs zuiver experimenteelen weg is het gewenschte antwoord te vinden. Doch om tot proeven te komen, die langs een niet te grooten omweg tot het doel zullen voeren, wenscht men eerst zich eene voorstelling van het wezen der erfelijkheid te maken, en wel zoo, dat uit die voorstelling bepaalde, aan het experiment toetsbare vragen kunnen worden afgeleid.

Deze behoefte werd door DARWIN gevoeld. Doch voor twintig jaren, toen hij zijn boek, over het varieeren van planten en dieren onder den invloed van den mensch, schreef, nog door weinig anderen. Thans echter gevoelt men die behoefte algemeen, maar tengevolge van een geheel andere oorzaak. Het microscopisch onderzoek van den bouw en de vermenigvuldiging der cellen, waaruit het lichaam van planten en dieren is opgebouwd, en van de vereeniging der geslachtscellen bij de bevruchting, heeft geleid tot het zoeken van een verband tusschen deze verschijnselen en de erfelijkheid. Want het is duidelijk, dat èn bij de vermenigvuldiging der cellen door deeling, èn bij de bevruchting, processen moeten plaats vinden, die ten nauwste met de overerving van de soortskennmerken samenhangen.

De bevruchting bestaat in de vereeniging van twee cellen. De bastarden leeren ons, dat het nieuwe individu, uit die vereeniging ontstaan, zijne eigenschappen in gelijke mate van beide ouders ontvangt. In vele gevallen geschiedt de bevruchting buiten het lichaam der ouders, zooals bij de kikvorschen en bij het gewone zeewier. Dan is het duidelijk, dat het kind geene andere eigenschappen zal kunnen bezitten dan die, waartoe de aanleg in beide of tenminste in één van beide kiem- of bevruchtingscellen aanwezig was.

Deze eenvoudige beschouwing leidt tot het stellen van eene vraag, waarop het antwoord tot grondslag van de theorie der erfelijkheid kan worden. De bedoelde vraag is deze: Hoe moet men zich voorstellen, dat in die kiemcellen het vermogen van de plant of het dier, om later het geheele karakter harer soort te ontplooien, verborgen is?

Deze vraag is door tal van onderzoekers vóór DARWIN meer of minder scherp gesteld, doch slechts weinigen beproefden het, daarop

een antwoord te geven. DARWIN echter was door zijne studiën over de afstammingsleer diep doordrongen van de behoefte aan een antwoord hierop, en het gelukte aan zijn genialen blik en zijne groote scherpzinnigheid eene oplossing te vinden, die weldra de algemeene aandacht trok.

Aan deze oplossing heeft DARWIN den naam gegeven van *Pangenesi*s: de wording van het groote geheel der organische vormen. Doch niet als theorie legde hij zijn denkbeeld in zijne werken neer. Hij koos daarvoor den zeer bescheiden naam van provisorische hypothese. Deze provisorische hypothese der Pangenesi)s maakt het 27^e hoofdstuk van zijn reeds aangehaald hoofdwerk uit en zag dus voor nu twintig jaren (in 1868) het licht. Tot nu toe telde zij weinig aanhangers, omdat de behoefte aan eene theorie op dit gebied tot voor korten tijd nog door zoo weinigen gevoeld werd. Thans, nu hierin verandering is gekomen, treedt zij wederom uit hare schijnbare vergetelheid op den voorgrond, en doet zij op nieuw hare aanspraken gelden.

Op de volgende bladzijden wensch ik aan mijne lezers een denkbeeld te geven van de grondgedachte der Pangenesi)s, en aan te toonen, op hoe uiterst eenvoudige wijze deze van de groote verschijnselen op het gebied der erfelijkheid rekenschap kan geven.

Het is daartoe echter noodig, eerst een korten blik te werpen op de wijze, waarop die Pangenesi)s door DARWIN werd voorgedragen, en op de ontvangst, die haar in hare eerste jaren te beurt viel.

Die ontvangst was meestal een ongunstige. Men deelde niet in de behoefte, die in DARWIN zoo levendig was. Vandaar dat men meer oog had voor de gebreken, die deze hypothese evenals elke andere aankleefden, dan voor hare werkelijke verdienste. En daarbij kwam dat DARWIN, met een al te groote bescheidenheid, juist het verdienstelijkste deel zijner stelling als eene heerschende meening beschouwde, en dus slechts weinig uitvoerig behandelde, terwijl hij de meer quaestieuze gedeelten als zijn eigen werk op den voorgrond plaatste, en in het breede alle argumenten besprak en woog, die daarvóór of daartegen konden pleiten. Uit vele zijner brieven blijkt, dat hij aan de Pangenesi)s eene zeer groote waarde hechtte, maar het zijn dan meestal de laatstbedoelde gedeelten, die hij daarbij op den voorgrond plaatst.

Maar de grondgedachte der Pangenesi)s was niet eene heerschende voorstelling, zij was werkelijk de vrucht van DARWIN's grooten geest,

Niemand kende haar, en zelfs de lezing van DARWIN's hoofdstuk bracht haar slechts bij zeer weinigen tot helder bewustzijn. De meeste lezers merkten haar ternauwernood op en meenden, als het hun gelukte de bedoelde quaestieuze gedeelten te weerleggen, de geheele theorie weerlegd te hebben. Want zij zagen over het hoofd, dat de Pangenesis uit twee afzonderlijke stellingen bestond, die van geheel verschillende beteekenis waren.

Deze twee stellingen zijn de volgende:

1° In iedere kiemcel is iedere erfelijke eigenschap van het geheele organisme door afzonderlijke stoffelijke deeltjes vertegenwoordigd. Deze vermenigvuldigen zich zóó, dat zij bij de celdeelingen in den regel op alle volgende cellen overgaan.

2° Bovendien zonderen al de cellen van het lichaam, zoowel tijdens haren groei, als in volwassen toestand, zulke deeltjes af; deze zogenoemde *kiempjes* worden naar de kiemcellen vervoerd en kunnen aan deze die eigenschappen mededeelen, die haar soms mochten ontbreken.

Het is reeds op het eerste gezicht duidelijk, dat de eerste dezer beide stellingen van algemeene strekking is, en het beginsel voor eene theorie der erfelijkheid scherp aanwijst.

De tweede stelling is echter op verre na niet van die beteekenis. Zij werd door DARWIN alleen opgesteld als een hulp-hypothese tot verklaring van die verschijnselen, die hij meende, dat door de eerste stelling niet konden worden verklaard. Zij diende dus voor uitzonderingen. Wel is waar voor groote groepen van uitzonderingen, maar die toch tegenover het algemeene geval zeer op den achtergrond stonden.

Op meesterlijke wijze heeft DARWIN al die gevallen verzameld en bijeengevoegd, die zijne tweede stelling schenen te eischen. Zijne critici hadden een gemakkelijke taak, want zij vonden alle vereischte argumenten in zijn opstel met zorg bijeengegaard. Zij hebben dan ook weinig of niets aan zijne redeneeringen toegevoegd. Maar aan de andere zijde is ook het aantal der feiten, voor welke DARWIN zijne uitzondering aannam, in de twintig jaren na het verschijnen van zijn boek niet toegenomen, terwijl van de meeste gebleken is, dat de voorhandene opgaven niet dat vertrouwen verdienden, dat hun door DARWIN geschonken was.

Doch het is noodig, dat wij omtrent de tweede stelling, de zogenoemde transport-hypothese, meer in bijzonderheden treden.

In de eerste plaats was zij niet van algemeene strekking. Bij de

hoogere dieren kan men zich het transport der onzichtbare kiempjes door de bloedsbaan gemakkelijk voorstellen, bij de lagere dieren, en vooral bij de planten zijn er aan die voorstelling groote bezwaren verbonden. DARWIN nam dan ook geenszins aan, dat dit transport overal zou voorkomen. In het plantenrijk achtte hij een vervoer van knop tot knop in de meeste gevallen niet voor mogelijk, en het feit, dat men door stekken en enten de knoppen of de daaruit ontstane looten zonder schade van het overige deel der plant afscheiden kan, was hem een bewijs, dat een transport van kiempjes in de planten van den eenen tak naar den anderen, voor het instand houden van het volledige karakter der soort, niet volstrekt noodig is. Hetzelfde geldt van de koralen, zoodat ook voor het dierenrijk DARWIN het transport geenszins als algemeen aannam.

De voornaamste groepen van uitzonderingen, die de tweede stelling schenen te eischen, waren in het plantenrijk de entbastaarden (d. z. bastaarden, die men meende, dat langs ongeslachtelijken weg; door enten, verkregen waren) en de zoogenoemde rechtstreeksche werking van het mannelijk element op het vrouwelijke. En op zoölogisch gebied de erfelijkheid der zoogenoemde verworven eigenschappen.

Wat de beide eerste groepen betreft, zoo zijn hier de verschijnselen geheel in onzekerheid gehuld. Vele zijn gebleken slechts op vergissingen te berusten, zoo b. v. de meening, dat men bastaarden kon maken door twee aardappelen van verschillend ras door te snijden, daarna de helften aaneen te binden, en ze dan te pooten. In andere gevallen is het niet mogelijk te beslissen, of de waargenomen feiten niet eenvoudig aan gewone variabiliteit zijn toe te schrijven. Zoo meende men b. v. dat men de zaden van een gele varieteit van maïs bont kon maken door de bloemen met stuifmeel eener roode soort te bevruchten en hield dit voor eene rechtstreeksche inwerking van het mannelijk element op de vrouwelijke deelen, die de kiem omgaven. Doch de maisplant is zóó variabel, dat het veel waarschijnlijker is, dat men in de opgegeven gevallen met toevallige variatiën te doen had. Te meer, omdat het opgegeven resultaat bij eene herhaling der proeven niet weder verkregen wordt. Ontwifelbare feiten, die voor hunne verklaring de transport-hypothese eischen, zijn er in deze groepen, naar de eenstemmige meening van DARWIN's critici, niet.

Op zoölogisch gebied speelt de vraag naar de erfelijkheid van verworven eigenschappen een groote rol. Wat zij bedoelt, blijkt het eenvoudigst uit een voorbeeld. Wanneer iemand door veelvuldige oefening

en herhaald gebruik hetzij zijne hersenen tot hoogen graad van ontwikkeling brengt, hetzij bepaalde lichaamsdeelen in fijnheid van gevoel of kracht van spieren doet toenemen, zal dit dan ook aan zijne kinderen ten goede komen? Vroeger meende men algemeen, deze vraag in bevestigenden zin te moeten beantwoorden, en ook thans nog telt deze meening vele aanhangers. Is het feit waar, en moet het op stoffelijke wijze worden verklaard, zoo eischt het klaarblijkelijk daartoe het aannemen van de tweede stelling van DARWIN. Maar de gronden, om de groote groep van feiten, waarvan ik een enkel voorbeeld gaf, voor waar te houden, hebben aan de kritiek geen voldoende weerstand kunnen bieden. Om bij ons voorbeeld te blijven. De neiging om bepaalde lichaamsdeelen krachtig te ontwikkelen kan eene aangeboren variatie, en als zoodanig erfelijk, zijn. En dit kan den schijn doen ontstaan alsof het gebruik dier deelen door den vader een invloed op de overeenkomstige organen van het kind kon hebben.

Onder de schrijvers, die deze groep van uitzonderingen aan eene kritiek onderworpen hebben, behoort vooral WEISMANN genoemd te worden. In een reeks van geschriften toonde hij aan, hoe de schijnbaar verworven eigenschappen meestal in werkelijkheid aangeboren zijn, of hoe tenminste het bewijs van het tegendeel steeds ontbreekt. In vele gevallen bleek ook de term »verworven», die zoo licht tot misverstand aanleiding geeft, de schuld te moeten dragen, daar eigenschappen, die niet aangeboren zijn, verworven kunnen zijn tijdens de eerste ontwikkeling van het individu, en dus haren invloed rechtstreeks en op de lichaamsdeelen, en op de kiemcellen konden doen gelden.

Doch de vraag naar de erfelijkheid van verworven eigenschappen is een zoo omvangrijke, dat ik mij tot het medegedeelde meen te moeten beperken, zal ik niet in al te groote uitweidingen vervallen. Daarbij komt, dat het onderwerp door WEISMANN zeer uitvoerig en grondig behandeld is, en voor de Pangenesis toch slechts als bijzaak moet worden beschouwd. Alleen wil ik er nog op wijzen, dat de onvruchtbare individuen, die bij sommige soorten voorkomen, b. v. de werkbijen en werkmieren, ons leeren, dat eigenschappen kunnen ontstaan en ontwikkeld worden, zonder dat de organen, die ze bezitten, ooit instaat zijn stoffelijke deeltjes naar de kiemcellen over te zenden. Voor de verklaring van het ontstaan van andere erfelijke eigenschappen kunnen wij dus, naar alle waarschijnlijkheid, dit transport even goed missen.

Ik heb thans breedvoerig de argumenten uitéengezet, die DARWIN tot het opstellen zijner tweede stelling leidden, met de bezwaren, die

hij zelf daartegen had, en die voor anderen zoo overwegend zijn, dat zij de tweede stelling als overbodig beschouwen. In de jaren, sedert het verschijnen van DARWIN'S werk verlopen, is zeker het overwicht allengs naar de laatste zijde verschoven, vooral, omdat geen nieuwe feiten DARWIN'S meening zijn komen steunen.

Laten wij dus die tweede stelling vallen! Is nu daarmee ook de eerste weerlegd? Klaarblijkelijk niet; integendeel, zij is geheel onaangetast gebleven. Deze omstandigheid is echter door de meeste schrijvers over het hoofd gezien. En dientengevolge hebben zij, zooals wij zagen, zich door hunne bezwaren tegen de tweede stelling laten verleiden, om aan de eerste hunne aandacht niet te schenken.

Gaan wij na, wat zij ons daarvoor in de plaats hebben gegeven. Daartoe doen wij het best, vooraf eene moeilijkheid te bespreken, waartoe de eerste stelling aanleiding geeft.

Volgens haar toch bevatten de kiemcellen evenveel soorten van onzichtbare eenheden, als de geheele soort erfelijke eigenschappen kan ontvouwen. Dus uiterst talrijke, ja men kan voor de hooger ontwikkelde planten en dieren gerust zeggen, ontelbare. Hoe komt het nu, dat bij de celdeelingen die eenheden zich telkens juist zóó groepeeren, dat elk der beide dochtercellen er van alle soorten ontvangt? Dit scheen vroeger geheel onbegrijpelijk. Thans weet men, dat bij de deeling der cellen tevens de celkernen gedeeld worden, en dat dit proces gepaard gaat met uiterst merkwaardige veranderingen, die klaarblijkelijk zulk eene gelijkmatige verdeeling ten doel hebben. Doch zoolang men dit laatste niet wist, was het natuurlijk, dat men het bestaan der kiemcellen uit talloze verschillende en van elkander min of meer onafhankelijke deeltjes voor uiterst onwaarschijnlijk hield.

Veel eenvoudiger scheen het aan te nemen, dat de onzichtbare eenheden, waaruit die kiemcellen zijn opgebouwd, van geheel anderen aard waren, dan DARWIN zich voorstelde. En wel zoo, dat zij in hoofdzaak allen onderling gelijk waren, en ten minste elk, niet éene erfelijke eigenschap, maar het geheele soortskarakter vertegenwoordigden. Dan zouden bij de celdeeling eenige naar de eene, en andere naar de andere dochtercel overgaan; maar hoe dit ook mocht plaats vinden, steeds zou elke dochtercel het geheele soortskarakter erven.

De eerste, die deze meening uitsprak, was de beroemde engelsche filosoof HERBERT SPENCER. Hij werd tot haar niet door eene kritische beschouwing der Pangenesis geleid, maar slechts door overeenkomstige overwegingen, want hij deelde haar eenige jaren voor het verschijnen

van DARWIN'S werk mede. Merkwaardig is, dat DARWIN slechts vele jaren later met SPENCER'S hypothese in kennis schijnt gekomen te zijn.

SPENCER noemde zijne hypothetische eenheden *physiological units*. Later hebben verschillende tegenstanders der Pangenesis op deze zelfde gedachte voortgebouwd en getracht, daarop eene theorie der erfelijkheid te grondvesten.

Het is daarom thans van belang na te gaan, of het aannemen van eenheden in den zin van DARWIN, dan wel in dien van SPENCER ons tot de eenvoudigste verklaring der groote verschijnselen op dit gebied leidt.

Op het eerste gezicht schijnt een zeer groote moeielijkheid gelegen te zijn in het verbazend groote aantal dier onzichtbare eenheden, die men in één enkele kiemcel van een hoog ontwikkeld organisme, hetzij plant of dier, moet aannemen. Hoe nauwkeuriger wij eene enkele soort beschouwen, en hoe meer wij nagaan welke tallooze middelen van verdediging zij bezit, zoowel tegen hare levenlooze als tegen hare levende omgeving, en hoe zij door allerlei bijzondere inrichtingen in staat gesteld is, om onder de gegeven omstandigheden den strijd voor haar leven met goeden uitslag te voeren, des te meer zullen wij bemerken, dat het aantal der erfelijke eigenschappen, in één enkel organisme aanwezig, onze verwachting verre te boven gaat. Even groot als dit aantal, moet nu volgens DARWIN ook dat der in de kiemcellen aanwezige stoffelijke dragers dier eigenschappen zijn. In plaats van het probleem te vereenvoudigen, schijnt deze voorstelling het dus in hooge mate ingewikkelder te doen worden. Zeker zou hier het aannemen van SPENCER'S eenheden, ten minste schijnbaar, beter passen.

Doch beschouwen wij deze zelfde moeielijkheid van een ander standpunt, en beperken wij onzen blik niet tot één enkele soort, maar richten wij hem op alle soorten, die op den aardbodem leven en geleefd hebben. Neemt men aan, dat de levenseenheden elk het geheele karakter vertegenwoordigen van de soort, waartoe zij behooren, dan eischt deze voorstelling, dat het aantal onderling verschillende levenseenheden minstens even groot zij, als dat der soorten. Volgt men daarentegen DARWIN, dan komt men tot eene geheel andere conclusie. Want er zijn tal van erfelijke eigenschappen, die aan talrijke soorten gemeenschappelijk zijn, sommige, zooals b.v. het vermogen om bladgroen voort te brengen, zijn kenmerkend voor bijna het geheele plantenrijk. De levenseenheden, die de stoffelijke dragers van zulk

een vermogen zijn, zijn dus aan verschillende planten gemeenschapelijk. De kiemcellen van verwante soorten zullen in hoofdzaak uit dezelfde eenheden bestaan, en slechts enkele verschillende eenheden bezitten, die zij echter weer met andere soorten gemeen kunnen hebben. Zoo doen zich, voor de Pangenesië, de soorten voor als het resultaat van allerlei verschillende combinatiën van een aantal factoren. En iedereen weet, hoe met een betrekkelijk klein aantal factoren een uiterst groote reeks van combinatiën gemaakt kan worden.

Letten wij nu verder op hoe allerlei kenmerken in de meest verschillende natuurlijke familiën voorkomen. Dit zien wij b.v. aan slingerplanten en lianen, aan parasieten, aan de kleuren en den bouw der bloemen, aan de insectenetende planten, enz. enz. Ja, de laatste wijzen ons op eigenschappen, die in het plantenrijk en het dierenrijk op een zelfde chemisme berusten. Want onze *Drosera's* verteeren de gevangen insecten door eene afscheiding van een ferment en een zuur, evenals onze eigen maag het eiwithoudende voedsel pleegt te verteeren. Dezelfde factoren keeren dus in de meest verschillende combinatiën terug.

Zoo biedt ons de Pangenesië in werkelijkheid een zeer belangrijke vereenvoudiging van het groote probleem van de onderlinge verwantschap der soorten. En in plaats van een veel grooter aantal levens-eenheden te eischen dan SPENCER'S voorstelling, wijst zij ons den weg tot eene verklaring uit een veel kleiner aantal, eenvoudig door op de mogelijkheid dier verschillende verbindingen te wijzen. Schijnbaar ingewikkeld, is de Pangenesië dus toch in werkelijkheid de meest eenvoudige van de twee.

Dit verschilpunt leidt nog tot een geheel andere reeks van beschouwingen. GOETHE zegt:

*Dich im Unendlichen zu finden,
Musst unterscheiden und dann verbinden.*

Meer dan iets anders eischt de oneindige vormenrijkdom der levende wereld, dat wij dit voorschrift getrouw opvolgen. De beelden, die zij ons biedt, moeten wij zooveel mogelijk ontleden, en dan trachten ze uit de gevonden eenheden weer op te bouwen. Zoo krijgen wij eene analyse van het geheel, en daarmee een dieper inzicht. Zulk eene analyse biedt ons nu de Pangenesië, terwijl de voorstelling van levensheden als dragers van het geheele soortskenteken ons die niet geeft.

En hoeveel helderder wordt ons begrip juist door deze analyse en dit verbinden. Systematische verwantschap bestaat dan in het bezit van

dezelfde soorten van levenseenheden, systematisch verschil in de aanwezigheid van verschillende soorten daarvan. Hoe grooter het aantal der laatste, des te geringer is de graad van verwantschap. Variatiën berusten op veranderingen in de normale combinatie der levenseenheden; zij zijn meestal van dien aard, dat enkele meer op den voorgrond of meer op den achtergrond treden, in welk laatste geval de overeenkomstige eigenschap schijnbaar geheel kan verloren gaan. Monstrositeiten ontstaan, zegt DARWIN, als de levenseenheden zich op verkeerde plaatsen ontwikkelen, b. v. die, welke de eigenschappen van een loofblad vertegenwoordigen, op de plaats van een kelkblad.

Volgens de afstammingsleer hebben de soorten zich allengs uit lagere, minder samengestelde vormen ontwikkeld. Van tijd tot tijd moeten dus, bij de reeds bestaande erfelijke eigenschappen andere bijgekomen zijn. Dit is van uit het standpunt der Pangenesis zeer gemakkelijk te verklaren, doch zonder haar niet. Ook het feit, dat zoo talrijke eigenschappen door variatie kunnen toe- of afnemen of geheel verdwijnen, zonder daarbij de overige kenmerken in het minst te storen, is slechts dan te begrijpen, als men zich de dragers van die eigenschappen als van elkander min of meer onafhankelijke deeltjes voorstelt.

Op dezelfde wijze verklaart de Pangenesis ons, hoe het komt dat een individu, uit één enkele kiemcel opgegroeid, zoo geheel uiteenloopende eigenschappen in zijn verschillende organen ontplooien kan. In de kiemcel moeten de vermogens daartoe vereenigd geweest zijn. Maar om zich te uiten, splitsen zij zich. De eene tak wordt wortel, de andere stam; de eene draagt alleen bladeren, de andere bloemen. Bij eenhuizige planten staan de mannelijke en vrouwelijke bloemen niet zelden op verschillende takken, enz. Van deze splitsing geeft de Pangenesis eene zeer eenvoudige verklaring, daar het natuurlijk is, dat van alle levenseenheden, die in de kiemcel gemengd zijn, zich nu eens deze, dan weer gene bij voorkeur zullen ontwikkelen. Die, welke een numerisch overwicht erlangen, zullen dan den aard van het orgaan bepalen. Merkwaardig is, dat men op dit overwicht zoo dikwijls door voeding, door warmte, of door storingen in de ontwikkeling der plant kunstmatig een invloed kan uitoefenen, en daardoor nu eens deze, dan weer gene eigenschap de overhand kan doen krijgen.

Overal zien wij dus, dat de Pangenesis de grondslag is voor eene analyse der verschijnselen, terwijl zonder de hypothese van afzonderlijke levenseenheden voor de afzonderlijke erfelijke eigenschappen zulk eene ontleding niet mogelijk is.

Een ander belangrijk voordeel der Pangenesis is de eenvoudige verklaring, die zij ons geeft van de bevruchting. Zal de vereeniging van de erfelijke vermogens van twee individuen in het kind eenige beteekenis hebben, dan moeten de erfelijke eigenschappen van beide ouders natuurlijk, zij het ook slechts in geringen graad, verschillend zijn. Daaromtrent zijn voor- en tegenstanders der Pangenesis het volkomen eens. Doch hoe moet men zich dat verschil voorstellen? De Pangenesis antwoordt, dat de getalsverhouding der levenseenheden in de verschillende individuen eener soort, al naar gelang van de omstandigheden, waaronder zij opgroeiden, verschillend kan zijn. Sommige eigenschappen zullen te sterk, andere te weinig ontwikkeld zijn. Door de bevruchting worden deze verschillen in zekere mate vereffend, en iedereen weet, dat een voortdurende kruising van talrijke individuen er krachtig toe bijdraagt, om eene soort standvastig te houden. Hetzelfde geldt van nieuw gewonnen variëteiten, voor wier zuiverheid niets gevaarlijker is, dan een overwegende invloed, dien enkele afwijkende individuen op het ras zouden kunnen uitoefenen. Doch door herhaalde kruisingen wordt deze invloed allengs verzwakt. De Pangenesis verklaart ons dus op eenvoudige wijze, waarom in het algemeen en afgezien van de variabiliteit, zaailingen in hunne eigenschappen het gemiddelde houden tusschen de individuen, uitwelker onderlinge samenwerking zij ontstonden.

Zoo eenvoudig is de verklaring op verre na niet, als men levenseenheden aanneemt, die elk het geheele karakter der soort vertegenwoordigen. Men moet zich dan voorstellen, dat deze in verschillende individuen niet volkomen gelijk zijn. Bij de bevruchting worden zij dan gemengd. Het kind bevat dan minstens twee soorten van eenheden, het kleinkind minstens vier. Elk individu zal dus eenheden bevatten, die van zijne talrijke voorouders afkomstig zijn, en in plaats van gelijkvormigheid der levenseenheden in de kiemcellen komen wij dus van lieverlede tot het aannemen van eene groote veelvormigheid. Dit bezwaar is door de voornaamste voorstanders van dit beginsel gevoeld. Gaan wij na, hoe zij trachten daaraan te gemoet te komen.

SPENCER wees er op, dat bastaarden gewoonlijk na eenige generatiën weer tot de ouderlijke typen terugkeeren, en hij leidde hieruit af, dat de gedwongen vereeniging van ongelijksoortige eenheden in hen onnatuurlijk is, dus dat ongelijksoortige eenheden elkander afstooten. Zoo zoude ook bij de normale bevruchting eene afstooting plaats vinden, die het aantal ongelijksoortige factoren steeds tot een gering en onschadelijk bedrag beperkte.

WEISMANN neemt aan, dat er in die gedeelten der kiemcellen, waarin de stoffelijke dragers der erfelijke eigenschappen gelegen zijn, slechts voor een beperkt aantal plaats is. Daar nu het aantal bij elke bevruchting verdubbeld wordt, moet er een middel zijn, waardoor, vóór elke bevruchting, dit aantal weer tot op de helft teruggebracht wordt. Er wordt dan daardoor als het ware plaats gemaakt voor de nieuw op te nemen levenseenheden. WEISMANN vermoedt in de afsnoering der poollichaampjes door de dierlijke ei-cellen korten tijd voor de bevruchting het middel, waardoor deze vermindering der levenseenheden tot stand komt. Doch of dit de ware beteekenis van die raadselachtige cellen is, is nog op verre na niet beslist.

NÜGELI, die eveneens een vaste vereeniging van alle eigenschappen in de stoffelijke dragers der erfelijkheid, zijn *idioplasma*, aanneemt, laat zich over den aard van het proces der bevruchting niet uit.

Wij zien dus, dat de Pangenesis zonder eenige bijkomende hypothese eene bevredigende verklaring der bevruchting kan geven, terwijl dit langs andere wegen slechts door het opstellen van meer of min onwaarschijnlijke hulp-hypothesen mogelijk is.

Hoe geniaal de grondgedachte der Pangenesis was, blijkt het duidlijkst, wanneer wij nagaan in hoeverre zij, zonder bijkomende hypothesen, kan toegepast worden op de talrijke en uiterst belangrijke feiten, die op het gebied van de anatomie der cellen sedert hare opstelling ontdekt zijn geworden.

Op dit gebied toch heeft in de laatste twintig jaren een geweldige vooruitgang, een algeheele verandering in onze kennis en waardeering der verschijnselen plaats gevonden. Plant- en dierkundigen hebben elkander de hand gereikt en een wetenschap opgericht, die voor onze voorstellingen omtrent de hoogste vraagstukken van het leven als grondslag zal kunnen dienen. De inwendige bouw der cellen, hare veranderingen tijdens de deeling en vermenigvuldiging, en de beteekenis harer afzonderlijke organen bij de bevruchting zijn in hoofdtrekken ontsluitend, en deze hoofdtrekken zijn gebleken overal in het plantenrijk en het dierenrijk dezelfde te zijn. In vele opzichten vindt men, zelfs tot in schijnbaar fijne bijzonderheden, eene zeer groote mate van overeenkomst bij alle, niet al te laag ontwikkelde, levende wezens.

Al deze uitkomsten waren aan DARWIN onbekend, toen hij zijne

Pangenesi het licht deed zien. Toch sluit deze zich aan haar op zeer eenvoudige wijze aan, en doet in verbinding met haar ons inzicht in het wezen der erfelijkheid nog dieper doordringen. Voorwaar een groot bewijs voor hare deugdelijkheid!

De bedoelde onderzoekingen hebben zich hoofdzakelijk met de celkernen bezig gehouden. Omtrent haar beteekenis had men vroeger volstrekt geen bepaalde voorstelling, doch slechts de vage overtuiging, dat zij een zeer belangrijk deel der cellen uitmaken. Dit drukte men door den naam van kern uit. Die overtuiging is thans gebleken juist te zijn. Want alles wijst er op, dat de kernen de eigenlijke dragers der erfelijkheid zijn, en dat het haar bijzondere rol is te zorgen, dat de erfelijke vermogens, ongeschonden en onverminderd, bij elke celdeling van cel tot cel overgaan.

Drie groepen van feiten zijn er, die meer dan andere deze gevolgtrekking staven. Ten eerste het algemeene voorkomen van celkernen in alle levende cellen van alle planten en dieren, met uitzondering alleen van de laagst georganiseerde wezens. Verreweg de meeste cellen bezitten slechts één kern. Doch al die cellen, die door bijzondere grootte van tijd tot tijd in omstandigheden komen, waaronder zij een grooter of kleiner deel haars lichaams in den strijd voor het leven verliezen kunnen, plegen talrijke kernen te bezitten. Deze zijn zoodanig verspreid, dat elk afgebroken stuk dezer cellen, zoo het groot genoeg is om te kunnen blijven leven en de ontvangen wonden te kunnen herstellen, steeds één of meer kernen bevat. Want zonder de voorraadschuur hunner erfelijke eigenschappen zou het leven voor zulke stukken van cellen toch op den duur tot niets kunnen leiden.

De tweede groep zijn de merkwaardige verschijnselen, die de celdeling der kernen begeleiden. In elke kern is een lange, fijne, sterk gewondene en niet zelden van zijtakjes voorziene draad. Deze draad wordt vóór elke celdeling korter en dikker, waarbij zij hare takjes intrekt. Dan wordt zij over haar geheele lengte overlangs gespleten, en van deze twee helften krijgt elke der beide jonge kernen er eene. Elke helft gaat zich nu verlengen, wordt dunner en maakt talrijke windingen en zijtakjes, om bij eene volgende kerndeeling weer dezelfde veranderingen te ondergaan.

Dit geheele, zoo uiterst ingewikkelde proces wijst er ten duidelijkste op, dat een gelijkmatige verdeling van de bestanddeelen van de moederkern over de beide dochterkernen voor dieren en planten van de allerhoogste beteekenis is. Die bestanddeelen zijn naar alle waarschijnlijkheid

de stoffelijke dragers van de erfelijke eigenschappen, en de overlansche splijting van den kerndraad mogen wij dus beschouwen als een middel, waardoor bereikt wordt, dat elke der beide nieuwe kernen dragers van alle erfelijke vermogens uit de moederkern ontvangt.

Belangrijker nog is hetgeen men omtrent de rol der celkernen bij de bevruchting ontdekt heeft. Sints langen tijd wist men, dat bij de bevruchting zoowel van dieren als van cryptogame planten eene inéénsmelting plaats vindt van de mannelijke en de vrouwelijke bevruchtingscellen. In de laatste is in den regel een in het midden gelegen, vrij groote celkern duidelijk zichtbaar. In de eerste, de zoogenaamde spermatozoën, kon men de kern niet rechtstreeks onderscheiden, daar zij zoo groot is, dat zij bijna het geheele lichaam der cel uitmaakt. De zooveen bedoelde belangrijke ontdekking is nu deze, dat de spermatozoën niet eenvoudig met de eicel inéénsmelten, maar dat zij, door het protoplasma dezer cel heen haar beweging voortzetten, tot zij hare kern bereikt hebben. Daarbij verliezen zij in den regel hare trilharen, zoodat hoofdzakelijk slechts de kern van het spermatozoön de kern der eicel bereikt. Deze beide kernen zijn het nu, die zich vereenigen, en op haar vereeniging berust ten slotte de bevruchting.

De zichtbaar bloeiende planten, wier mannelijke bevruchtingscellen de stuifmeelkorrels zijn, schenen langen tijd ten opzichte van dit proces zich anders te gedragen dan de Cryptogamen. Doch thans weet men, dat het verschil slechts de bijzaken, en niet de hoofdzaak betreft. Want ook hier is het de kern van de stuifmeelkorrel, die, nadat de top van de stuifmeelbuis de eicel bereikt heeft, in deze indringt, en zich met hare kern vereenigt. Overal bestaat dus de bevruchting in de ineensmelting van twee celkernen; uit deze inéénsmelting ontstaat de eerste celkern voor het nieuwe individu.

De bastaarden leeren ons, dat de kinderen over het algemeen hunne eigenschappen in gelijke mate van den vader en van de moeder erven. Wanneer de bevruchte kiemcel uit het lichaam van den vader dus niets anders ontvangen heeft dan de celkern van spermatozoö of stuifmeelkorrel, zoo moeten wij besluiten, dat die kern de stoffelijke dragers van alle erfelijke eigenschappen in zich bevatte. Want eigenschappen, waartoe de aanleg of het vermogen om ze te ontwikkelen niet in die kern verborgen was, kan het kind natuurlijk onmogelijk van den vader erven.

Brengen wij nu deze conclusie in verband met het algemeene

voorkomen der celkernen en met de merkwaardige inrichtingen voor eene gelijkmatige verdeeling harer stoffelijke bestanddeelen bij elke celdeeling, dan dringt zich bij ons de overtuiging op den voorgrond, dat de beteekenis der celkernen in alle cellen in hoofdzaak dezelfde moet zijn als bij de bevruchting. Overal moeten zij de dragers der erfelijkheid, de zetel der erfelijke vermogens zijn. Celdeeling en bevruchting zijn slechts twee bijzondere wijzen van overdracht van erfelijke eigenschappen; van daar, dat bij beiden de kernen een zoo belangrijke rol spelen.

De kernen kunnen wij dus de eigenlijke organen der erfelijkheid noemen. Dit is een uitkomst van het onderzoek, waarmede elke theorie der erfelijkheid rekening moet houden. De latere schrijvers hebben dan ook in den regel dit resultaat als grondslag voor hunne beschouwingen gekozen. DARWIN kon dit natuurlijk niet, daar deze feiten na het verschijnen van zijn werk ontdekt zijn geworden.

Doch de grondgedachte der Pangenesis sluit zich aan deze voorstelling omtrent de beteekenis der celkernen op zeer eenvoudige wijze aan. Deze toch eischt alleen, dat alle erfelijke vermogens in de celkernen vertegenwoordigd zijn; geen mag daarin ontbreken. Voor de Pangenesis is nu elke erfelijke eigenschap aan bepaalde stoffelijke deeltjes gebonden, elke kiemcel bevat daarvan even zoovele soorten, als het geheele organisme eigenschappen heeft. Doch van elke soort van levenseenheden zijn er in iedere cel natuurlijk talrijke; anders zouden er niet van de eene meer, van de andere minder kunnen zijn, en zou dus het op den voorgrond treden nu eens van deze, dan weer van gene eigenschap niet te verklaren zijn. Er is dus volstrekt geen bezwaar om, in verband met de Pangenesis, uit de boven medegedeelde feiten af te leiden, dat in de celkernen de stoffelijke dragers van alle erfelijke eigenschappen vertegenwoordigd moeten zijn.

In dit opzicht sluit zich de Pangenesis dus even goed aan de feiten aan als alle andere theorieën.

Wij komen thans tot ons laatste punt. Dit betreft de betrekking tusschen de celkernen, als dragers der erfelijke vermogens, en het protoplasma, als de zetel van al die processen, waardoor de erfelijke eigenschappen der organismen zich uiteten. Want de zichtbare verrichtingen der celkernen zijn, behalve bij de bevruchting, beperkt tot hare vermenigvuldiging door deeling en tot meer of min aanzienlijke, meestal daarmede samenhangende verplaatsingen in de cellen. De productie van allerlei scheikundige stoffen, zoowel van die, welke

als voedsel of tot den opbouw der organen dienen, als van diegene, die tot verdediging of bescherming tegen dieren in de cellen worden afgezet, vindt buiten de kernen, in het eigenlijke protoplasma plaats. De ontwikkeling van de krachten, die voor den groei noodig zijn en door wier fijn geregeld ineengrijpen de vormen van cellen en organen tot stand komen, geschiedt buiten de kernen.

Toch gebeuren al deze verrichtingen steeds zoo, als de erfelijke eigenschappen van het organisme dit voorschrijven. Wij zouden dus bijna kunnen zeggen: de voorschriften liggen in de kernen, de uitvoering gebeurt in het protoplasma. En deze formuleering leidt dan van zelf tot de vraag: Hoe ontvangt het protoplasma de voor de uitvoering toch onmisbare voorschriften uit zijn kern?

Het antwoord op deze vraag luidt verschillend, al naar gelang van de soort van hypothetische levenseenheden, welke men aanneemt. Stelt men zich deze eenheden voor, als elk de dragers van het geheele soortskarakter te zijn, dan moet men ze tot de kernen beperkt achten, gelijk WEISMANN zeer duidelijk uiteenzet. Want in iedere cel vindt slechts een klein deel van die verrichtingen plaats, die te zamen het geheele type der soort uitmaken. Men moet dan aannemen, dat door de kernen een invloed op het omliggende protoplasma wordt uitgeoefend, welke dit dwingt op bepaalde wijzen werkzaam te zijn. Deze invloed zou dan eene dynamische zijn, een niet nader verklaarbare werking, het best te vergelijken met die van den magneet op het ijzer of van twee electriche stroomen op elkander.

Deze voorstelling leidt echter spoedig tot een dualisme. Want bij de celdeeling vermenigvuldigen zich niet alleen de kernen, maar ook alle overige levende organen der protoplasten. Men moet dus aannemen, dat zoowel de kernen, als ook het protoplasma uit levenseenheden bestaan, die zich voeden en groeien en zich vermenigvuldigen kunnen, terwijl alleen de eerste als dragers der erfelijke vermogens beschouwd worden, en de tweede slechts als de uitvoerders der verrichtingen onder den invloed der eersten. De eerste soort vat WEISMANN te zamen onder den naam van »kiemplasma'', de tweede als »lichaamsplasma'' (somatisch plasma). Doch het aannemen van deze twee soorten van principieel verschillende levenseenheden leidt klaarblijkelijk niet tot vereenvoudiging van het probleem.

Daarbij komt, dat deze beide soorten van plasma steeds in eene uiterst merkwaardige betrekking tot elkander moeten staan. Want de levenseenheden in de kernen kunnen natuurlijk niet het vermogen be-

zitten om de deeltjes van een gelijkvormige grondstof nu eens deze, dan weer gene verrichting te laten uitvoeren. Integendeel, voor elke verrichting moet natuurlijk eene bijzondere inrichting reeds voorhanden zijn. Zoo komt men dus tot een nog grooter dualisme. Want nu moeten de erfelijke vermogens niet alleen in de kernen, maar ook daarbuiten, in het lichaamsplasma voorhanden zijn. Hoe zij daar komen, is op den grondslag der genoemde hypothese moeilijk te verklaren, zoo niet geheel onverklaarbaar.

Doch ik wensch deze moeilijkheden niet verder uit te werken. Want zij vallen alle van zelf weg, wanneer men, naar de voorstelling der Pangenesis, afzonderlijke stoffelijke deeltjes als dragers der afzonderlijke erfelijke eigenschappen aanneemt. Dan toch behoeft men niet tweeërlei soort van levenseenheden aan te nemen, even min als een dynamischen invloed van de eene soort op de andere. Integendeel, het protoplasma bestaat dan uit dezelfde levenseenheden als de kernen, alleen met dit verschil, dat in de kernen de dragers van alle erfelijke eigenschappen vertegenwoordigd zijn, terwijl in het protoplasma van elke cel hoofdzakelijk slechts die eenheden behoeven te worden aangenomen, die de dragers van de eigenschappen zijn, welke in die cel tot uiting komen. Wij zien dan hierin eene zeer doelmatige verdeeling: de kern dient als bewaarplaats voor de dragers van alle eigenschappen, die de cel hetzij zelf, hetzij in hare nakomelingen, later kan noodig hebben, terwijl in het protoplasma telkens slechts diegene komen, welke dan juist moeten worden gebruikt.

Het zij mij vergund deze gevolgtrekkingen uit de Pangenesis nog op een eenigszins andere wijze voor te stellen. DARWIN, die de beteekenis der celkernen voor de erfelijkheid nog niet kende, nam aan, dat de geheele cel uit talloze levenseenheden bestond, die elk eene erfelijke eigenschap vertegenwoordigden. Onze tegenwoordige kennis van de rol der celkernen eischt in deze voorstelling geene verandering, zij eischt alleen, dat van elk der talloze onderling verschillende soorten van levenseenheden, in eene cel aanwezig, er eenige zulke eenheden in de kern liggen. Hier vermenigvuldigen zich deze, deels ten behoeve van de latere cel- en kern-deelingen, deels echter ook ten behoeve van het omliggend protoplasma. Want dit ontleent aan de kern, evenals aan een bewaarplaats, telkens al die soorten van eenheden, die het voor zijne verrichtingen noodig heeft. Er moet dus een stoffelijke overgang uit de kernen naar hare omgeving plaats vinden, eene overgang, die misschien voortdurend mogelijk is, mis-

schien ook hoofdzakelijk telkens na elke bevruchting en na elke celdeling geschiedt.

Deeltjes, die eenmaal uit de kernen uitgetreden zijn, zullen zich in het protoplasma moeten begeven naar die organen, waarin zij hunne functie moeten verrichten. Uit dit oogpunt is het een merkwaardig feit, dat sommige organen der cellen zich in hunne jeugd bij voorkeur in de nabijheid van de kern ophouden, terwijl in andere gevallen weer de kern zich naar die plaatsen begeeft, waar belangrijke verrichtingen worden waargenomen. Eenmaal uit de kernen getreden, zullen de deeltjes zich, voordat zij een overwegenden invloed kunnen uitoefenen, natuurlijk door herhaalde deelingen sterk moeten vermenigvuldigen, Zoodoende zullen zij een niet onbelangrijke bijdrage tot den stoffelijken bouw van het protoplasma leveren. Op deze wijze zullen alle levens-eenheden, waaruit op een gegeven oogenblik eene cel bestaat, hetzij zelve uit de kern afkomstig moeten zijn, hetzij afstammen van andere, voor korteren of langeren tijd uit de kern getreden deeltjes. Men zou dus het geheele zoo samengestelde protoplasma ook kunnen beschouwen als de plaats, waar de levenseenheden der kernen zich zoodanig kunnen vermenigvuldigen, dat zij de in haar rustende vermogens ontvouwen kunnen.

Men ziet, dat het dualisme, waartoe de voorstelling van SPENCER en WEISMANN leidt, voor de Pangenesis niet bestaat. Het zijn hier dezelfde deeltjes, die in de kernen de erfelijke vermogens van geslacht op geslacht overdragen, en in het protoplasma krachtens deze vermogens bepaalde functiën verrichten. Zoowel in de kernen als daarbuiten vermenigvuldigen zij zich, en nemen zij ten behoeve daarvan voedsel op. Eenmaal uit de kernen uitgetreden, kunnen zij, zoover wij thans oordeelen kunnen, daarin niet weder terugkeeren.

DARWIN'S Pangenesis laat zich nog met tal van andere groote groepen van feiten in verbinding brengen, en leidt dan bijna altijd, zonder moeite, tot vereenvoudiging van onze opvatting der verschijnselen en van de vraagstukken, die zij ons voor verder onderzoek stellen. Overal is hare strekking, de zoo zeer samengestelde processen van het leven te ontleden, en naar de factoren te zoeken, waaruit zij aaneengevoegd zijn. En zonder twijfel is zulk eene ontleding de eenige weg, waarlangs het ons eenmaal gelukken kan tot een volledig begrip van de groote wetten der levende natuur door te dringen.

De vraag of hare grondgedachte, het bestaan van stoffelijke deeltjes, die elk eene afzonderlijke erfelijke eigenschap vertegenwoordigen,

waarheid bevat of niet, moge aan velen toeschijnen wellicht nooit voor eene proefondervindelijke beantwoording rijp te zullen worden. Maar de wetenschappelijke waarde der Pangenesis ligt in hare beteekenis als hypothese, dat is als hulpmiddel voor het onderzoek. Van haar toch verwachten wij, dat zij ons meer en meer den weg zal wijzen, om op het gebied der erfelijkheid tot de ontdekking van belangrijke feiten te geraken, evenals hare voorgangster, de afstammingsleer, dit reeds in zoo uitgebreide mate doet op het gebied van de leer der natuurlijke verwantschappen.