

iets over geslachtsbepaling.

I. INLEIDING.



EN der belangrijkste vraagstukken der moderne biologie vormt de voortplanting, en wel vooral dien vorm van voortplanting, welke men de „geslachtelijke” heeft genoemd. In het algemeen verstaat men onder „geslachtelijke voortplanting” de vereeniging van twee individuen of gedeelten van individuen, welke tenslotte leidt tot de vorming van een nieuw wezen, dat in eigenschappen een zekere verwantschap vertoont tot die twee samengesmolten individuen. Het ligt niet op onzen weg, te onderzoeken, in hoeverre deze vereeniging een „voortplanting” genoemd mag worden, ook niet, in hoeverre zij „geslachtelijk” is, in den engeren zin van dat woord, maar we willen ons hier uitsluitend bezig houden met de vraag, welke oorzaak tot het ontstaan van twee, klaarblijkelijk onderling verschillende, individuen, die dat vereenigings-doel hebben, voert.

Tal van onderzoekers hebben reeds getracht, nadere gegevens te vinden omtrent het feit, dat nu weer eens een individu van de eene geslachts-tendenz, dan weer eens een van de andere, ontstaan uit de vereeniging van twee levende wezens, welke elk voor zich een dezer twee geslachts-tendenzen moeten bezitten, en welke tot eene soort behooren, die zich door geslachtelijke voortplanting kenmerkt. Onder „geslachts-tendenz” versta ik het complex van eigenschappen, dat aan het levende, volwassen wezen het uiterlijk, de kenmerken geeft, waardoor wij het met de namen „mannelijk” of „vrouwelijk” kunnen onderscheiden. We laten dus voorloopig buiten beschouwing, in hoeverre die beide kenmerkengroepen veroorzaakt worden door twee verschillende complexen, of wel door van elkander afhankelijke en in elkander grijpende eigenschappen, of wel door de modificaties van een enkel complex van eigenschappen, die de „geslachts-tendenz” vormen. We merken verder op, dat een mannelijk en vrouwelijk individu samen die eenheid vormen, zonder welke het versmeltingsproduct, dat tot een nieuw individu moet voeren, niet kan ontstaan, en welke eenheid *Wilhelm Bölsche* met den naam „liefdes-individu” bestempelde, ♂ en ♀ vullen elkander dus aan.

Sommige onderzoekers, vooral de oudere (b. v. de Grieken *Hippokrates* en *Aristoteles*), hebben de oplossing van het vraagstuk trachten te benaderen door speculatieve beschouwingen, gedeeltelijk gebaseerd op de ervaring, grootendeels echter op logische gevolgtrekkingen, philosophische overwegingen en theologische dogma's. In den meer modernen tijd heeft men het vraagstuk meer van materiele zijde aangegrepen en door proefnemingen en anatomische onderzoekingen een groot aantal gegevens verzameld, waardoor men tot een gemakkelijker en juist overzicht kon komen, dan vroeger het geval was. Die onderzoekingen en proeven werden eensdeels genomen aan hoog gespecialiseerde wezens, anderdeels werden juist zeer laag georganiseerde groepen voor de experimenten gebruikt. In het laatste geval ging men dan van de, m.i. juiste, idee uit, dat een

dergelijk proces als de voortplanting, dat zulk een uitermate belangrijke rol speelt in het leven der organismen, ook noodzakelijkerwijze zich minder ingewikkeld moest voordoen, naarmate de veroorzakers van dat proces ook minder hoog gespecialiseerd waren. Zodoende zou men langs dezen weg een nader inzicht in het wezen van dat proces kunnen verkrijgen, en het is nu alleen maar de vraag, tot hoe laag georganiseerde wezens men zijn toevlucht mag nemen, wil men de processen der voortplanting bij die dieren in een vergelijkend verband kunnen brengen met die bij de hoogste organismen, b. v. bij de zoogdieren. Deze vraag is nog steeds niet opgelost, en inderdaad spreekt men bij de eencellige dieren vaak van „geslachtelijke voortplanting”, hoewel het niet zeker is, dat deze een analogon van die der hoogere, tweeslachtige, wezens is.

In de moderne natuurwetenschappen laat zich steeds meer het streven gevoelen, langs statistischen weg gegevens te verzamelen, welke tot het maken van gevolgtrekkingen kunnen dienen; en zoo rijst al spoedig de vraag op: indien we al weten, dat uit de vereeniging van twee geslachtsindividuen, dus uit een liefdes-individu, een nieuw wezen ontstaat, hoedanig verhoudt zich dat nieuwe wezen tot de geslachtelijke eigenschappen, welke aan de ouders eigen waren, dus tot de geslachts-tendenz? Kunnen er ook regels worden opgesteld, die, berustend op het experiment, in getallen die betrekking van het nieuwe individu tot de eigenschappen van een dier beide ouders (of tot die van beide), aangeven? We weten, hoe nu eens een mannelijk, dan weer een vrouwelijk individu ontstaat, maar is dat ontstaan geheel aan het „toeval” overgelaten, of bestaan er bepaalde wetten, waarnaar het zich regelen moet? In dezen zin zijn de experimenten voornamelijk gevoerd, en ook de anatomische onderzoekingen laten in hun resultaten vaak duidelijk een streven der onderzoekers bemerken, op deze manier de oplossing van het vraagstuk naderbij te komen.

Maar, indien er dus op statistischen weg een bepaalde regelmatigheid, in getallen of verhoudingen uitgedrukt, blijkt te bestaan in het optreden van ♂ en ♀ individuen, welke zijn dan de oorzaken, waaraan die regelmatigheid haar ontstaan te danken heeft? Zijn deze oorzaken buiten de zich vereenigende individuen te vinden, of liggen ze in die individuen zelf? Zijn het uitwendige invloeden, werkende op de zich vereenigende individuen, of wel treedt hun werking pas op ná de vereeniging, en moeten we dus het nieuwe uit het liefdes-individu ontstane organisme in verband met zijn omgeving beschouwen, om de oorzaken te vinden? Of, indien de oorzaken in de levende wezens zelf gelegen zijn, hadden de beide zich tot het liefdes-individu vereenigende wezens reeds die oorzaken in zich, of konden die pas ontstaan op het oogenblik der vereeniging tot dat liefdes-individu, of wel trad eerst bij de ontwikkeling van het door de vereeniging ontstane individu die oorzaak als zoodanig op?

Voor we nu evenwel tot het bespreken van die verschillende onderzoekingen overgaan, willen we ons even met de gebruikelijke terminologie vertrouwd maken.

„Mannelijk” en „vrouwelijk”, „mannetje” en „wijfje”, (resp. mannelijk en

vrouwelijk individu), worden voorgesteld door de teekens: ♂ en ♀, het eerste, het astronomische teeken voor de planeet Mars; het tweede, dat voor Venus.

Soms komt het voor, dat er onder de zich geslachtelijk voortplantende wezens individuen optreden, die zich nu weer als mannelijk dan weer als vrouwelijk voordoen, die dus zoowel ♂ als ♀ tendenz bezitten. Zulke individuen noemt men „tweeslachtig” of *hermaphrodit*, en duidt ze aan door het teeken ♂.

Merkwaardig, hoewel zeer begrijpelijk, is het, dat een vereeniging van twee individuen slechts kan plaats vinden door de versmelting van twee cellen. Het lichaam der levende wezens is opgebouwd uit een aantal eenheden, welke men „cellen” noemt, en die meest microscopisch klein zijn. Uitsluitend die eenheden kunnen zich, elk voor zich, met eene andere, dergelijke eenheid vereenigen, nooit treedt versmelting van complexen van die eenheden tegelijkertijd op; waar dit het geval schijnt te zijn, leert nader onderzoek toch, dat het tegendeel waar is. Nu kunnen zich dus individuen, welke slechts uit één cel bestaan, dus de eencellige organismen, in het algemeen in hun geheel met elkaar vereenigen bij de geslachtelijke voortplanting; meercellige wezens daarentegen kunnen alleen tot versmelting geraken, doordat ze bepaalde cellen van den cellenstaat, die hun lichaam vormt, afzonderen, en die aparte cellen tot vereeniging brengen. Deze cellen noemt men de „geslachtscellen”, en men spreekt dan van ♂ geslachtscellen (*spermatozoïden*) en ♀ geslachtscellen (*eicellen*), naarmate die cellen door een ♂ of wel door een ♀ individu werden afgezonderd.

In elke cel vindt men een eigenaardig orgaan, meestal bolvormig van gedaante, dat men de „kern” van de cel noemt. Het is nu overal geconstateerd, dat bij de versmelting van twee cellen, het vooral de kernen zijn, die aan het versmeltingsproces deelnemen. Zij smelten daarbij te zamen tot de kern van een nieuwe cel, ontstaan uit de versmelting van de geslachtscellen in hun geheel, welke nieuwe cel men „Zygote” heeft genoemd. De beide cellen, welke men ook wel „gameten” noemt, vormden samen vóór haar versmelting het „liefdes-individu”, dat dus gekenmerkt is door den drang, van ineen te smelten; zoodra de cellen vereenigd zijn, heeft het „liefdes-individu” als zoodanig opgehouden te bestaan, en is de Zygote ervoor in de plaats getreden. Uit deze Zygote ontstaat het nieuwe individu, dat nu weer of ♂, of ♀ tendenz zal blijken te bezitten, van welke tendenz we de directe oorzaak willen trachten te vinden. Het versmelten van de twee geslachtscellen noemt men de „bevruchting”, het geheele proces het bevruchttingsproces. Daar in de meeste gevallen de eicel veel onbeweeglijker (en grooter) is dan de zaadcel of spermatozoïde, en de laatste de eerste dus moet opzoeken, spreken we van een bevruchting van de eicel, en van een „bevruchte eicel”, welke dus inderdaad een Zygote is.

2. HET ONDERZOEK NAAR DE UITWENDIGE OORZAKEN VAN DE GESLACHTS-TENDENZ.

De oude Grieken waren van meening, dat het geboren-worden van een mannelijk of vrouwelijk jong plaats had naar gelang de omstandigheden, waarin de ouders

verkeerden, maar, zooals reeds gezegd, steunden hun ideeën slechts weinig op het onderzoek. Nog in Goethe's tijd vonden dergelijke meeningen veel geloof (Goethe's roman „die Wahlverwantschaften”), en het was dan ook niet te verwonderen, dat vele latere onderzoekers nog van dat standpunt uitgingen. Oogenschijnlijk waren dan ook de resultaten van verschillende experimenten daarmede in overeenstemming te brengen, en het Darwinistische beginsel heeft niet weinig tot dergelijke meeningen bijgedragen. Eerst anatomische onderzoekingen over de gedragingen van de fijnere structuren der cellen bij de bevruchting aan den eenen, en de klassieke onderzoekingen van Correns en anderen, geheel gebaseerd op Mendel's kruisings-theorie, aan den anderen kant, brachten de oude meeningen aan het wankelen, hoewel ze nog steeds een, misschien al te gewillig, oor vinden.

Indien het mogelijk is, de verhouding tusschen het aantal ♂ en ♀ individuen, die op een bepaald oogenblik geboren worden, door uitwendige invloeden te veranderen, zal men de resultaten van die wijziging het gemakkelijkst kunnen waarnemen aan dier- of plantensoorten, welke ook in natuurlijke toestand een groot verschil in aantal tusschen ♂♂ en ♀♀ doen zien, dus de organismen, die gekenmerkt zijn door een zgn. „generatie-wisseling”. Daaronder verstaat men het verschijnsel, dat de dieren zich zoowel geslachtelijk als ongeslachtelijk, hoewel op beide manieren door middel van geslachtscellen, kunnen voortplanten. Meestal bemerkt men dan dat bepaalde wijfjes eieren kunnen leggen, welke in staat zijn zich tot volwassen individuen te ontwikkelen, zonder evenwel bevrucht te zijn, totdat vroeg of laat een bevruchting van zoo'n wijfje optreedt. Vaak wisselt dan een geslachtelijk (dus door bevruchting) zich voortplantende generatie af met een ongeslachtelijke, maar vaak treden achter elkander een aantal ongeslachtelijke generaties op, welke dan gevolgd worden door één enkele geslachtelijke, om dan weer door een aantal ongeslachtelijke generaties gevolgd te worden, en zoo verder. (Zie mijn artikel: „*Hydatina senta*”, in dit tijdschrift Deel XXIII, blz. 125 e.v.) Men spreekt in het laatste geval van een geslachtelijke generatie, een ongeslachtelijke periode, en het geheel vormt dan een „generatie-cyclus”. Daar het slechts eieren, dus ♀ geslachtscellen, zijn, die zich onbevrucht toch kunnen ontwikkelen bij dergelijke dieren, zal de ongeslachtelijke generatie of periode dus steeds gekenmerkt zijn door het optreden van uitsluitend wijfjes. Eerst die eieren, welke aanleiding geven zullen tot het ontstaan van de geslachtelijke generatie, zullen, althans voor een deel, onder normale omstandigheden, zich tot ♂ individuen ontwikkelen. Indien dus door een uitwendigen invloed een werking kan worden uitgeoefend, die een wijziging in de geslachtstendenz der jonge dieren of der eieren te voorschijn kan roepen, zal die wijziging zich op dieren met generatie-wisseling op twee manieren kunnen uiten. Ten eerste is het mogelijk, dat door vroegtijdiger optreden van mannetjes een verandering kan worden gebracht in de periode van den generatie-cyclus, maar ook kan het zijn, dat alleen het percentage aan mannetjes, dat op het oogenblik van het ontstaan van de geslachtelijke generatie geboren wordt, een wijziging door uitwendige invloeden ondergaat. Beide soorten van wijzigingen in de

geslachts-processen zijn, bij dieren vooral, aangetoond kunnen worden.

Het spreekt van zelf, dat, waar het dieren betreft, welke geen onderscheid laten zien tusschen ♂ en ♀, alleen van een invloed op de geslachtsperiode sprake kan zijn. Afgezien van het feit, dat bij zulke diersoorten een vereeniging tusschen twee individuen moeilijk een „geslachtelijke” vereeniging genoemd kan worden, vinden we tal van voorbeelden bij de *Protozoa* of Eéncellige dieren. In normale omstandigheden vinden we, dat na een lange reeks van generaties, waarbij deze eencellers zich vermenigvuldigen door gewone celdeeling, plotseling een generatie optreedt, waarvan de individuen a. h. w. den drang bezitten, zich twee aan twee met elkander te vereenigen, waarbij dan de kerven van de cellen geheel of gedeeltelijk kunnen versmelten. We vinden nu, dat, indien we de culturen op bijzondere wijze behandelen, we binnen zekere grenzen in staat zijn, de conjugatie te onderdrukken of omgekeerd de geslachts-periode in tempo te versnellen. Ik zeg: binnen zekere grenzen; inderdaad hebben Woodruff en Erdmann aangetoond, dat, indien men telkens de door deeling ontstane individuen afzonderd, zoodat een vereeniging is uitgesloten, dan tóch periodiek een verandering binnen in het cellichaam dier individuen optreedt, welke als een vervanging van de geslachtelijke vereeniging is op te vatten.

Belangrijker voor de oplossing van het probleem, dat ons nu bezig houdt, zijn echter de onderzoekingen, gedaan aan wezens, welke een duidelijk geslachtsdimorfisme vertoonen.

Er komen varens voor, van welke een der generaties, natuurlijk de geslachtelijke, van gescheiden geslacht is. De varenplant is de ongeslachtelijke generatie, welke ontstaat, doordat een eicel door een spermatozoïde afkomstig van de geslachtelijke generatie, bevrucht werd. Deze geslachtelijke generatie doet zich voor als een klein, nietig, zeer laag georganiseerd plantje, waarvan we meestal niet veel gewaar worden. En nu komen er bij verschillende varens van die „prothallia”, zooals die plantjes genoemd worden, voor, welke uiterlijk verschillend van vorm zijn. De kleine prothallia leveren uitsluitend ♂, de grootere alleen ♀ kiemcellen. Prantl kweekte sporen van *Osmunda* en *Ceratopteris*, (uit de „sporen”, door de ongeslachtelijke „varenplant” gevormd, ontwikkelen zich die geslachtelijke prothallia) op een stikstofarmen, dus onvruchtbaren, bodem. Er ontstonden nu *alleen* ♂ prothallia. Sporen, op stikstofrijken bodem geteeld, leverden slechts vrouwelijke voorkiemen (= prothallia).

Nussbaum, Maupas, Punnet, Lauterborn, Whitney, Shull en vele andere onderzoekers experimenteerden met Raderdiertjes. In normale omstandigheden leggen de wijfjes van deze wormachtige, in onze slooten overal voorkomende diertjes eieren, waaruit zich weer, zonder dat ze bevrucht werden, dus ongeslachtelijk, vrouwelijke dieren ontwikkelen. Een voortplanting, waarbij uit een onbevrucht ei toch een normaal individu ontstaat, noemt men een *maagdelijke* of *parthenogenetische*. Nu volgen een aantal parthenogenetische generaties elkander op, totdat plotseling, ook uit onbevruchte eieren, mannetjes ontstaan, die de wijfjes bevruchten.

Uit de bevruchte eicel ontwikkelt zich nu evenwel niet direct een nieuw individu, maar dit ei omgeeft zich met een dikkere, hardere schaal dan dat bij de parthenogenetische eieren het geval is, en kan nu in dezen toestand geruimen tijd blijven, zonder zich verder te ontwikkelen. Men heeft nu aangenomen, dat dit ei beter bestand zou zijn tegen uitwendige invloeden, b.v. uitdrogen van de sloot, of bevriezen van het water, welke invloeden de soort zouden kunnen doen uitsterven, indien er niet op deze wijze voor gezorgd was, dat althans sommige eieren, die de Duitschers daarom „Dauereier” genoemd hebben, de ongunstige omstandigheden konden doorstaan (vergelijk de zaden van alle hogere planten, waarbij alle kiemcellen ontwikkeld zijn tot embryonen, die zich met hulzen omgeven, en dus als „Dauerkeime” fungeeren). Later zal uit zoo'n „latent” ei weer een wijfje ontstaan, de stammoeder van een reeks van parthenogenetisch zich voortplantende wijfjes, welke reeks weer door een bevruchting door mannetjes wordt afgesloten. Het is nu gebleken dat zoowel door verandering van de temperatuur alsook van het toegediende voedsel (dus door een nabootsing van de verandering van seizoen in de natuur) de periode van dezen geslachts-cyclus: parthenogenetische reeks — geslachtelijke generatie — latent ei, willekeurig is te veranderen. De geslachtelijke generatie geheel uit te schakelen, gelukte nooit. Klaarblijkelijk was dus de tendenz tot voortbrenging van mannetjes een erfelijke eigenschap, in het organisme van het dier zelf gelegen. Maar ook de hoeveelheid der mannetjes, op het oogenblik, dat de geslachtelijke periode in de cultuur optrad, kon door uitwendige invloeden klaarblijkelijk veranderingen ondergaan. (Zie mijn artikel: „*Hydatina Senta*”, in dit tijdschrift Deel XXIII, blz. 125 e.v.).

De onderzoekingen van Weismann, aan *Daphniden* of „watervlooien” gedaan, in verband met die van Issokawitsch, gaven dergelijke resultaten, en ook die aan *Aphiden* of bladluizen voerden tot zulke gevolgtrekkingen. Op de onderzoekingen aan de laatste diersoorten komen we evenwel nog terug.

Al de hierboven besproken uitwendige invloeden bleken *alleen* op de nog onbevruchte eieren hun werking te kunnen uitoefenen; zoodra het ei eenmaal was afgezet en, bevrucht of onbevrucht, zich had ontwikkeld, hield hun veranderende werking op de geslachts-tendenz op. Dit spreekt voor een „diepere” oorzaak.

Maar ook bij die wezens, welke een gewone geslachtelijke voortplanting bezitten, zonder tevens een generatie-cyclus te vertoonen, zijn onderzoekingen over den invloed van uitwendige oorzaken, welke de geslachtstendenz kunnen veranderen, ingesteld, en ook zij schijnen op het eerste gezicht tot het resultaat te leiden, dat werkelijk uitwendige invloeden hier van groot gewicht zijn.

Zeer beroemd zijn de onderzoekingen, welke Richard Hertwig deed. Normaal bevruchte eieren leveren, indien men met groote hoeveelheden werkt, wat de experimenteele fouten natuurlijk doet verminderen, ongeveer evenveel ♀ als ♂ individuen op. Zoo leverde in één geval een normale bevruchting 185 ♂♂ en 164 ♂♂ op. Maar nu vond Hertwig, dat, indien men de onbevruchte eieren niet dadelijk, nadat ze in het stadium van rijpheid gekomen zijn, bevrucht, maar eerst later, en ze eerst

94 uren laat liggen, er uit deze late bevruchting uitsluitend mannetjes ontstaan. Door statistische onderzoekingen komt Siegel in 1919 tot dergelijke resultaten bij den mensch. In het algemeen volgt hieruit, dat jonge eieren een meer vrouwelijke, oude daarentegen een meer mannelijke tendenz moeten bezitten.

Hoe Hertwig dit verschijnsel met zijne kiemplasma-relatie-theorie tracht te verklaren, zullen we hier niet bespreken, doch alleen een aardige gevolgtrekking aanhalen, welke Häbler uit deze gegevens omtrent de geslachts-tendenz gemaakt heeft. „Alle uiterlijke en innerlijke omstandigheden, die het voedingsproces in de cellen bevorderen, oefenen een invloed uit ten voordeele van het vrouwelijke geslacht, alle omstandigheden, die het belemmeren, een invloed, die de nakomeling-schap in de mannelijke richting drijft. Over-rijp-zijn van het ei (Hertwig) en ongunstige temperatuur (Nussbaum) kunnen met voedingsstoornissen gepaard gaan.

Dezelfde factoren, die bij de laagste wezens (Protozoa) de geslachtelijke functies doen ontstaan, hebben bij soorten, welke reeds een geslachtelijke differentiatie vertoonen, een invloed, die het ei zich in de mannelijke richting doet ontwikkelen. De vrouwelijke staat komt meer overeen met een toestand van vegeteeren; de mannelijkheid is de actieve, de vooruitstrevende kracht, die de ontwikkeling bevordert. In ieder mannelijk wezen steekt reeds van nature iets van een strijder, die zich door de ongunstige omstandigheden heenslaat”.

Maar waren de besproken invloeden in hun werking alleen op de kiemcellen na te gaan, voortdurend duiken berichten op omtrent onderzoekingen, die er op zouden wijzen, dat ook op het embryonale leven, als van een geslachtelijke differentiatie uitwendig nog niets te bespeuren valt, uitwendige invloeden hun geslachts-bepalende werkingen zouden kunnen uitoefenen.

Leitz deed proeven met rupsen van den vlinder *Antheraea pernyi*. Indien de rupsen uit het ei kwamen, vóórdat de eikenblaadjes, waarmede ze gevoed werden, goed waren ontwikkeld, konden ze daarmede moeilijk worden grootgebracht; ze verpopten zich meestal te vroeg, en gaven, als de poppen tóch nog een vlinder leverden, voornamelijk mannetjes.

Baltzer kon door middel van een veranderde voeding veroorzaken, dat de larven van *Bonellia viridis*, een wormachtige, zich of tot mannetjes, of wel tot wijfjes ontwikkelden.

We komen dus, na het bespreken van deze verschillende onderzoekingen, tot het resultaat, dat inderdaad uitwendige invloeden zich althans voordoen als oorzaken, waardoor de geslachtstendenz een verandering kan ondergaan.

J. HOFKER.

(Wordt vervolgd.)

