

Einiges über Geschlechtsbestimmung.

Von **L. Gschwendtner**, wissenschaftlicher Mitarbeiter des oberösterr. Landesmuseums.

Die Möglichkeit, das Geschlecht des Nachkommens eines Individuums willkürlich zu bestimmen, gehört seit jeher zu den am meisten besprochenen Problemen der allgemeinen Physiologie. Den heutigen Stand der Kenntnisse darüber soll nun das Folgende in kürzesten Grundrissen bekanntgeben,

Die exakte Bearbeitung dieses wichtigen Problems begann erst von dem Zeitpunkt an, als man sich loslöste von bloßer Spekulation über die Verhältnisse beim Menschen und dessen Haustiere und es in die Bahnen der damals emporstiegenden experimentellen Vererbungsforschung und Zelluntersuchungen hineinlenkte.

Das heutige Wissen stützt sich vor allem auf die Faktorenlehre, welche im kurzen besagt, daß ein Großteil der Eigenschaften des voll entwickelten Individuums bereits in der befruchteten oder entwicklungsfähigen Eizelle durch substantielle Faktoren oder Gene, deren physikalische und chemische Beschaffenheit noch fast vollständig unbekannt ist, ihre Ursache haben. Der Rest der Eigenschaften ist nun entweder gegeben durch die Wirkungsweise vorhandener, andere Eigenschaften in erster Linie bedingender Gene oder sie treten erst im Laufe der Entwicklung im Abhängigkeitswege auf. Als Sitz der Gene selbst erwies sich der Zellkern, und zwar die bei Teilungsvorgängen sich heraussondernden Chromosomen.

Nun ist aber der Sachverhalt für gewöhnlich nicht ein derartiger, daß jedes Gen einer Eigenschaft ein ganzes Chromosom für sich kapituliert, sondern mehrere Gene zusammen in einem Chromosom ihren Sitz haben, so daß dann die Chromosomen als Vehikel für die Faktoren funktionieren. Eine Ausnahme machen die Geschlechtschromosomen, die, wie der Name schon sagt, mitunter vollkommen, immer aber zum Großteil ein ganzes Chromosom in Anspruch nehmen.

Die Verhältnisse bei getrenntgeschlechtlichen Organismen — und nur auf diese kann hier eingegangen werden — können nun derart liegen, daß entweder die Eizelle vor den Reifungsteilungen, also die Oozyte, in der alle Chromosomen in doppelter Portion enthalten sind, zwei Geschlechts- oder X-Chromosomen enthält und die männliche Geschlechtszelle, die Spermatozyte, nur eines oder umgekehrt: weibliche eines, männliche zwei. Immer nennt man dann das Geschlecht mit den zwei X-Chromosomen das homogametische, da dieses zwei gleiche Arten von reifen, befruchtenden Zellen (Eizellen oder Samenzellen) oder Gameten (jede enthält 1 X-Chromosom) nach der Reifungsteilung liefert. Das andere Geschlecht hingegen mit nur einem X-Chromosom, das heterogametische. Schließlich kommt noch eine dritte Möglichkeit vor, daß im heterogametischen Geschlecht das X-Chromosom einen ungleichen Partner hat, ein Y-Chromosom, welches entweder in der Einzahl vorkommt oder in 2 — 5 Chromosomen gleicher oder ungleicher Größe aufgelöst sein kann. Dieses Y-Chromosom dürfte genetisch durch Schwund, respektive Zerfall eines X-Chromosoms zu erklären sein.

Um die Geschlechtsvererbung beim Heterozygotie-Heterogametieschema kurz zu charakterisieren, betrachten wir die Verhältnisse bei einer Heuschrecke (Oedipoda), deren Spermatogonien 23 Chromosomen aufweisen, wovon eines, das X-Chromosom keinen Partner besitzt, welches während der Wachstumsperiode nahezu kompakt bleibt und nicht konjugiert. Im wachsenden Ei hingegen treffen wir 24 Chromosomen, also das X-Chromosom besitzt hier einen Partner, mit dem es

auch tatsächlich konjugiert. Wir haben somit für die Spermatozyte die Formel $n + x^1)$ und für die Oozyte $n + 2x$. Bilden nun diese beiden reife Geschlechtszellen, so werden alle Eizellen $\frac{n}{2} + x$ enthalten, während die eine Hälfte der Spermatozoen durch $\frac{n}{2} + x$, die andere durch $\frac{n}{2}$ charakterisiert ist. Bei der Befruchtung sind nun die zwei, nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung in gleicher Anzahl, also im Verhältnis von 1:1 vorkommenden Kombinationen möglich: (Weibchen $\frac{n}{2} + x$) + (Männchen $\frac{n}{2} + x$) = $n + 2x$, also ein Weibchen und (Weibchen $\frac{n}{2} + x$) + (Männchen $\frac{n}{2}$) = $n + x$ = Männchen. Die Befruchtung und der Determinierungsmechanismus erfolgt sohin hier, wie bei allen übrigen oben genannten Fällen von Heterogamietie nach dem bekannten, Charakter Mendelscher Rückkreuzung²⁾.

Es kann nun vorkommen, daß der Faktor irgendeiner Eigenschaft in den Bereich eines X-Chromosoms gelangt, sagen wir in den des männlichen X-Chromosoms, da zeigt es sich, daß die Realisation dieser Eigenschaft, die dann nur im männlichen Geschlecht zutage tritt, da ein X-Chromosom des Weibchens über das des Männchens dominiert, an das Vorkommen dieses Chromosoms gebunden ist, daß der Faktor dieses Merkmals geschlechtsbegrenzt vererbt wird. Derartige Eigenschaften konnten bisher vielfach nachgewiesen werden und zeigen immer typisches Verhalten: Realisation in dem einen Geschlecht, Vererbung durch das andere. Ich erinnere nur an die Eierproduktions-Intensität bei den gegitterten Plymouth-Hühnern, die durch den Hahn vererbt wird, ferner beim Menschen die Nachtblindheit (Hemeralopie), Bluterkrankheit (Haemophilie), Farbenblindheit, eine Form von Hypospadie und nach Davenport sogar gewisse psychische Anlagen, wie die Wanderlust, was aber angezweifelt werden kann. Derartige geschlechtsbegrenzte oder geschlechtskorrelierte Eigenschaften sind aber nicht zu verwechseln mit den gewöhnlich auftretenden sekundären Geschlechtscharakteren, die nichts anderes sind als beiden Geschlechtern zukommende Charaktere, die in ihrer Morpho- und Physiogenese von spezifischen männlichen und weiblichen Hormonen verschieden beeinflußt werden.

Wie bereits erwähnt wurde, sind es mendelistische Faktoren, die über das Geschlecht die Entscheidung bringen. Es liegt deshalb nahe, analog den Vererbungsstudien auch für die Sexualverhältnisse reale Bilder durch Benennung der Faktoren mit Buchstaben zu schaffen. Am einfachsten ist es nun, sich auf den naiven Standpunkt der Mendelschen Interpretation zu stellen und die weibliche, angenommen homogametische Geschlechtszelle durch FF und die männliche heterogametische mit FM zu charakterisieren, wobei F im X-Chromosom seinen Sitz hat, M hingegen im Y-Chromosom oder im Plasma und über 1F dominiert.

Die neuesten Forschungen, insbesondere die hervorragenden Versuchsergebnisse Goldschmidts über zygotische Intersexualität bei Insekten, vor allem bei Schmetterlingen (Schwammspinner, *Lymantria dispar*), sowie über hormonische Intersexualität bei Vögeln, Säugetieren und gewissen Wirbellosen zeigen, daß die Verhältnisse nicht so einfach darstellbar sind, sondern daß jedes Geschlecht auch die Charaktere des anderen bis zu einer gewissen Masse in sich enthält, also als sexueller Bastard aufzufassen ist. Welches Geschlecht nun in Erscheinung tritt, hängt von quantitativen Verhältnissen ab. Wenn wir wieder M als den Männlichkeitsfaktor annehmen und F für den Weiblichkeitsfaktor, so haben wir die Faktorenformel (\mathcal{M}) FF = Weibchen : (\mathcal{M}) FM = Männchen. F und \mathcal{M} unterscheiden sich

¹⁾ Wobei wir unter n den Rest der für uns hier nicht weiter in Betracht kommenden Faktoren bezeichnen.

²⁾ Darunter versteht man die Kreuzung eines Bastard mit dem einen oder anderen in Bezug auf die in Betracht kommenden Eigenschaften rein weiterzuchtenden Elter.

einander durch bestimmte quantitative Stärke, die wir ihre Valenz nennen, wobei M stärker ist als F , jedoch schwächer als FF . Damit das Befruchtungsergebnis ausgesprochen männlichen oder weiblichen Charakter erhält, muß die Differenz beider Faktoren die für die betreffende Rasse oder Art typische Größe ergeben, widrigenfalls männliche oder weibliche Intersexualität in den verschiedensten Abstufungen, je nach der Valenz der zusammentreffenden Faktoren resultiert.

Wir sehen also daraus, daß der X-Chromosomen-Mechanismus allein nicht genügt, das Geschlecht zu determinieren. Es kommt vielmehr auf die Quantität der Aktion der befruchtenden Faktoren an, die selbständige Aktion der Faktoren des anderen Geschlechtes emporkommen oder unterliegen zu lassen. Gelingt es, abnorme Quantitäten zusammenzubringen, wie dies Goldschmidt in seinen Bastardierungsversuchen mit dem Schwammspinner zustandebrachte, so kann keine Chromosomenkonstitution es verhindern, daß ein anderer Sexualzustand erzielt wird.

Als eines der wichtigsten Gesetze, welches die Analyse der Intersexualitätsforschung zutage förderte, ist das Zeitgesetz der Intersexualität, nach welchem ein Individuum intersexuell wird, wenn es bis zu einem gewissen Zeitpunkt, dem sogenannten Drehpunkt, seine normale sexuelle Entwicklung vorzeitig beendet und von da an seine konstante Gesamtentwicklungszeit in der Richtung des anderen Geschlechtes vollstreckt. Je früher die Umschlagsreaktion eintritt, umso höher das Maß der Intersexualität. Weibliche Intersexualität entsteht also dann, wenn die sonst nicht oder nur ganz kurz zutagetretende männliche Reaktion schneller verläuft als normal, so daß sie noch zur Zeit der Differenzierung der Organe in Aktion tritt und diese beeinflussen kann.

Wenn wir uns nun fragen, was diese Differenzierung beeinflußt, so können wir nur die Antwort geben, daß es die männlichen und weiblichen Hormone³⁾ der Geschlechtsdrüse sind, deren Reaktionsgeschwindigkeit durch die Geschlechtsfaktoren bedingt ist. Im Weibchen verläuft die Produktion der weiblichen Hormone rascher als die der männlichen, da ihre Quantität größer ist. Wird hingegen die Quantität der Erbfaktoren des anderen Geschlechtes, bei Bastardierungen zum Beispiel, erhöht, so verläuft die Produktion ihrer Hormone rascher als normal, sie gewinnt noch während der Entwicklung das Uebergewicht, und hier liegt der Drehpunkt zur Umschlagsreaktion. Je früher nun dieser eintritt, um so mehr tritt das antagonistische Geschlecht in den Vordergrund, bis zur annähernden Unterdrückung des normalen Geschlechtes.

Damit gewinnen wir nun einen Einblick in das Wesen der Geschlechtsfaktoren. Sie sind Stoffe, die eine spezifische Reaktion proportional ihrer Quantität hervorrufen (die Produktion der Hormone), und es liegt nahe, daß es Enzyme⁴⁾ oder Stoffe ähnlicher physikalisch-chemischer Beschaffenheit sind. Weiter lernen wir jetzt aber auch den Vorgang der natürlichen Geschlechtsdeterminierung kennen. Das Entscheidende sind die in der Eizelle zusammentreffenden Relationen zweier Quantitäten, die für sich absolut verschieden sein können, wenn nur ihre Differenz gewahrt bleibt, so daß ihre Reaktionsgeschwindigkeiten der Entwicklungszeit der Organe entsprechen. Wird diese Harmonie gestört, dadurch, daß das männliche Enzym zu konzentriert ist für das weibliche oder umgekehrt, so beginnt der andere Geschlechtsfaktor sich wirksam zu erweisen, die Folge davon ist Intersexualität in allen Abstufungen.

Näher in das Wesen der beiden Formen von Intersexualität, der zygotischen und hormonischen, einzugehen, würde zu weit führen, es war nur darum zu tun,

³⁾ Hormone sind Reizstoffe, welche z. B. bei Säugern von einer Drüse gebildet werden, in das Blutgefäßsystem gelangen und auf ein Organ als Reiz wirken.

⁴⁾ Enzyme sind nicht organisierte, chemische Fermente, Gärungserreger, wie z. B. das Fibrinferment, welche imstande sind, die Zersetzung organischer Substanzen in großen Mengen zu veranlassen, ohne selbst an der Zersetzung teilzunehmen.

die Bedeutung der Hormonenproduktion durch die Geschlechtsenzyme für die definitive Determinierung klarzulegen.

Im Anschluß an diese Erörterungen über die innere Sekretion und die Geschwindigkeit des Reaktionsablaufes sollen nun einige Fälle von natürlicher Geschlechtsbestimmung erwähnt werden, bei denen es auch gelang, experimentell Einfluß in den Verlauf zu gewinnen, mit anderen Worten den Differenzierungsverlauf willkürlich in die Bahn des einen oder anderen Geschlechts zu zwingen.

Vor allen eine Art der borstentragenden Sternwürmer, der Gattung *Bonellia*, die durch extremsten Geschlechtsdimorphismus charakterisiert ist. Das Weibchen ist ungefähr 10 cm lang, mit fast meterlangem Rüssel, während das Männchen ein kaum einige Millimeter langes Würmchen ist, das sein Leben im Uterus des Weibchens verbringt. Der sexuelle Entwicklungsverlauf ist nun nach Baltzer folgender: Die noch indifferenten Larven haben alle die Möglichkeit, Männchen oder Weibchen zu werden. Gelingt es einer Larve, sich am Rüssel eines alten Weibchens festzuhalten und dort zu parasitieren, so entwickelt sich daraus ein Männchen. Setzt sich aber eine Larve nicht fest, so entsteht daraus meistens ein Weibchen. Unterbricht man die parasitische Lebensweise frühzeitig, so daß die stofflichen Beziehungen zwischen Larve und Rüssel nicht mehr wirken können, resultieren Individuen mit mehr oder weniger intersexuellem Charakter. Berücksichtigen wir noch die Tatsache, daß beim Fehlen parasitärer Möglichkeit neben Weibchen auch Männchen und Intersexen entstehen können, ferner, daß die spät zu Weibchen sich differenzierenden Larven zuerst Samen bilden und schließlich, daß es bei Intersexualität darauf ankommt, wie weit die Differenzierung der Organe des beherrschenden Geschlechts bereits vorgeschritten ist, so erkennen wir sofort die Analogie mit dem oben Erwähnten: Die Sekretion des Rüssels beschleunigt die Differenzierungsgeschwindigkeit der Organe ohne Rücksicht auf das spätere Geschlecht der Larve.

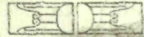
Daraus ergibt sich nun die erste Möglichkeit einer willkürlichen Geschlechtsbestimmung, und zwar auf physiologischem Wege: Es müßte eine Methode gefunden werden, wodurch die Differenzierung der Organe vorzeitig erfolgt, ohne daß hiedurch die Reaktionsgeschwindigkeit der Geschlechtsenzyme beeinflußt wird. Wenn z. B. die Organbildung normalerweise zum Großteil jenseits des Aktionspunktes für Weiblichkeit stattfindet und dieser später als der männliche eintritt, so müßte durch diese Methode die Differenzierung noch in den Bereich der männlichen Aktion hineingezwungen werden, bis es schließlich gelingt, das männliche Geschlecht zu realisieren.

Von weiteren Geschlechtsbestimmungs-Experimenten möchte ich nur noch erwähnen die von Hertwig und seinen Schülern an Fröschen (besonders *Rana esculenta*). Uterine Ueberreife⁵⁾ der Eier verschob das normale Geschlechterverhältnis zugunsten des Männchens, bis schließlich bei hochgradiger Ueberreife nur mehr Männchen sich entwickelten. Da die vorliegenden Verhältnisse noch zu wenig erforscht sind, soll hier von einer Erklärung, die doch nur hypothetisch sein könnte, abgesehen und gleich zur zweiten Versuchsmethode an Fröschen übergegangen werden. Manche Froschrassen (z. B. aus Utrecht) zeigen in den ersten Jahren starkes Ueberwiegen des weiblichen Geschlechts. Bei näherer Untersuchung zeigte es sich, daß ein Teil der Weibchen in ihrem primären Sexualcharakter indifferent wurde und später Hoden entwickelten. Hertwig und seinen Schülern gelang es nun durch Kreuz- und Querbastardierungen verschiedener Rassen einerseits, durch

⁵⁾ Uterine Ueberreife kann dadurch herbeigeführt werden, daß nach Ablagerung der durch normale Paarung in den Uterus gelangten Eier die weitere Ablage durch Entfernen des Männchens aus der Umklammerung unterbrochen wird. Je nach dem Zeitausmaß von Entfernung und neuerlicher Umklammerung kann 24-, 48-, 72-, 96stündige Ueberreife erzielt werden, da dadurch die Bildung des zweiten Richtungkörpers des Eies um die gleichen Zeiträume verzögert wird.

Temperatureinflüsse andererseits den Umstimmungsprozeß zu beschleunigen bis zur Bildung gleich reiner Geschlechter, wobei das auch dann auftretende Ueberwiegen der Weibchen nicht mehr abgeändert wurde und sich steigerungsfähig erwies.

Hieraus, und wenn man die Verhältnisse der Parthenogenesis berücksichtigen würde, ergeben sich nun weitere Möglichkeiten der willkürlichen Geschlechtsbestimmung: Durch äußere Faktoren, die, wie es bei den genannten Fröschen der Fall ist, Einfluß gewinnen auf die endgültige spezifische Ausbildung der Geschlechtsdrüsen. Weiter bei Säugern die Entdeckung eines Mittels, wodurch die im mütterlichen Blute kreisenden weiblichen Hormone Einfluß gewinnen auf die männliche Frucht, die gegen jene durch einen bisher noch unbekanntem Mechanismus geschützt ist. Gelingt eine Störung dieses Mechanismus, so muß dies zu männlicher Intersexualität führen, die steigerungsfähig gemacht werden könnte. Es erhellt ohne weiters, daß diese Methode wohl die einzige ist, die auch für den Menschen in Betracht käme. Nebenbei bemerkt, liegen die Sexualverhältnisse des Menschen noch ziemlich im Dunkeln und sind auch nur sehr schwer experimentell erforschbar, wenn auch vielleicht darüber bisher das Meiste geschrieben und gesprochen worden ist, was zu den unmöglichsten Ideen und Theorien geführt hat. Als die letzte Methode der willkürlichen Geschlechtsbestimmung wäre noch die zu erwähnen, die eine Art reifer Geschlechtszellen zu zerstören, so daß nur die gewünschte zur Befruchtung gelangen könnte. Daß diese Methode immer Theorie bleiben wird, ist nach diesen Ausführungen wohl klar. Hoffen wir nun, daß es gelingt, im 20. Jahrhundert, im Jahrhundert der Biologie auch auf dem Gebiete der Geschlechtsbestimmung Lösungen zu bringen, ohne daß hiedurch die Weltordnung zusammenstürzt, was nach dem bisher Entdeckten wohl kaum zu befürchten sein wird.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [79](#)

Autor(en)/Author(s): Gschwendtner Leopold

Artikel/Article: [Einiges über Geschlechtsbestimmung. 52-56](#)