

Die Umwandlung des Eierstocks in einen Hoden beim intersexuellen Schwammspinner.

Von

Richard Goldschmidt und Sakae Saguchi (Berlin-Dahlem).

Mit 29 Textabbildungen.

(Eingegangen am 27. Februar 1922.)

Inhalt.

Einleitung (S. 226).

1. Die normalen Entwicklungsvorgänge (S. 227).
2. Morphologie der intersexuellen Umwandlung des Eierstockes.
 - a) Die niederen Intersexualitätsstufen. (S. 230).
 - b) Die höheren Intersexualitätsstufen (S. 237).
 - a) Der Aomorityp (S. 237).
 - β) Die Geschlechtsumwandlung (S. 237).
 - e) Einige Besonderheiten (S. 242).
3. Die Pseudospermiogenese in der intersexuellen Crüse (S. 252).

In seinen Untersuchungen über Intersexualität¹⁾ konnte der eine der Verfasser zeigen, daß es bei einem Schmetterling *Lymantria dispar* gelingt, Intersexualität durch geeignete Bastardierung geographischer Rassen nach genau analysierten Gesetzen zu erzeugen. Als Intersexe waren Individuen bezeichnet worden, die, als Ganzes betrachtet, eine Stufe zwischen beiden Geschlechtern einnehmen, und es konnte eine vollständige Reihe von weiblichen Intersexen, die von dem normalen Weibchen ausgehend alle Stufen der Umwandlung eines Weibchens in ein Männchen, mit völliger Geschlechtsumkehr als Endglied, zeigen, experimentell erzeugt werden und ebenso eine Reihe männlicher Intersexe, die vom Männchen ausgehend zum Weibchen führen. Die vererbungswissenschaftliche Analyse der Erscheinung führte zu einer vollständigen Lösung ihres genetischen Ursprunges; gleichzeitig war es aber auch möglich durch entwicklungsphysiologische Analyse festzustellen, wie Intersexualität entwicklungsgeschichtlich zustande kam. Es zeigte sich nämlich, daß ein Intersex ein Individuum ist, das seine Entwicklung bis zu einem bestimmten Moment, dem Drehpunkt, mit einem Geschlecht durchlaufen hat, nach diesem Drehpunkt aber sie mit dem andern Geschlecht vollendet. Also ein intersexuelles Weibchen entwickelt sich bis zu einem bestimmten Augenblick, sagen wir der Verpuppung, als Weibchen; plötzlich springt das Geschlecht um und es vollendet seine Entwicklung als Männchen. Umgekehrt ist der Vorgang bei einem intersexuellen Männchen. Es folgt daraus, daß bei später Lage des Drehpunktes schwache

¹⁾ R. Goldschmidt, Untersuchungen über Intersexualität. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungsl. 23. 1920.

Intersexualität entsteht: nur wenige Entwicklungsvorgänge sind noch abzuschließen und können den Charakter des andern Geschlechts annehmen; so erscheint im Endresultat nur ein schwacher Einschlag des andern Geschlechts. Je früher aber der Drehpunkt liegt, um so mehr Entwicklungsvorgänge können mit dem andern Geschlecht verlaufen; also je früher der Drehpunkt um so höher der Grad der Intersexualität, d. h. des relativen Anteils des andern Geschlechts am Endresultat. Und wenn schließlich der Drehpunkt sehr früh liegt, verbleibt genügend Zeit zur völligen Geschlechtsumwandlung. In der genannten Arbeit wurde das Material im einzelnen gegeben, auf das solche Schlüsse aufgebaut waren. Dabei wurde auch gezeigt, wie sich bei den verschiedenen Stufen weiblicher Intersexualität der Eierstock in einen Hoden umwandelt. Die wichtigen Tatsachen wurden aber nur in großen Zügen geschildert und durch Photogramme illustriert, da die Einzelheiten für die Analyse des Problems nicht entscheidend waren. Die Tatsachen sind aber so interessant und ja schließlich auch das Material so einzigartig, daß es wohl berechtigt erscheint, eine etwas ausführlichere Darstellung mit den nötigen Abbildungen zu veröffentlichen. Es wird hier nur von der Umwandlung des Eierstockes in den Hoden geredet; von dem umgekehrten Prozeß sind bisher nur die ersten Stufen bekannt, da die höchsten Stufen männlicher Intersexualität, in denen die weiteren Stadien gefunden werden müßten, bisher noch nicht gezüchtet werden konnten.

1. Die normalen Entwicklungsvorgänge.

Das Verständnis der intersexuellen Umwandlung der Gonade setzt eine Kenntnis der normalen Entwicklungsvorgänge voraus. Diese seien daher, soweit sie benötigt werden, vorausgeschickt, ohne auf zu feine Einzelheiten einzugehen, die eine Darstellung mit vielen Abbildungen erforderten. Es ist dies um so weniger nötig, als vor kurzem *K. Schneider*¹⁾ eine ausführliche und reich illustrierte Darstellung der Vorgänge für den Wolfsmilchschwärmer *Deilephila euphorbiae* gegeben hat. Die Verhältnisse des Schwammspinners zeigen aber weiter keine nennenswerten Verschiedenheiten in bezug auf Art und Reihenfolge der Differenzierungsprozesse; nur die zeitlichen Verhältnisse sind etwas abweichend; im folgenden gelten daher die Zeitangaben nur für unser Objekt, den Schwammspinner. In der jungen Raupe sind Eierstock und Hoden nicht voneinander zu unterscheiden. Sie bestehen aus einem nierenförmigen Körperchen, das durch bindegewebige Septen in 4 Fächer eingeteilt ist, die von den jungen Keimzellen erfüllt sind. Beim Schwammspinner tritt nun schon in jungen Raupenstadien eine Längsstreckung der 4 Fächer ein, wodurch sie zu Eiröhrenanlagen werden. In diese geht dann der Eileiter mittels eines Übergangsteiles aus flach geschichteten Zellen über, wie Abb. 1 *a* zeigt. Die Eiröhren wachsen nun in die Länge und die darin enthaltenen Keimzellen vermehren sich. Hand in Hand damit geht eine Differenzierung der Übergangsstelle zwischen Ovidukt und Eiröhre vor sich. Es ist für unsere späteren Betrachtungen wichtig, festzustellen, daß das Zellmaterial dieser Stelle bereits in der ganz jungen Keimdrüse sich findet (*Grünberg, Schneider*) und ganz unabhängig von den Eiröhren angelegt

¹⁾ *K. Schneider*, Die Entwicklung des Eierstockes und Eies von *Deilephila euphorbiae*. Arch. f. Zellforsch. **14**. 1915.

wird. Seine Umbildung, die wohl nicht in Einzelheiten dargestellt werden muß, besteht darin, daß die Zellgruppe in 4 Gruppen sich gliedert, je eine als Verbindung zu jeder Eiröhre. Dann tritt eine Differenzierung in 2 Abschnitte ein: der periphere erhält ein Lumen, das sich kontinuierlich in den Ovidukt fortsetzt und so entstehen die 4 Eiröhrenstiele. Der zentrale Teil bildet aber einen Strang dicht gedrängener Zellen, aus denen später das Follikelepithel der Eikammern hervorgeht. Dieser Zustand ist schematisch in Abb. 1 b wiedergegeben. Die nun

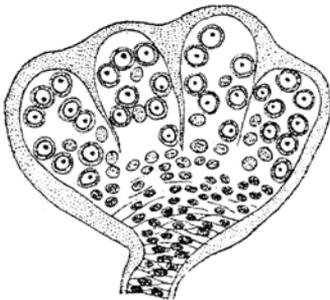


Abb. 1 a.

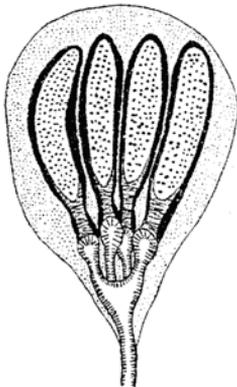


Abb. 1 b.

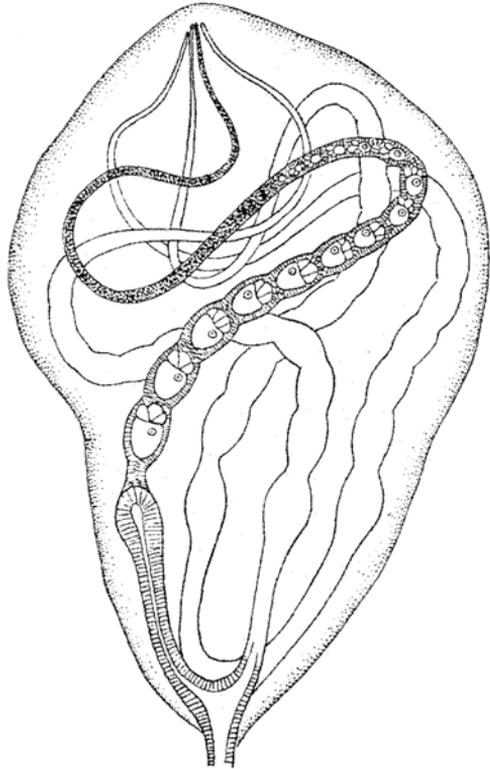


Abb. 1 c.

Abb. 1. a) Junges Ovar des Schwammspinners (nach Grünberg). b) Bildung der Eiröhrenabschnitte. c) Die Eiröhren in der Bindegewebshülle aufgekäuelt (nach Schneider).

folgenden Entwicklungsvorgänge, die sich beim Schwammspinner noch in der Raupe abspielen, zeigen gleichzeitig die folgenden Prozesse: 1. die Eiröhren wachsen mit fortschreitender Differenzierung außerordentlich in die Länge. Da die dicke bindegewebige Hülle des Ovars in ihrer ursprünglichen Nieren- oder Birnform erhalten bleibt, so müssen sich die lang auswachsenden Röhren in Schlingen legen, die sich dicht gewunden in der Bindegewebshülle zusammendrängen. Dieser Zustand bleibt bis kurz nach der Verpuppung bestehen (Abb. 1 c). 2. Im Innern der Eiröhre beginnt am zentralen Ende die Differenzierung in Ovogonien und Nährzellen, wie sie für die Insekten so charakteristisch ist. Die Gruppen

von Ei- und Nährzellen wachsen stark heran und ordnen sich in der engen Eiröhre einzeln hintereinander an (Abb. 2 a, b, c). Wenn nun diese Gruppen durch die nachwachsenden andern Gruppen weiter nach der Peripherie gedrängt werden,

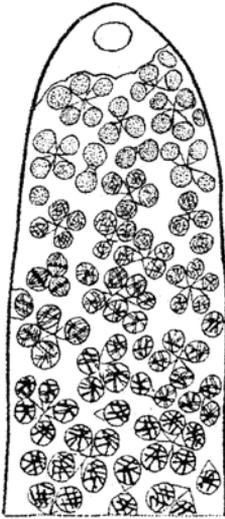


Abb. 2 a.

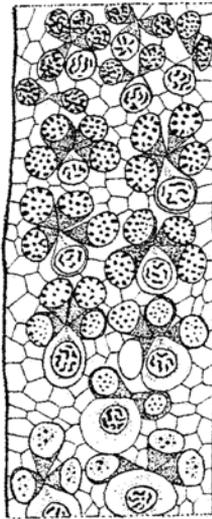


Abb. 2 b.

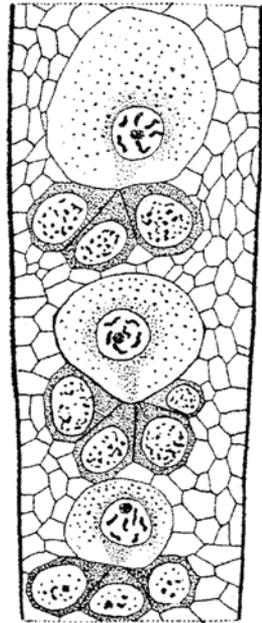


Abb. 2 c.



Abb. 2 d.

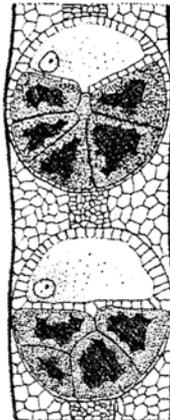


Abb. 2 e.

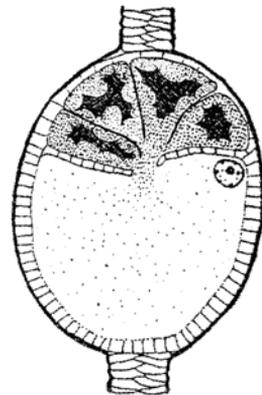


Abb. 2 f.

Abb. 2. a—c) Bildung der Ei-Nährzellgruppen. d—f) Bildung der Eikammern (nach *Schneider*).

schieben sie sich in die erwähnte Follikelzellzone nach dem Eiröhrenstiel zu ein und werden dadurch von Follikelzellen umgeben, die sich bald zum Epithel anordnen (Abb. 2 d). Nun liegen die einzelnen Gruppen, gewöhnlich als Eikammern bezeichnet, bestehend aus je einer Eizelle im Wachstumstadium,

mehreren Nährzellen und einem umhüllenden Follikel epithel perlschnurartig hintereinander. 3. Nunmehr besteht die Gonade aus vier in der Bindegeweshülle aufgeknäuelten Eiröhren. Eine jede beginnt zentral mit dem „Endfaden“, das ist der undifferenzierten Vermehrungszone der Oogonien. Dann folgt die Zone, in der sich die Ei- und Nährzellgruppen bilden; dann schließt sich die Perlschnur der einzelnen „Eikammern“ an, in denen nach der Peripherie zu die Eizellen immer größer werden, die Dotterbildung zeigen, während die Nährzellen charakteristische degenerative Umwandlungen erfahren, wie sie im einzelnen genau bei *Schneider* beschrieben sind. (Abb. 2 d—f, 1 c.) Dann folgt die Zone die die Follikelzellen liefert und schließlich Eiröhren und Ovidukt.

In diesem Zustand befindet sich die Gonade beim Schwammspinner zur Zeit der Verpuppung. Bald nach der Verpuppung setzt dann ein außerordentliches Eiwachstum ein. Seine erste Folge ist, daß die Eiröhren sich zuerst peripher und dann völlig aus der bindegewebigen Hülle lösen und nun frei in der Leibeshöhle liegen. In jungen Puppenstadien sind die 8 Eiröhren noch schön parallel angeordnet und nur die zentralen Teile, die Endfäden, sind etwas aufgeknäuel. Mit dem weiteren Wachstum der Eier verschlingen sich aber die Röhren und füllen schließlich dicht gepackt die ganze Leibeshöhle an. Wenn der Falter auschlüpft, scheint sein Leib nur noch mit Eiern gefüllt zu sein. Die Einzelheiten des Eiwachstums interessieren uns hier nicht. Es sei nur erwähnt, daß schließlich die Eier von einer harten Schale umgeben werden.

Die Entwicklung des Hodens bietet nicht viel bemerkenswertes. Er bleibt dauernd auf der Stufe morphologischer Organisation stehen, die die junge Keimdrüse zeigte, also 4 Hodenfächer, an die sich mit weiter Öffnung ein Vas deferens ansetzt. In jedem Hodenfach beginnt von einem Spermatogonienhaufen ausgehend die Spermatogenese. Beim Schwammspinner setzt sie sehr früh ein und zwar finden die Reifeteilungen etwa zur Zeit der vierten Raupenhäutung statt. Bei der Verpuppung sind schon reichlich Spermien vorhanden. Die Entwicklung der Spermien geht in Spermatocysten vor sich, die zunächst etwa wie Seeigelblastulac aussehen. Jede Wandzelle liefert ein Spermatozoon, die so in Bündeln gebildet werden. Einzelheiten und Literatur siehe bei *Buder* und *Goldschmidt*¹⁾.

2. Morphologie der intersexuellen Umwandlung des Eierstockes.

Es seien nun im einzelnen die intersexuellen Umwandlungen des Ovars besprochen, beginnend mit den niederen Intersexualitätsstufen.

a) Die niederen Intersexualitätsstufen.

Bei gerade beginnender und schwacher Intersexualität zeigt der Eierstock nicht viel Veränderungen. Denn der Drehpunkt tritt erst ein, wenn die Entwicklung des Ovars praktisch zu Ende ist. Beginnende Intersexe sind ja tatsächlich voll fruchtbar, während bei schwacher Intersexualität nur gelegentlich Fruchtbarkeit beobachtet wird. In diesem Fall werden nur wenige Eier gelegt. Dementsprechend zeigt das Ovar solcher Weibchen auch eine geringe Zahl reifer Eier, ist aber sonst normal. Erst bei dem Übergang zur mittleren Inter-

¹⁾ *J. E. Buder*, Die Spermatogenese von *Deilephila euphorbiae*. Arch. f. Zellforsch. 14. 1915. *R. Goldschmidt*, Versuche zur Spermatogenese in vitro. Ibidem.



Abb. 3. Normales (links) und intersexuelle Ovarien. Der Pfeil deutet auf die Stelle, an der die Umwandlung beginnt.

sexualität, für die der Drehpunkt etwa in der Mitte der Puppenperiode liegt, beginnen die intersexuellen Veränderungen deutlich sichtbar zu werden. Zur Zeit des Drehpunktes ist der Eierstock in der Hauptsache entwickelt, aber die Zahl der reifen Eier ist noch eine sehr geringe, wenn sie nicht ganz fehlen, und dementsprechend füllt das Ovar den Leib des Weibchens nicht ganz aus und zeigt die einzelnen Eiröhren noch deutlich nebeneinander. Wenn also nun zu diesem Zeitpunkt bei mittlerer weiblicher Intersexualität der Drehpunkt eintritt, so hört die weitere Entwicklung des Ovars auf. Wir finden also in solchen intersexuellen Weibchen Eierstöcke, die, morphologisch betrachtet, auf dem Stadium derer mittelalter Puppen stehen. Wenn wir nun zahlreiche Individuen aus der Gruppe der mittleren Intersexualität untersuchen, so erhalten wir natürlich eine allmählich zur starken Intersexualität hinüberführende Variationsreihe, und die Eierstöcke dieser Individuen werden uns dementsprechend eine Reihe von Ausbildungszuständen zeigen, wie sie sich in normalen Puppen etwa vom ersten Drittel ihrer Entwicklungszeit an finden. In Abb. 3 ist eine etwa

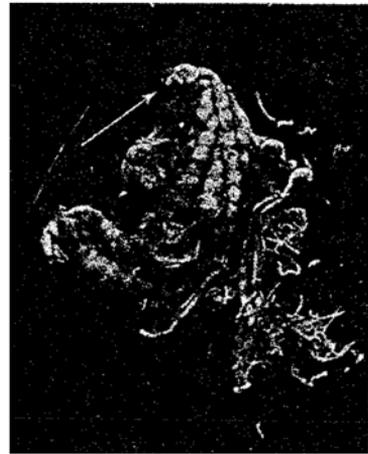


Abb. 4. Intersexuelles Ovar. Der Pfeil deutet auf die Pigmentkappe, unter der die Umwandlung beginnt.

bei doppelter Vergrößerung aufgenommene Photographie wiedergegeben, die folgendes zeigt: Links liegt das geöffnete Abdomen eines normalen Weibchens, aus dem die mit reifen Eiern gefüllten Eiröhren hervorquellen. Daneben folgen die Eierstöcke zweier intersexueller Weibchen, die keine Eier mehr gereift haben und auf dem Entwicklungsstadium des zweiten Drittels der Puppenperiode stehen geblieben sind. Der Pfeil deutet auf die Stelle, an der die jüngsten Eier liegen und an der, wie wir gleich sehen werden, die intersexuelle Umwandlung

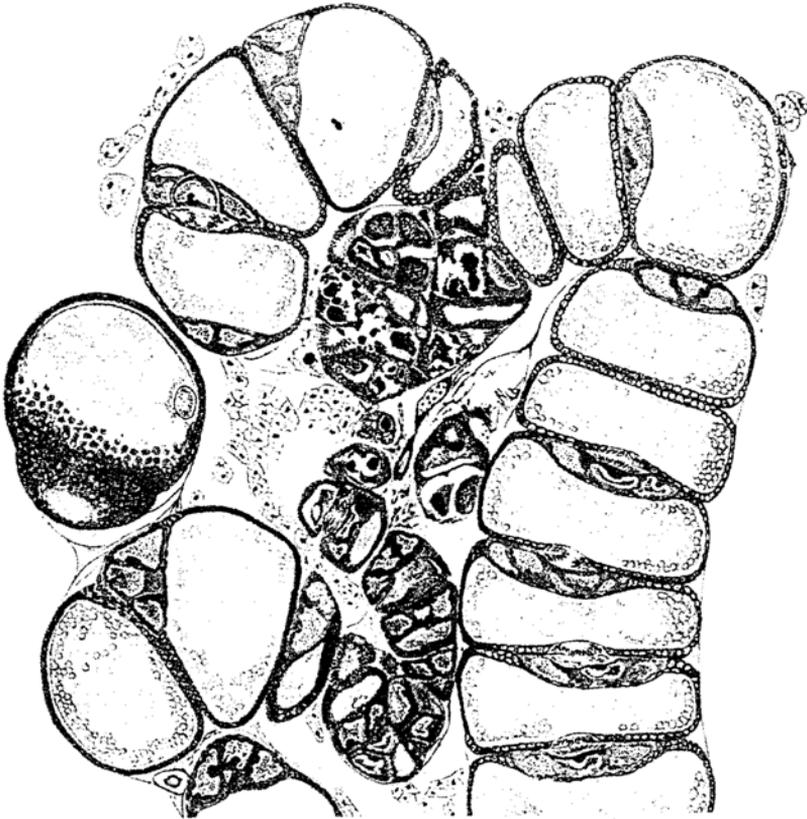


Abb. 5. Beginn des intersexuellen Abbaus des Eierstocks. Ältere Eikammern noch normal, junge Eikammern (innen) beginnen zu degenerieren.

beginnt. In Abb. 4 ist das Ovar eines andern derartigen Intersexen wiedergegeben. Dies Bild zeigt uns etwas sehr Bemerkenswertes: die Stelle, auf die der Pfeil deutet, ist wieder das zentrale Ende der Eiröhren, die hier alle konvergieren. Diese Stelle trägt nun eine bindegewebige Kappe, die tief dunkel pigmentiert ist. Es ist dies deshalb so bemerkenswert, weil der Hoden normalerweise von einer solchen pigmentierten Kappe bedeckt ist. Dies ist aber die Stelle, an der die Umwandlung in den Hoden beginnt.

Die histologische Untersuchung derartiger Gonaden zeigt nun, daß sie mit dem Eintreten des Drehpunktes nicht nur aufgehört haben, sich als Eierstöcke

zu entwickeln, sondern daß auch Veränderungen stattgefunden haben, die die ersten Schritte zur Umwandlung des Eierstockes in einen Hoden darstellen. Diese Veränderungen gehen natürlich nur so weit, wie es die nach dem Drehpunkt

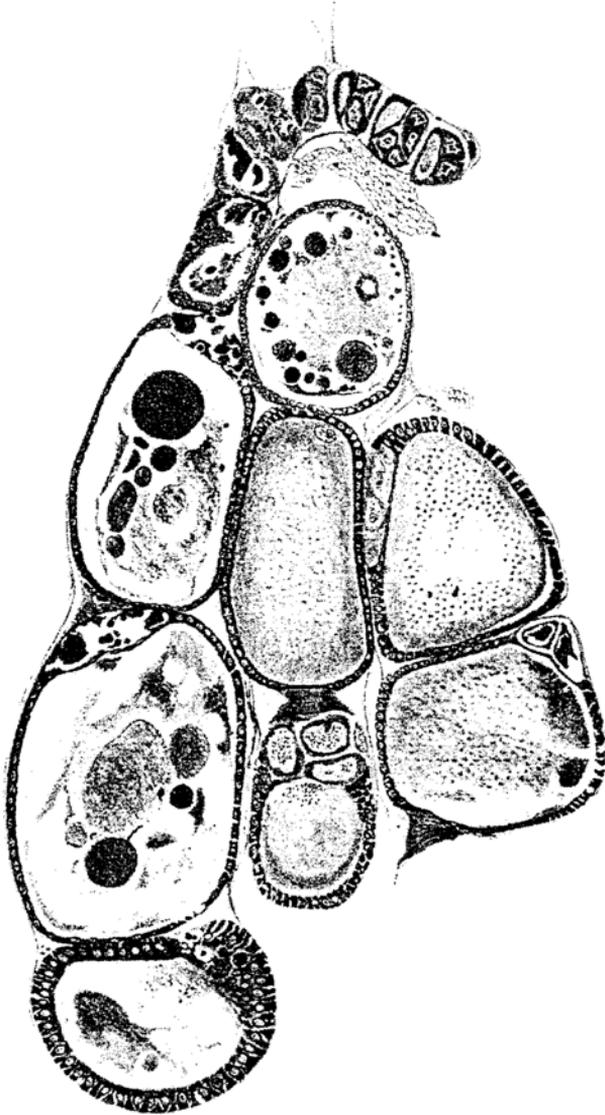


Abb. 6. Wie Abb. 5, aber auch ältere Eier beginnen zu zerfallen.

noch zur Verfügung stehende Puppenzeit erlaubt; sie bestehen daher bei den jetzt zu besprechenden niederen Intersexualitätsstufen im wesentlichen im beginnenden Abbau des Eierstocks.

In Abb. 5 ist die erste Stufe dargestellt, die zur Beobachtung kommt. Im Schnitt sind mehrere Eiröhren getroffen und zwar sowohl im mittleren Abschnitt

als auch am Ende, an dem die jüngsten Eizellgruppen liegen. Während nun die älteren Eizellgruppen (die sog. Eifächer) intakt bleiben, hat an dem zentralen Ende eine allgemeine Degeneration der Eiröhren eingesetzt. Nährzellen wie



Abb. 7. Wie vorige. Die ganze Eiröhre in Degeneration.

Eizellen zerfallen zu stark färbaren Klumpen und Brocken und selbst das Follikelepithel bleibt nicht davon verschont. Dieser Prozeß schreitet nun allmählich über den ganzen Eierstock fort, wobei die älteren Eier aber sichtlich am längsten der Degeneration widerstehen. Die einzelnen Eiröhren sind dabei einigermaßen unabhängig voneinander. Die eine mag bereits in Degeneration

begriffen, die benachbarte noch ganz normal sein. In Abb. 6 ist ein Schnitt wiedergegeben, in dem eine Eiröhre ganz in Degeneration begriffen erscheint, in einer andern aber junge wie ältere Eikammern noch ganz normal erscheinen. Die Ab-

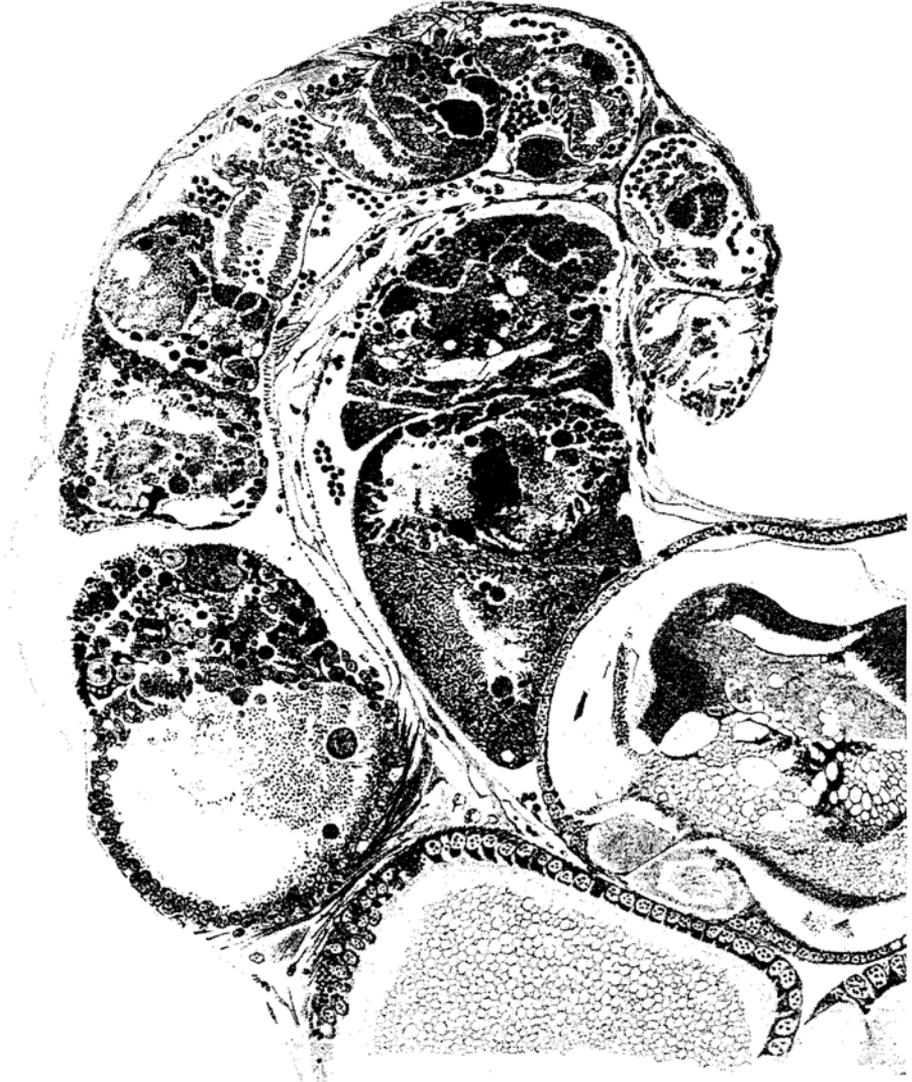


Abb. 8. Wie vorige. Der Anfangsteil zweier Eiröhren stärker vergrößert.

bildung zeigt auch die für den Zerfall der älteren Eier charakteristischen Bilder. Das Ende des Prozesses ist dann erreicht, wenn, wie in Abb. 7 dargestellt ist, die ganze Eiröhre sich in Degeneration befindet. Daß es sich bei diesem Vorgang nicht nur um eine Atrophie handelt, sondern um ein richtiges Einschmelzen des Organs erkennen wir, wenn wir den Vorgang bei stärkerer Vergrößerung

betrachten. Wir erkennen dann, wie Abb. 8 zeigt, daß die zerfallenden Eikammern mit Lymphocyten gefüllt sind, die das zerfallende Material phagocytieren.

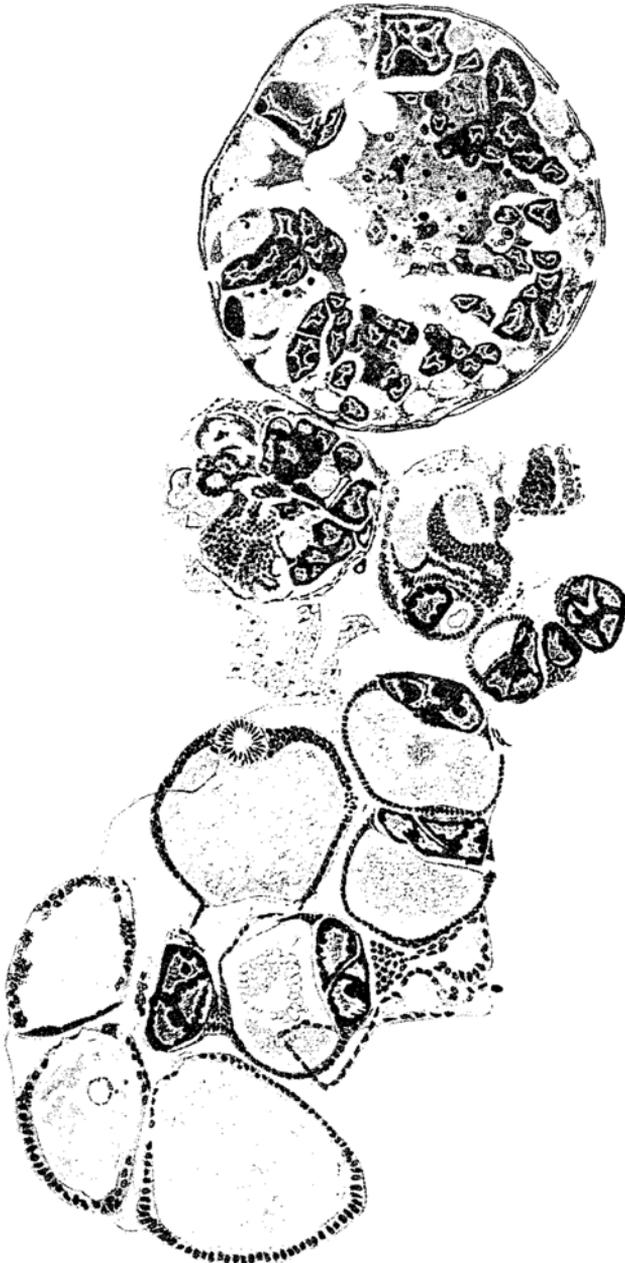


Abb. 9. Schnitt durch intersexuelles Ovar mit Bildung der Endblasen (oben). Unten sind einige der peripheren Eikammern durchschnitten.

Die bisher beschriebenen Vorgänge sind im wesentlichen abbauender Natur. Das Material des Eierstocks wird eingeschmolzen. Bei den höheren Stufen mittlerer, an der Grenze zur starken Intersexualität, haben nun auch bereits die ersten Schritte begonnen, die zur Umwandlung des Eierstockes in den Hoden hätten führen sollen. Während der periphere Teil der Eiröhren seinen Charakter beibehält, verschmelzen die zentralen Endschlingen einer jeden Röhre zu einem blasigen Gebilde. An Stelle des spitz auslaufenden Fadens, der die jüngsten Eikammern und die Ovogonien enthält, findet sich jetzt eine große epitheliale Blase, gefüllt mit dicht nebeneinandergedrängten Trümmern von Ei- und Nährzellen, dazwischen Detritus und Phagocyten. Abb. 9 gibt einen Schnitt durch ein derartiges Objekt wieder. Im Schnitt sind zwei solche Endblasen getroffen, daneben noch Teile der freien Eiröhren. In der einen Blase ist eine Gruppe von sehr kleinen Oogonien eingeschlossen. Wie die weiteren Stadien zeigen

werden, können die Blasen bereits als beginnende Ausbildung von Hodenfächern angesprochen werden. In Fällen extremer Ausbildung zeigen sie bereits die gleichen Bauverhältnisse wie die sogleich zu beschreibenden Übergangsdrüsen.

b) Die höheren Intersexualitätsstufen.

α) *Der Aomorityp.*

Als Aomorityp hatte der eine Verfasser einen Typus der Intersexualität beschrieben, bei dem der Drehpunkt etwa zur Zeit der Verpuppung lag, sicher vor dem Freiwerden der Eiröhren aus der Bindegewebshülle. In den „Untersuchungen über Intersexualität“ sind S. 125 Abb. 28 solche Geschlechtsdrüsen makroskopisch abgebildet. Sie erscheinen als etwas unregelmäßig gestaltete Körper, die im wesentlichen äußerlich den Zustand des Eierstockes zur Verpuppungszeit erkennen lassen, wenn auch die Form etwas unregelmäßig erscheint. Der innere Bau solcher Drüsen zeigt uns nun, was nach dem Vorhergehenden als nächste Stufe zu erwarten ist. Nach Eintritt des Drehpunktes hörte die Weiterentwicklung des Eierstockes auf und die Eiröhren blieben in der Bindegewebshülle beisammen. Dann trat die Degeneration der Eifächer ein und gleichzeitig die blasenförmige Umwandlung der Röhre. Die noch verbleibende Zeit genügt, um die 4 Röhren zu 4 Blasen werden zu lassen, die dann genau wie Hodenfächer nebeneinander liegen und nur nicht durch eine bindegewebige Tunica so zusammengedrückt werden wie die Hodenfächer. Dadurch erscheint auch die Oberfläche des Organs traubig, wie früher abgebildet wurde. Das Innere eines jeden Faches ist enggefüllt mit Massen von Ei- und Nährzellen, die dicht zusammengedrückt liegen und in verschiedener Weise in Degeneration begriffen sind. Dazwischen liegen außerordentliche Mengen von Phagocyten.

β) *Die Geschlechtsumwandlung.*

Liegt nun der Drehpunkt noch früher, also vor der Verpuppung, so verbleibt genügend Zeit, um die richtige Geschlechtsumwandlung einzuleiten. Also, der bereits in den vorhergehenden Stufen eingeleiteten Umwandlung der Form des Eierstockes zu der des Hodens folgt nun auch die Spermatogenese. Wir können natürlich die einzelnen Stufen dieser letzten Umwandlung aus dem Endresultat, dem Bau des Organs, im höchstgradig intersexuellen Falter ablesen. Da es aber wünschenswert erschien, die Resultate durch die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung zu bestätigen, so wurde eine solche ausgeführt. Dabei zeigte es sich wieder, daß die einzelnen Eiröhren ihre Umwandlungen nicht synchron ausführten, so daß ein und dasselbe Individuum in seinen 8 Eiröhren eine Serie von Entwicklungsstadien zeigt. Dies ist eine außerordentliche Annehmlichkeit, denn die Individuen einer Zucht variieren in dem Maß ihrer Intersexualität so, daß es kaum möglich ist durch systematische Konservierung eine Entwicklungsserie zu erhalten, es sei denn, man benutze ein sehr umfangreiches Material. Die kleinen Ungleichheiten der Entwicklungsgeschwindigkeit innerhalb des Organs geben uns aber eine Entwicklungsserie im gleichen Individuum. So wird es genügen, wenn nur ein einziges besonders schönes Entwicklungsstadium vom 1. Puppentag genauer beschrieben wird. Die betreffende Drüse würde einen Hoden mit einigen ovarialen Einsprengungen ergeben haben.

In Abb. 10 ist eine leicht schematisierte Rekonstruktion der beiden Drüsen gegeben. Noch am wenigsten umgewandelt sind die Eiröhren I, IV und VII. In den gemeinsamen Ovidukt mündet der Eiröhrenstiel (*Es*), an den sich die

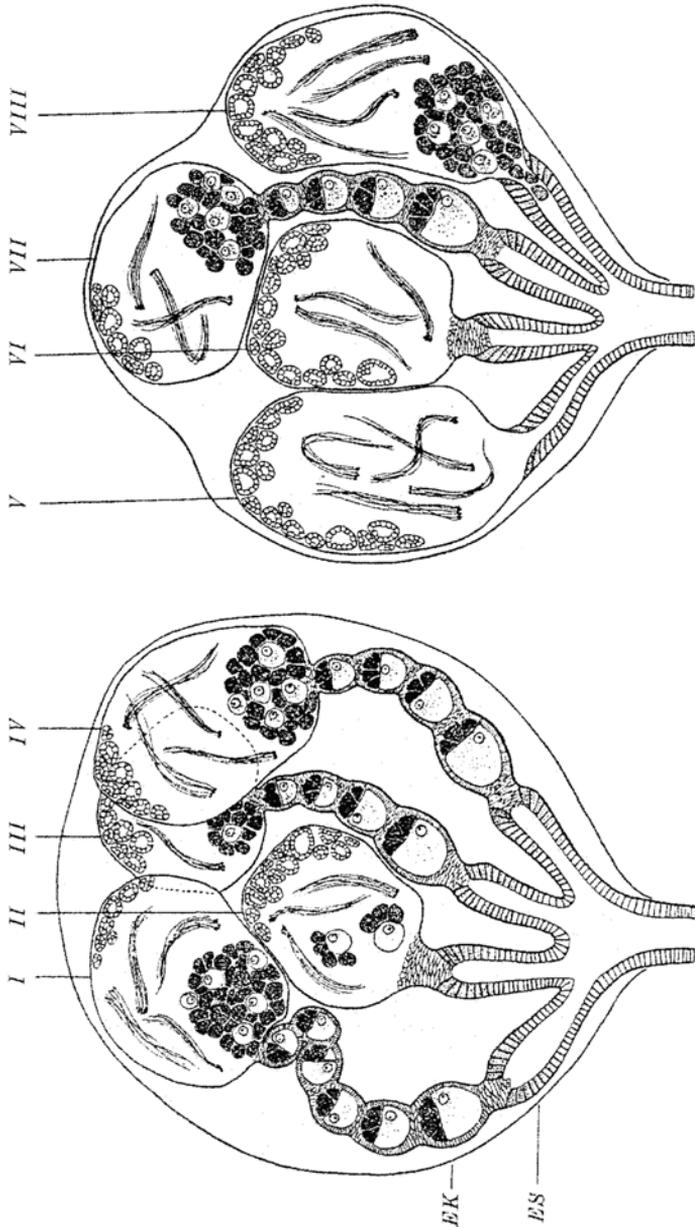


Abb. 10. Etwas vereinfachte Rekonstruktion der beiden Geschlechtsdrüsen einer Puppe eines intersexuellen Weibchens, die sich mitten in der Umwandlung vom Eierstock zum Hoden befinden.

Zone anschließt, aus der das Follikel­epithel gebildet wird (siehe früher Abb. 1). Dann folgt eine Kette von 4 oder 5 Eikammern in typischer Ausbildung (*Ek*), die in einer Gruppe von Eikammern enden, die nicht mehr geordnet sind, sondern

dicht zusammengedrängt. Diese bilden eine Art Zellpfropf am Eingang einer großen Blase, zu der sich der zentrale Teil der Eiröhren erweitert hat. Diese Blase können wir auf diesem Stadium bereits als Hodenfach bezeichnen. Denn von einer am blinden Ende gelegenen Zellgruppe ausgehend, die den Oogonien des Ovars entspricht, aber jetzt zu Spermatogonien geworden ist, hat die Spermatogenese begonnen und die Blase enthält reichlich Spermienbündel. Dazwischen liegen noch vereinzelt Reste von Ei- und Nährzellgruppen.

Die nächste Stufe zeigt uns die Röhre VII. Hier sind nun schon die Eikammern ganz rückgebildet und ihr Gesamtrest besteht in einem Pfropf dicht zusammengedrängter Ei- und Nährzellen, der zwischen Eiröhrenstiel und der Erweiterung zum Hodenfach sitzt. Im letzteren findet wieder reichlich Spermatogenese statt. Die folgende Umwandlungsstufe demonstriert die Röhre II. Eiröhrenstiel und Follikelzellzone ist noch vorhanden. Daran aber schließt sich sofort das Hodenfach, in dem inmitten der Spermienbündel noch einige zugrundegehende Ei-Nährzellgruppen liegen. Dann folgt die Stufe der

Röhre VI. Der letzte Rest ehemaligen Ovarialcharakters besteht in der erhaltenen Follikelzellzone. Im übrigen ist die Bildung ein Hodenfach mit Spermatogenese. Eiröhre V endlich stellt ein reines Hodenfach dar, in dem nichts mehr den Eierstockcharakter verrät, abgesehen davon, daß es noch einen eigenen Ausführgang besitzt, während ja in dem Hoden das Vas deferens allen 4 Fächern gemeinsam ist.

Diese Rekonstruktion sei nun noch durch ein paar Schnitte (Abb. 11–14) ergänzt, die etwas von den histologischen Einzelheiten zeigen. Der Schnitt (Abb. 11) trifft die Eiröhre II der ganzen Länge nach. Außerdem sind angeschnitten die Stiele von I und IV, und deutlich erscheint die bindegewebige Hülle aus Blasen zellen. Von der Röhre II ist der Stiel der Länge nach getroffen, dann folgt die etwas schräg geschnittene Zone der Follikelzellen und dann das Hoden-

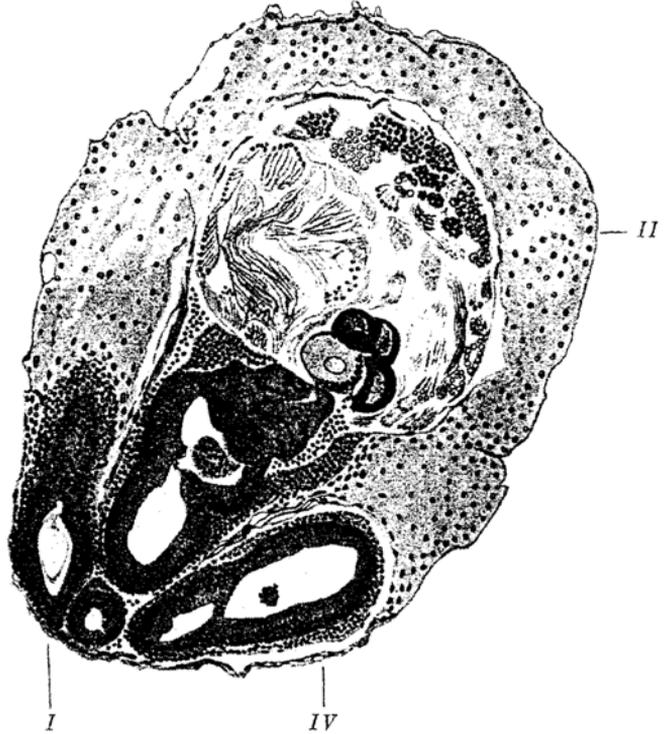


Abb. 11. Schnitt durch die in Abb. 10 rekonstruierte Drüse mit dem Fach II und den Ovidukten I und IV.

fach. In diesem liegt nahe der Follikelzellzone eine noch gut erhaltene Gruppe von einer Eizelle, mehreren Nährzellen und Bruchstücken des Follikel­epithels. In der Nähe findet sich eine Gruppe von Phagocyten, wie solche auch Eistiel und Follikelzellzone umgeben. Am proximalen Ende des Fachs findet sich die Zone der Urgeschlechtszellen, also Oogonien, die jetzt zu Spermatogonien geworden sind und in reicher Vermehrung begriffen sind. Synapsis­stadien folgen und dann die Gruppierung zu den charakteristischen Spermatocysten. Der Rest des Fachs

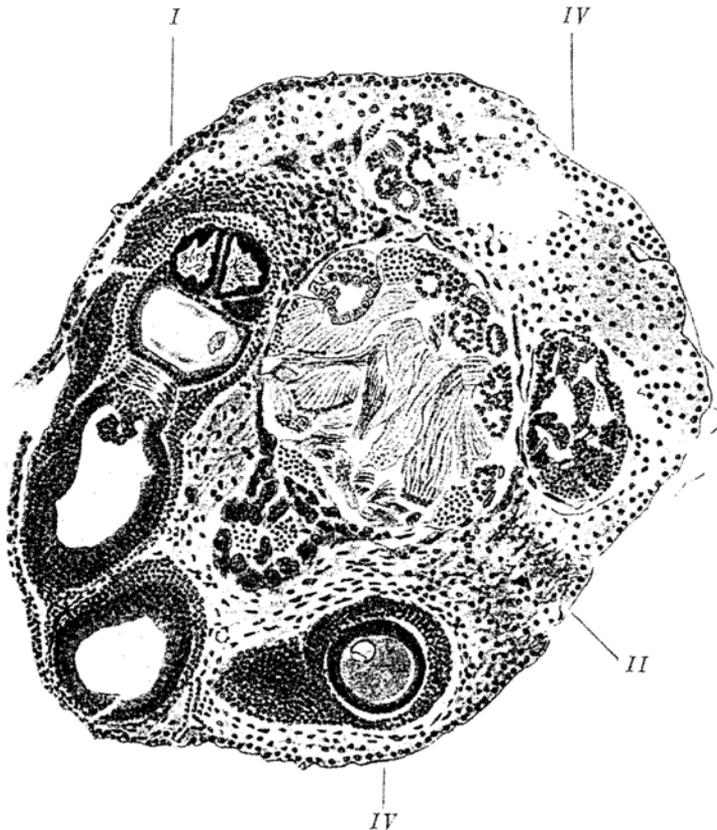


Abb. 12. Wie vorige. Fach I beim Übergang der Eiröhre in den Ovidukt getroffen. Fach IV aber durch die Vermehrungszone des Hodenteils getroffen, unten durch die Eiröhre.

ist ausgefüllt mit weiter vorgeschrittenen spermatogenetischen Stadien, vor allem zahlreichen Spermatozoenbündeln, die aber wohl alle atypisch sind¹⁾.

Einen zweiten Schnitt gibt Abb. 12 wieder. Die Eiröhre II (siehe das Schema Abb. 11) ist noch angeschnitten und gefüllt mit Bündeln atypischer Spermien, kenntlich an den vielen über das Bündel verteilten Kernchen. Links ist nun die Stelle längs durchschnitten, an der die Röhre I in den Ovidukt übergeht. Man sieht den Eiröhrenstiel und die Follikelzellzone, auf die das erste, noch ganz normal

¹⁾ Siehe hierzu R. Goldschmidt, Kleine Beobachtungen und Ideen zur Zellenlehre III. Die Bedeutung der atypischen Spermien. Arch. f. Zellforsch. 15. 1920.

aussehende Eifach, bestehend aus Eizelle, Nährzellen und dem Follikelepithel folgt. Rechts liegt die gleiche Stelle, also das erste Eifach der Eiröhre IV, aber querschnittsen. Im Schnitt ist die Eizelle, umgeben von ihrem Follikelepithel, getroffen. Das Ganze ist umgeben von einer dichten Schicht Phagocyten. Es sei hier ein für allemal bemerkt, daß alle weiblichen Teile der Drüse dicht von

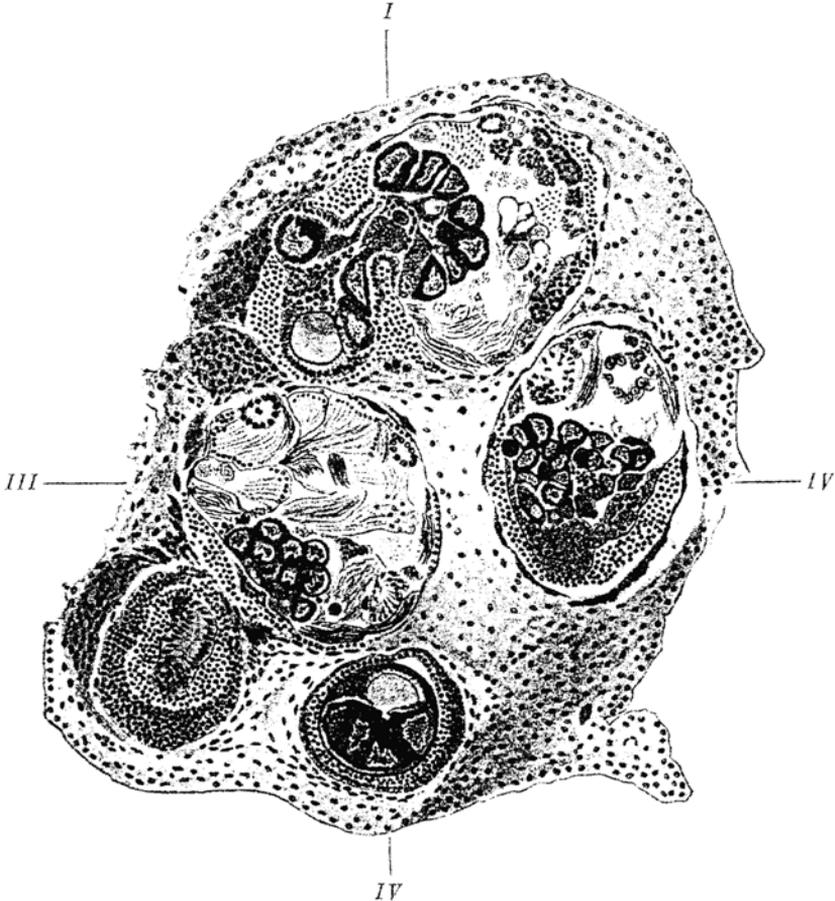


Abb. 13. Schnitt durch die in Abb. 10 rekonstruierte Drüse. Fach I an der Übergangsstelle vom Hodenteil in den Eierstockteil getroffen. Fach IV einmal durch Hodenteil (Reifeteilungen!), einmal durch Eiröhrenteil getroffen.

Tausenden von Phagocyten umgeben sind, während die männlichen Teile ganz davon frei sind. Rechts davon liegt dann noch ein kleiner Abschnitt des Hodenfachs der Röhre IV mit der Zone der Spermatogonien.

Ein weiterer Schnitt, Abb. 13, soll den Übergang des Eiröhrenteils in den Hodenteil zeigen. Oben ist diese Stelle von der Röhre I getroffen. Links ist die hier eng gewundene Eiröhre mehrfach getroffen und dann folgt der Übergang in das Hodenbläschen. Er ist gekennzeichnet durch die pfpfenartig zusammengeklumpte Masse von Ei- und Nährzellen. Eine kleine Gruppe liegt auch noch

isoliert zwischen den Spermienbündeln. Die gleiche pfropfenartige Übergangsstelle der Eiröhre III ist im Schnitt schräg getroffen und ebenso die Stelle der Eiröhre IV, in der in der getroffenen Zone reichlich Spermatocytenreifeteilungen vorgehen. Unten ist von der gleichen Röhre der Ovarialteil noch quer getroffen. Endlich sei noch in Abb. 14 eine Mikrophotographie eines Schnittes gegeben, der 3 der Eiröhren der andern Gonade zeigt. Links die schon ganz hodenartige Röhre V, in der Mitte die Röhre VI mit der Übergangszone zwischen Eiröhrenstiel und Hodenfach und rechts die Röhre VIII resp. das Hodenfach, in dem der Eiröhrenpfropf gerade angeschnitten ist.

Auf Grund der ausführlichen Schilderung dieses Entwicklungsstadiums,



Abb. 14. Photogramm eines weiteren Schnittes durch die Röhren V, VI, VIII.

dürfte es nicht schwer fallen, sich über den Gang der Umwandlung des Eierstockes in einen Hoden bei Lage des Drehpunktes nicht lange vor der Verpuppung klar zu werden. Die höchstgradig intersexuellen Weibchen enthalten nur Geschlechtsdrüsen, die in diesem Vorgang mehr oder minder weit gekommen sind. Nur in einem Punkt haben sie meistens schon vollen Hodencharakter erreicht, nämlich in der äußeren Morphologie. Im normalen Hoden werden nicht nur die vier Hodenfächer eng zusammengepreßt, so daß sie nur noch durch dünne Scheidewände getrennt werden, sondern die beiden Hoden verschmelzen außerdem zu einem kugeligen Körper, der nun 8 nebeneinanderstehende Hodenfächer enthält. Abb. 15 gibt die Photographie eines Schnittes wieder, in dem alle 8 Hodenfächer längs getroffen sind. (Das Objekt ist übrigens der Hoden eines höchstgradig intersexuellen Weibchens und unterscheidet sich von einem echten Hoden



Abb. 15. Schnitt durch einen Hoden (Umwandlungshoden) mit allen 8 Fächern.

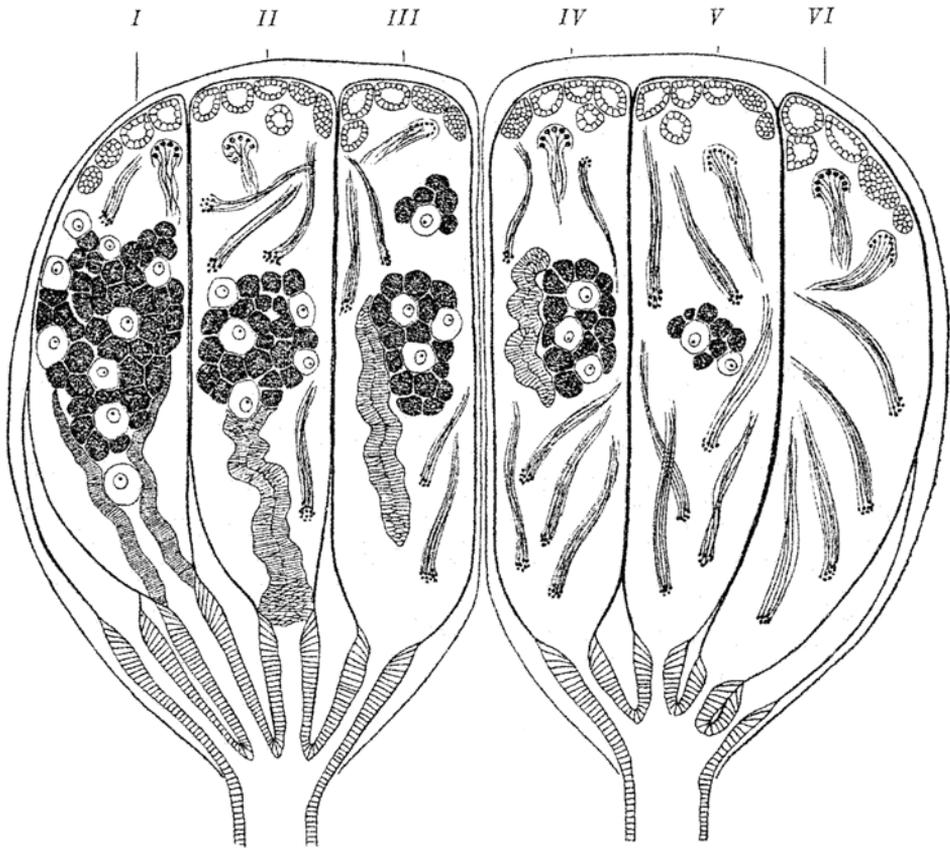


Abb. 16. Schematische Darstellung von 6 verschiedenen Zuständen der Hodenfächer in der Geschlechtsdrüse höchstgradig intersexueller Weibchen.

nur durch die besondere Größe und das Überwiegen apyrener Spermien.) Diese Umwandlungen machen nun meist die höchstgradig intersexuellen Weibchen durch, so daß ihre Geschlechtsdrüse äußerlich genau einem Hoden gleicht. Im Innern aber finden wir dann noch mehr oder minder große Reste der ehemaligen Eierstockstruktur, die sich natürlich in eine Entwicklungsreihe anordnen lassen. Die wichtigsten Stufen seien nun beschrieben.

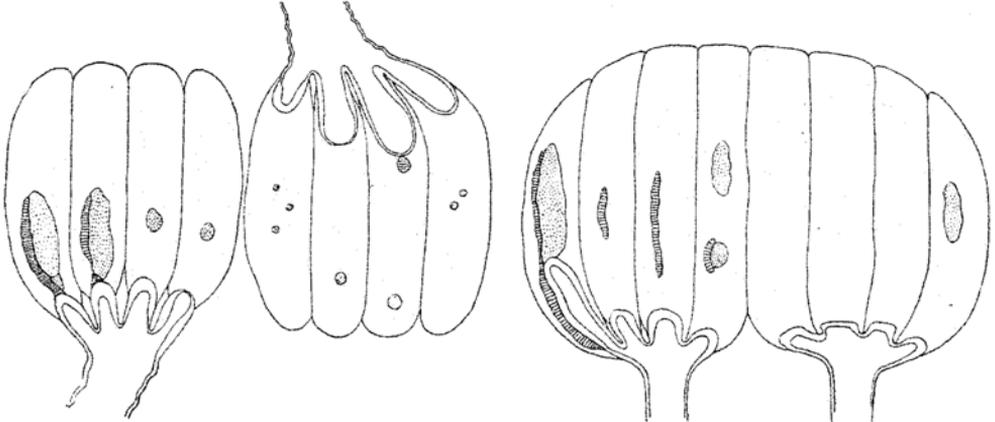


Abb. 17 a.

Abb. 17 b.

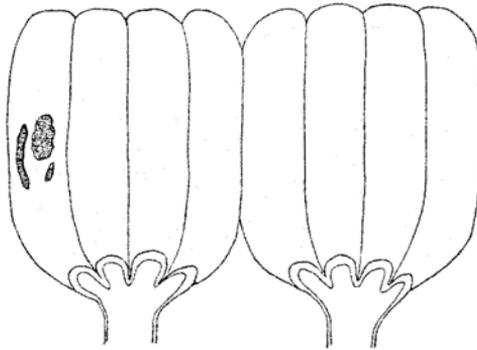


Abb. 17 c.

Abb. 17 a—c. Rekonstruktionen von Geschlechtsdrüsen höchstgradig intersexueller Weibchen; schraffiert: epitheliale Eiröhrenteile; punktiert: Massen von Ei und Nährzellen; weiß: Hodengewebe.

Wie schon aus der Beschreibung der Entwicklung hervorgeht, finden sich in ein und derselben Geschlechtsdrüse die einzelnen Hodenfächer meist in verschiedenen Stadien der Umwandlung. Es bedeutet daher nicht allzuviel Freiheit, wenn in der folgenden Abb. 16 die verschiedenen Umwandlungsstufen, wie sie in den Geschlechtsdrüsen der höchstgradig intersexuellen Weibchen angetroffen werden, zunächst schematisch so dargestellt sind, als wenn jedes der 6 sichtbaren Fächer eine Stufe enthielte. Fach 1 zeigt eine Stufe mit noch viel Ovarialstruktur. Der männlich umgewandelte Teil hat die Form des Hodenfachs angenommen und hat dabei den noch vorhandenen Eiröhrenteil ganz um-

wachsen bis zum Ansatz des Eiröhrenstiels. So findet sich jetzt innerhalb des Hodenfaches ein Stück zerfallende Eiröhre und daran anschließend eine dicht gedrängte Masse von Ei- und Nährzellen. Diese können das ganze Fach ausfüllen oder es mag auch die Spermatogenese in



Abb. 18. Einzelnes Hodenfach eines höchstgradig intersexuellen Weibchens vom Typus des Faches I in Abb. 16.

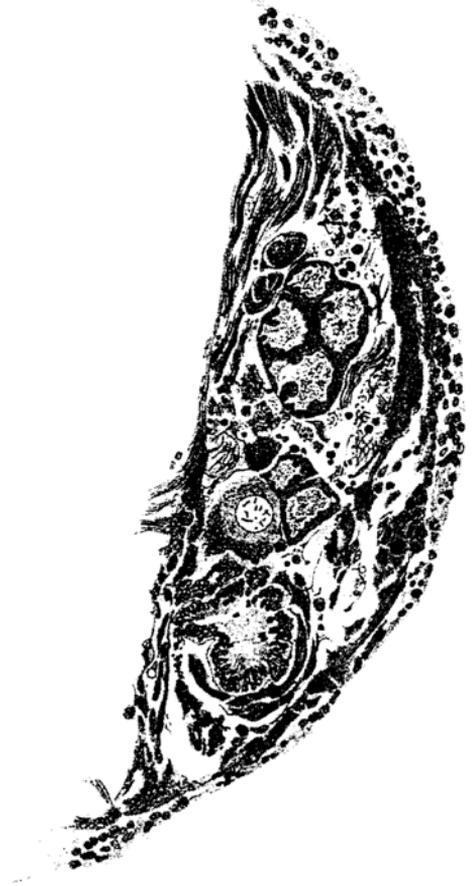


Abb. 19. Einzelnes Hodenfach aus der Gonade eines höchstgradig intersexuellen Weibchens vom Typus des Faches II in Abb. 16.

einem Teil des Faches schon begonnen haben. In Fach II ist der größte Teil des Raumes von Spermienbündeln und Spermatogenesestadien eingenommen. An irgendeiner Stelle aber liegt noch eine große zusammengeklumpte Masse von Ei- und Nährzellen, die mit dem Eiröhrenstiel durch ein gewundenes epitheliales Rohr mit

zusammengepreßtem Lumen verbunden ist. Dies ist der die Follikelzellen liefernde Teil der Eiröhre, der der Phagocytose besonders lang widersteht. Das 3. Fach befindet sich in einem ähnlichen Zustand wie das 2., aber das epitheliale Rohr

hat keinen Zusammenhang mehr mit dem Eiröhrenstiel. Degenerierende Eizellgruppen finden sich an verschiedenen Stellen des Fachs. Im 4. Fach ist das epitheliale Rohr zu einer aufgeknäuelten Masse nächst der Eizellgruppe reduziert. Im 5. Fach finden sich nur noch Reste von Ei- und Nährzellen und das 6. Fach ist schließlich ein reines Hodenfach. Der Eiröhrenstiel wird, wie das Schema zeigt, mit jeder Umwandlungsstufe kürzer. Mit seinem Verschwinden ist dann der Ovidukt völlig zum Vas deferens geworden.

Dieser schematischen Darstellung mögen nun die Bilder der Objekte selbst folgen. Zunächst seien in Abb. 17 ein paar Rekonstruktionen wirklicher Drüsen gegeben, um den Zustand in den verschiedenen Fächern einer Drüse zu zeigen. *a* gibt eine nicht völlig verwachsene Drüse wieder mit noch guter Ausbildung der Eiröhrenstiele. Zwei der Fächer enthalten noch große Massen von Ei- und Nährzellmaterial (punktirt) und beträchtliche Teile des Follikelzellkanals (schraffiert). In den andern Fächern sind inmitten der Spermienbündel nur noch spärliche Reste von beiden erhalten. In *b* zeigt nur noch ein Hodenfach ausgedehnte Ovarialreste, in 4 weiteren werden noch spärliche Rudimente angetroffen, die übrigen sind rein männlich. In *c* endlich enthält nur noch ein Fach ovariale Rudimente, die andern sind ganz männlich, nur die Eiröhrenstiele sind noch erhalten. Die folgenden Bilder zeigen nun das wirkliche histologische Bild solcher Hodenfächer. In Abb. 18 ist ein Hodenfach einer solchen Drüse wiedergegeben, das noch auf dem Zustand sich befindet, der im Schema Abb. 16 in Fach I dargestellt ist. Nächst dem Eiröhrenstiel liegt das unregelmäßig ver-



Abb. 20. Einzelnes Hodenfach aus der Gonade eines höchstgradig intersexuellen Weibchens vom Typus des Fachs V.—VI in Abb. 16.

klumpige Follikelzellrohr, das beiderseits entlang der Wand des Hodenfachs sich in Streifen von Follikelepithel fortsetzt. Diese schließen dichtgedrängte Massen von Ei- und Nährzellen ein, vermischt mit degenerierendem Material und Phagocyten. Die Zone der Spermatogenese ist in diesem Schnitt nicht getroffen. Die in Fach II des Schemas wiedergegebene Stufe ist in Abb. 19 illustriert. Unten im Fach liegt das Rudiment des Follikelzellrohres; es schließt an Ei- und Nährzellgruppen, die sich im Hodenfach zwischen Spermatozoenbündeln zerstreut finden. Das Fach ist nicht genau längs geschnitten; infolgedessen zeigt der Schnitt nicht den Zusammenhang mit dem Eiröhrenstiel und auch nicht den größeren von Spermien gefüllten Teil des Fachs. Endlich sei in Abb. 20 noch ein Stadium wiedergegeben, das etwa zwischen Hodenfach V und VI des Schemas steht. In dem mit Spermien gefüllten Hodenfach liegt noch ein Rudiment des Follikelzellkanals und daneben eine kleine Gruppe von Ei- und Nährzellen. Weitere Beschreibungen des Vorganges und seiner vielen kleinen Varianten sind wohl überflüssig.

c) Einige Besonderheiten.

Bei Untersuchung einer größeren Zahl von Keimdrüsen intersexueller Weibchen stößt man gelegentlich auf Drüsen, die völlig aus dem Rahmen der hier geschilderten Umwandlungen herausfallen.

Wenn man sie charakterisieren wollte, könnte man sagen, daß es Eierstöcke sind, denen der Versuch zur Umwandlung in Hoden nicht geglückt ist und die dabei einer umfangreichen Degeneration anheimfielen. In Abb. 21 ist das Sektionsbild eines solchen Drüsenpaares wiedergegeben. Links liegen drei festzusammengeschlossene, vielfach eingeschnürte Röhren, die zunächst an rudimentäre Eiröhren erinnern. (Ihre geringe Größe im Verhältnis zum Abdomen erhellt in der Abbildung aus einem Vergleich mit der dreieckigen Bildung am Hinterende, die den Kopulationsapparat einschließt.) Rechts sind aber nur zwei wurstförmige Blasen vorhanden. Die Schnitte zeigen, daß die eingeschnürten Röhren teils Eiröhrenstiele sind, teils stark rückgebildete Zwischendinge zwischen Eiröhren und Hodenfächern darstellen. In Abb. 22 ist ein Mikrophotogramm eines schrägen Längsschnittes wiedergegeben. Zwei der Ausführungsgänge sind getroffen und 3 Eiröhrenfächer. Von diesen zeigt eine noch das bekannte Bild dicht zusammengedrängter Ei- und Nährzellen. Die beiden andern sind gefüllt mit detritusartigen Resten von Eimaterial nebst vielen Phagocyten. Im andern findet man noch Reste des follikelzellbildenden Epithels. Da keinerlei Spermatogenese begonnen hat, so ist es vielleicht möglich,

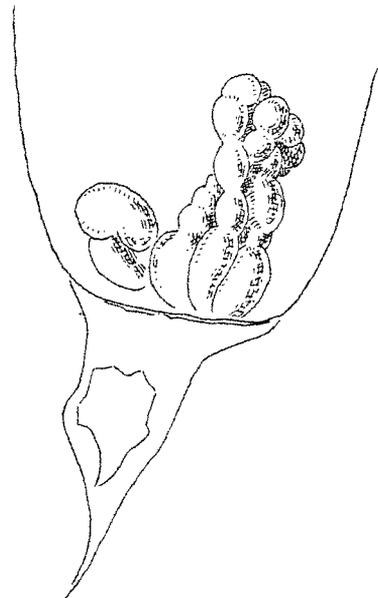


Abb. 21. Geöffnetes Hinterende eines höchst intersexuellen Weibchens mit eigenartiger Gonade.

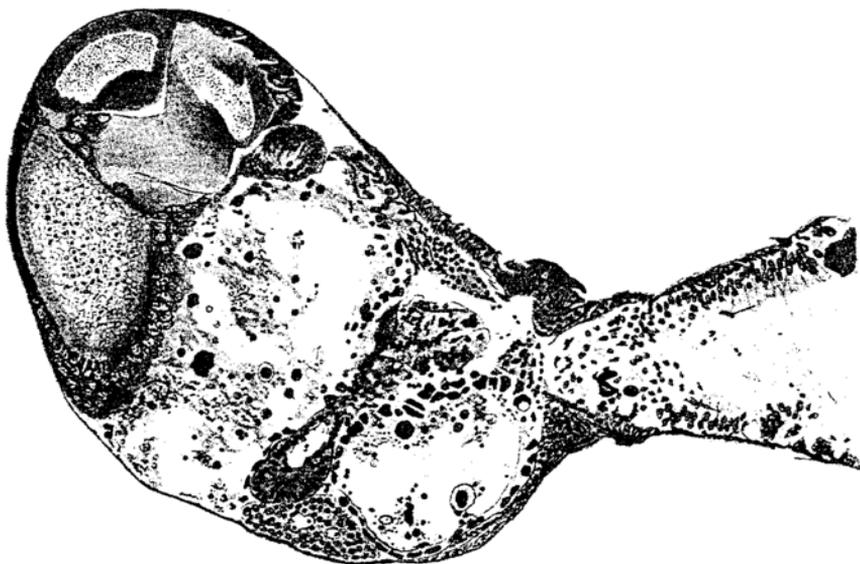


Abb. 23. Schnitt durch eine absonderliche intersexuelle Geschlechtsdrüse.



Abb. 22. Schnitt durch die in Abb. 21 gezeichnete Drüse.

daß hier aus besonderen Gründen die Phagoeytose und Zerstörung weiterging als sonst und auch die Urgeschlechtszellen betraf. Von einer noch eigenartigeren Drüse ist in Abb. 23 ein Schnitt abgebildet. Hier ist die Drüse winzig klein und hängt an einem langen Ausführungsgang. In der Drüse liegt an dem dem Ausführungsgang abgekehrten Ende ein ziemlich großes Ei (im abgebildeten Schnitt nur angeschnitten) und jederseits eine große Gruppe von Nährzellen. Der Rest der Drüse ist eine Blase, gefüllt mit Detritus, Resten von Follikelepithel und Phagoeyten. Die zweite Drüse des gleichen Tieres ist noch eigenartiger. Sie besteht aus einer kleinen Blase, in der sich noch ein paar Eizellreste finden und im übrigen zwischen Unmengen von Phagoeyten Klumpen mit Pseudospermien; über diese wird der nächste Abschnitt berichten (Abb. 24).

Bei diesen Drüsen kommt man auf den Gedanken, daß sie vielleicht dadurch zustande kommen, daß Formumbildung und histologische Umbildung verschieden schnell verliefen und dadurch das absonderliche Produkt bedingt wurde. Daß dergleichen wirklich stattfindet, geht mit Sicherheit aus dem Bau einer stark intersexuellen Drüse hervor, von der in Abb. 25, 26 einige Bilder wiedergegeben sind. Die Totalansicht der gleichen Drüse findet sich in den „Unter-



Abb. 24. Die andere Drüse des gleichen Tieres wie Abb. 23 mit Spermatocyten, Eiresten, Pseudospermienbündeln und Phagoeyten.

suchungen über Intersexualität“, Abb. 29, S. 127 und ein Mikrophotogramm eines Schnittes durch eine andere Region auf Tafel 10, Abb. 155. Bei dieser Drüse ist die äußerliche Umwandlung der 8 Eiröhren in Hodenfächer vollendet und auch die rechte und linke Drüse sind miteinander verschmolzen. Die inneren Umwandlungen haben aber in mehreren Follikeln nicht gleichen Schritt gehalten mit den äußeren und so kommen eigenartige Bilder zustande. Eine Rekonstruktion der Drüse ist in Abb. 25 schematisiert wiedergegeben, und zwar ist vordere und hintere Hälfte der erwachsenen Drüsen auseinander geklappt gedacht, da sonst nicht alle 8 Fächer dargestellt werden könnten. In den meisten Fächern ist die Ausbildung des Faches der Eiröhrenrückbildung und Spermatogenese vorausgeleitet. So ist

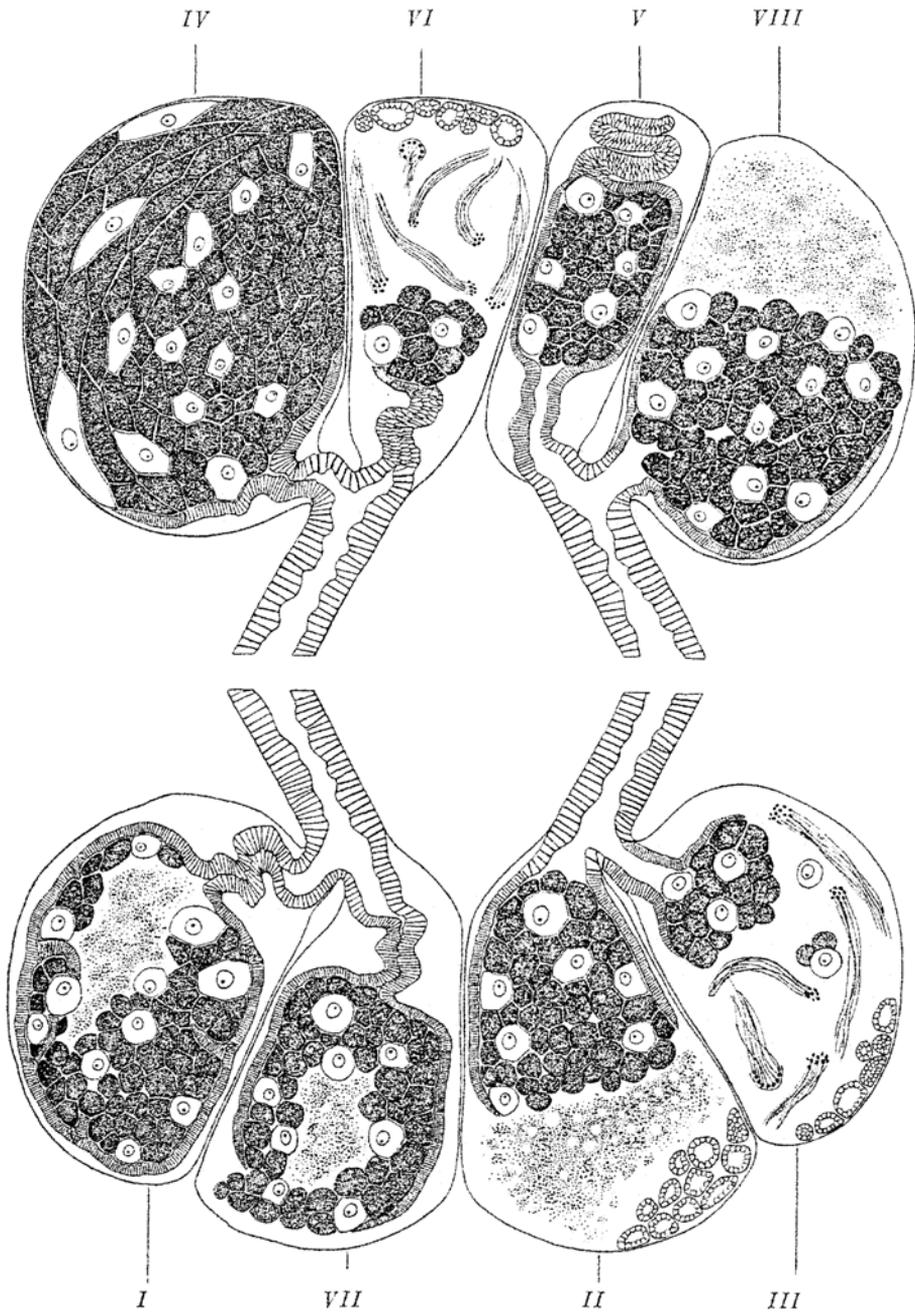


Abb. 25. Rekonstruktion einer höchstgradig intersexuellen Drüse; die acht Fächer zu je vieren auseinandergelegt dargestellt.

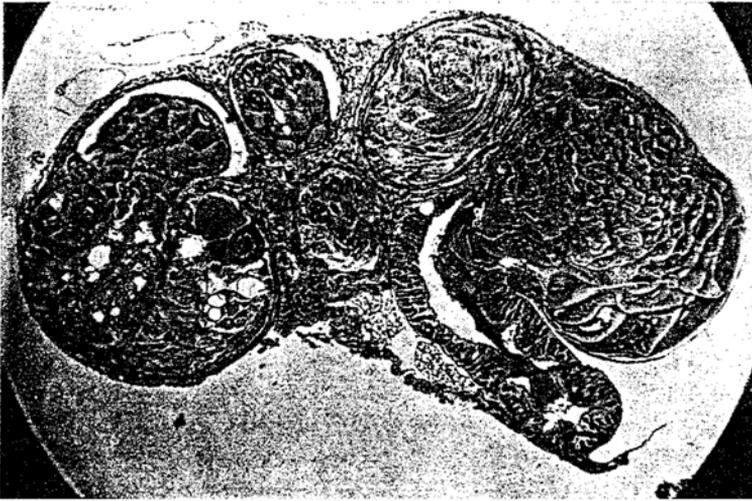


Abb. 26. Schnitt durch die in Abb. 25 rekonstruierte Drüse.

sehr bemerkenswert Fach IV. Es ist dicht mit Ei- und Nährzellen angefüllt, die sich gegeneinander abgeplattet haben und in eigenartiger Weise geschichtet sind. Man glaubt zu sehen, wie der Druck der sich unabhängig vom Inhalt umformenden Hodenfachwand die Zellen schichtet; dies wird besonders deutlich auf dem in Abb. 26 abgebildeten Mikrophotogramm eines Schnittes (besonders rechts oben und an der Ansatzstelle des Vas deferens). Auch das ganz zusammengepreßte Fach V, das besonders reichlich noch Follikelepithelmassen enthält, gibt Zeugnis von dem Vorgang. Das Fach I enthält eine in Auflösung begriffene Eiröhre, die noch ganz von ihrem Follikelepithel umgeben ist, eingeschlossen in ein Hodenfach (der Form nach). Fach VII ist ähnlich, aber das Follikelepithel nicht mehr vollständig. In Fach II und VIII ist die Zone bereits vorhanden, in der die Spermatogenese vor sich gehen wird;



Abb. 27. Schnitt durch eine eigenartige intersexuelle Drüse mit großem Ei.

sie ist aber noch mit in Auflösung begriffenem Zellmaterial angefüllt, zwischen dem Urgeschlechtszellen sich finden. In den Fächern III und VI schließlich finden sich neben dem Eiröhrenrest bereits reichlich reife Spermatozoenbündel. Der in Abb. 26 abgebildete Schnitt durchschneidet übrigens oben Fach IV, dann Fach VI durch den Hodenteil mit Spermatozoenbündeln, dann Fach VII durch den dem Ausführgang benachbarten Eiröhrenteil, daneben ein Abschnitt von Fach V nahe dem Ausführgang, dann Fach III an der Grenze von männlichem und weiblichem Teil und dann Fach VIII der Länge nach. Der Ausführgang würde an der dem Fach VII benachbarten Stelle einige Schnitte später folgen.

Endlich sei noch ein sehr bemerkenswerter Fall erwähnt. Ein höchstgradig intersexuelles Weibchen besaß einen sehr kleinen Hoden, dessen einzelne Fächer mit Spermatozoen gefüllt sind und in besonders weite Vasa deferentia münden. In einem der Hodenfächer liegt aber ein großes, völlig reifes Ei mit Nährzellen und das Ei ist sogar schon von seiner Schale umgeben. In Abb. 27 ist ein Schnitt durch diese Drüse photographisch wiedergegeben. Eine Erklärung ist schwer zu geben. Die einzige Annahme, die sich den übrigen Tatsachen einordnet, ist die, daß eine einzelne Eigruppe bei der Umwandlung des Ovars in einen Hoden aus unklärlichen inneren Gründen der Zerstörung widerstand und sogar ihre Entwicklung unbekümmert zu Ende führte.

3. Die Pseudospermigenese in der intersexuellen Drüse.

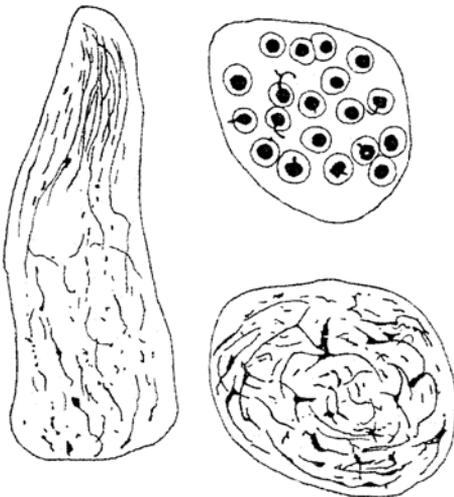


Abb. 28. Skizzen zur Pseudospermienbildung.

Es ist schon mehrfach beobachtet worden, daß im Fall sexueller Abnormitäten die Spermatogenese nicht normal verläuft. *Roepke*¹⁾ beobachtete bei *Standfußschen* Schwärmerbastarden und ebenso *Kopec*²⁾ in einer „Zwitterdrüse“ von *Lymantria dispar*, daß die Spermienbündel nicht normal beschaffen sind, indem die Köpfe nicht am Pol des Bündels zusammenliegen, sondern über das Bündel zerstreut sind. Der eine der Verfasser³⁾ konnte zeigen, daß im Hoden intersexueller Männchen vorwiegend atypische Spermien gebildet werden, und es sei dem zugefügt, daß auch in den Hoden intersexueller Weibchen die atypischen Spermienbündel häufiger angetroffen werden. Nun finden sich häufig in

¹⁾ *W. Roepke*, Ergebnisse anatomischer Untersuchungen an *Standfußschen* Lepidopterenbastarden. *Jenaische Naturw. Zeitschr.* **44**. 1908.

²⁾ *St. Kopec*, Über den feineren Bau einer Zwitterdrüse von *Lymantria dispar*. *Zoolog. Anzeiger* **37**. 1911.

³⁾ *R. Goldschmidt*, Versuche zur Spermatogenese in vitro. *Arch. f. Zellforsch.* **14**. 1917. — Kleine Beobachtungen und Ideen zur Zellenlehre II. Die Bedeutung der apyrenen Spermien. *Arch. f. Zellforsch.* **15**. 1920.

den Hodenfächern höchstgradig intersexueller Weibchen ganz eigenartige Gebilde, die als Pseudospermien bezeichnet werden mögen. Es ist uns, wie so gleich vorausgeschickt sei, nicht möglich gewesen, ihre Bedeutung völlig aufzuhellen. Es handelt sich dabei um die Ausbildung spermatozoenähnlicher Gebilde, die in unregelmäßigen Klumpen angeordnet sind. Was in diesen am deutlichsten hervortritt, sind achsenfädenartige Dinge, die aber auch Gabelungen, Anschwellungen u. dgl. zeigen. In Abb. 28 sind eine Anzahl Skizzen wiedergegeben, die das zeigen, was man als eine Entwicklungsserie der Pseudospermienbündel ansehen könnte. Eine eingehende Beschreibung hat wohl keinen Zweck, solange keine völlige Klarheit zu erlangen ist: diese dürfte nur bei Lebendbeobachtung und in Ausstrichpräparaten zu gewinnen sein, nicht an Schnittserien, die allein bisher vorliegen. Es ist nun bemerkenswert, daß die Pseudospermien immer nur in Hodenfächern gefunden werden, in denen keine normalen Urgeschlechtszellen sich finden. Alle bisherigen Befunde deuten darauf hin, daß die jungen Spermatoocyten sich nicht richtig mehr zu Spermafollikeln anzuordnen vermochten, und daß auch ihre Kerne abnorme Veränderungen erlitten, daß aber trotzdem eine Bildung von Achsenfäden und Auswachsen der Spermatide stattfand, die dann zu den absonderlichen Gebilden führten. Zum Vergleich sei nur auf die sonderbaren Pseudospermienbildungen hingewiesen, die der eine von uns (*Goldschmidt* l. c.) experimentell in Gewebekulturen erzeugte.
