

Bei *Zygaena* bleibt die Ähnlichkeit zwischen den Zellen der Embryonalanlage und denen des Amnion länger erhalten als bei *Endromis*. Bei letzterem Objekte werden die Amnionzellen bald groß und blasig (vgl. Fig. 6 *am*); sie sind dann perlschnurartige aneinander gereiht. Später dehnen sie sich stark in die Länge und nehmen ihre definitive spindelförmige Gestalt an. Das Amnion schließt sich vollkommen über der Ventralseite des Embryo.

Da nach diesen Befunden über die Amnionbildung aus drei Familien der Makrolepidopteren das gleiche Resultat vorliegt, darf man annehmen, dass die beschriebene Bildungsweise in dieser Gruppe allgemein verbreitet ist.

Untersuchungen über die Ursachen der Unfruchtbarkeit von Zebroïden (Hybriden von Pferden und Zebra).

Von E. Iwanoff.

Die Unfruchtbarkeit der männlichen Hybriden von Pferd und Esel ist und wird auch noch jetzt als eine zweifellose Tatsache anerkannt (Ewart DLXXXIX). Er schreibt jedoch: I had some hope that this hybrid would be fertile, for in its breeding it agreed with a hybrid (referred to by Darwin and others) which is said to have had offspring when mated with a pony. In the Gleanings from the knowsley Menagerie there is a figure (lux 2) of this triple hybrid and at p. 73 it is described as follows: „the offspring of a mule (the produce of a male ass and zebra) with a bay mare pony. Iron grey with a short narrow cross-band on withers; very faint indications of stripes on the sides, and more distinct dark stripes on outside of the hocks and knees; tail bushy from the base like a horse, head heary, mane brown and grey. This animal used to draw a small cart. It stands eight hands high. Darwin, writing in the seventies, says of this cross „Many years ago I saw in the Zoological Gardens a curious triple hybrid from a bay mare by a hybrid from a male ass and a female zebra“. Was nun die Fruchtbarkeit dieses männlichen Maultiers anbetrifft, so erwähnt Ewart nichts zugunsten der Richtigkeit dieser Tatsache und bezieht sich nur auf die Autorität und die Vorsicht von Darwin. Hinsichtlich der weiblichen Maulesel und Maultiere sind Hinweise vorhanden, dass dieselben durch Kreuzung mit einem Hengst oder Esel Nachkommenschaft geben können. Sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Fall lässt jedoch die Beobachtungsweise sowie die Richtigkeit der mitgeteilten Tatsachen vieles zu wünschen übrig (I—LXXXVII). Hinsichtlich der Fortpflanzungsorgane der Maultiere und Maulesel sind nur die Beobachtungen einiger Physiologen bekannt, laut welchen die Spermatozoiden bei

den Maultieren und Mauleseln entweder vollkommen fehlten oder in unausgebildetem und deformiertem Zustande ausgeschieden werden, wobei dieselben bisweilen durch kleine, runde, glänzende Körper ersetzt werden. 7—LXII „Les examens d'Hebenstreit, de Ch. Bonnet, du Baron de Gleiches, de Prévost et Dumas, de Gerber et Winkler et d'autres physiologistes entrepris sur les organes générateurs des Mulets ont été souvent cité. Nous nous bornerons à rappeler que ces experimentateurs ne trouvèrent point d'animalcules spermatiques (spermatozoïdes) dans la liqueur séminale des Mulets mâles, ou bien les spermatozoïdes qu'ils y découvrirent étaient ou réduits ou déformés, c'est-à-dire imparfaits, remplacés même par de petits corps arrondis et brillants.“

Ewart weist in seiner oben angeführten Arbeit darauf hin, dass die Samenzellen von *Romulus* (ein Hybrid von Zebra ♂ und Pferd ♀) einen Kopf und nur ein Schwanzrudiment haben, dass die von ihm untersuchten Spermatozoiden eines Maultiers nicht voll entwickelt und dank dem Umstande, dass der Schwanz kaum um das zweifache länger als der Kopf war, unbeweglich waren (1—LXXXVIII). Soviel mir bekannt ist, hat keiner von den Autoren, welche Spermatozoïden der Hybriden untersucht haben, weder eine Abbildung noch eine ausführliche Beschreibung derselben gegeben. Dieses ist übrigens verständlich. Diese Schwanzrudimente sowie die Angaben über Vorhandensein von Köpfen der Spermatozoïden sind augenscheinlich Beobachtungsfehler.

Mit der Frage über die Unfruchtbarkeit der Vogelhybriden haben sich Leabeater, Suchetet, Wagner, C. Dareste und Stephan beschäftigt. Es hat sich hierbei erwiesen, dass die Ursache der Unfruchtbarkeit in diesem Fall entweder in unentwickelten Ausführungsgängen, oder in unentwickelten Geschlechtsdrüsen, im vollständigen Fehlen der Spermatozoïden oder in degenerativen Zuständen der Geschlechtselementen gelegen ist. In allen diesen Fällen erwiesen sich die Hybriden, wie es auch zu erwarten war, als unfruchtbar.

Hinsichtlich der Ursachen der Unfruchtbarkeit der Säugetierhybriden weist Suchetet darauf hin, dass bei weiblichen Maultieren in den Eierstöcken corpora lutea konstatiert worden sind (Brugnone, Gerber, Colin, Coste) und dass einige Anatomen für die Ursache der Unfruchtbarkeit weiblicher Maultiere die besondere Lagerung der Harnröhrenöffnung anzunehmen geneigt sind.

Hebenstreit fand bei der Untersuchung des Eierstocks eines weiblichen Maultiers keine Eier in demselben. Trotz der Unfruchtbarkeit offenbaren die Maultiere einen stark entwickelten Geschlechtsinstinkt. Bei Taubenhybriden ist der Geschlechtssinn stark ausgeprägt, während bei Raben- und Hühnerhybriden derselbe nicht wahrgenommen wird. In der Absicht, die Annahme, dass der

Aufenthalt in engen Räumen einen Einfluss auf die Unfruchtbarkeit der Hybriden hat, zu kontrollieren, hielt Suchet et dieselben in Gärten und sogar im Felde. Das Resultat blieb dasselbe: „La stérilité chez l'hybride est donc produite par des causes qui tiennent à l'organisation même de son être.“ (7. LIX—LXIII).

Die Arbeit von Stephan stellt den ersten Schritt dar, die Frage über die Ursache der Unfruchtbarkeit der Säugetierhybriden, speziell der Maultiere, auf den Boden einer mikroskopischen Untersuchung des Baues der Geschlechtsdrüsen zu stellen. Leider ist in dieser Arbeit nicht das genaue Alter des Maultiers angegeben, dasselbe wird nur als „adulte“ bezeichnet; ferner teilt auch Autor nichts darüber mit, ob die Samendrüsen durch eine Kastration erhalten worden sind oder die Untersuchung derselben nach dem Tode des Tieres ausgeführt wurden. Diese Angaben sind wichtig, da das Tier vorher krank gewesen oder infolge einer Infektionskrankheit gefallen sein konnte, in welchem Falle das Fortpflanzungssystem nicht unbeeinflusst geblieben ist. Die von Stephan mitgeteilten Haupttatsachen sind folgende: „L'un des faits qui frappent au premier abord, quand on examine une coupe de testicule de moulet, c'est l'absence de tubes séminifères: les éléments épithéliaux ne sont pas groupés d'après la disposition commune à tous les testicules de Mammifères; ils forment des masses d'étendues variables, parfois très grandes, parfois très réduites de plus tandis que le tube séminifère est externé d'une membrane propre ferme et plongé dans un tissu conjonctif lâche, il n'y a pas ici pareille différenciation: les masses épithéliales occupent les mailles d'un réseau fibreux compact, dont le développement est naturellement inverse du leur; dans la plus grande partie de l'organe le stroma fibreux est beaucoup moins abondant que le parenchyme; en quelques régions, au contraire, il l'emporte de beaucoup sur lui.“ Ein derartiges Bild stellt nach den Angaben von Stephan ein Schnitt durch den Hoden eines Maultiers dar.

Weiter unten werde ich noch bei der ausführlichen Beschreibung des Baues des Hodens des von mir untersuchten Zebroïds auf die Arbeit von Stephan zurückkommen. Im Frühjahr 1904 erhielt ich von Herrn Falz-Fein die Aufforderung auf seinem Gute Versuche einer künstlichen Befruchtung von Pferden auszuführen¹⁾. Von dem zoologischen Akklimatisationsgarten des Herrn Falz-Fein²⁾ habe ich schon früher gehört und begab mich gern dahin, in der

1) Die Resultate dieser Arbeit sind zur Zeit soweit klargelegt und haben sich dermaßen günstig erwiesen, dass Herr Falz-Fein in diesem Jahre fast den gesamten Bestand seiner Pferde auf eine künstliche Befruchtung übergeführt hat.

2) Dieser in bezug auf den Reichtum von Formen wilder Tiere, welche bereits zum Teil fast zu Haustieren geworden sind, bemerkenswerte Garten liegt im taurischen Gouvernement Ascania Nova.

Hoffnung daselbst Material zur Frage der Hybridisation, welche in unmittelbarem Zusammenhang mit meinen Arbeiten steht, zu erhalten.

Gleichzeitig mit der Ausführung meiner Hauptaufgabe gelang es mir, nicht nur das Sperma zweier männlicher Zebroïde (*Equus caballus* ♂ und *Equus chapmani* ♀) zu untersuchen, sondern auch das Material zu einer mikroskopischen Untersuchung der Geschlechtsdrüse eines dieser Hybriden zu erhalten.

Ich erachte es für notwendig, einiges über die Zebroïden selber auszusagen sowie auch die Methode und die Resultate der Untersuchung der Samenflüssigkeit mitzuteilen; letztere war durch das gewöhnliche Verfahren mittelst eines Schwammes gesammelt worden, wie ich dasselbe bei meinen Arbeiten über die künstliche Befruchtung der Säugetiere angewandt habe.

Das Zebroïd, dessen Hoden ich untersucht habe, ist 5 Jahre alt, wird bereits 2 Jahre im Gespann benutzt, vollkommen gesund. In dem prächtigen Körper ist der Geschlechtsinstinkt stark ausgeprägt. Der Penis ist im Vergleich zur Größe des Tieres recht entwickelt und sogar unverhältnismäßig groß. Das Ende des Penis bildet eine Krümmung, so dass die Glans etwas nach unten gerichtet ist.

Da ich mir die Aufgabe gestellt hatte, die Frage, ob die Zebroïden Nachkommenschaft geben können, klarzustellen, beschloss ich, zunächst ihre Samenflüssigkeit auf das Vorhandensein von Spermatozoïden zu untersuchen. Zu dem Zweck bediente ich mich noch eines anderen Zebroïds von 4 Jahren, welches geschlechtlich augenscheinlich bereits vor einem Jahr vollkommen entwickelt war, da er bereits im Alter von 3 Jahren energisch Muttertiere deckte. Es hat der Penis kleinere Dimension mit gleicher Krümmung am freien Ende. Das erste Zebroïd war vor meinen Untersuchungen zur Paarung nicht zugelassen worden. Ich gebe nun die ausführliche Beschreibung des Verfahrens zur Aufsammlung des Spermas der Zebroïde; die Untersuchung des Spermas wurde mehrere Male ausgeführt, da aus einer Reihe meiner Beobachtungen am Pferdesperma¹⁾ sich erwiesen hatte, dass auf Grund einer einmaligen mikroskopischen Untersuchung des Samens keinesfalls ein Schluss auf die Tauglichkeit des Spermas für eine Befruchtung gemacht werden kann, zumal wenn ein Coitus längere Zeit nicht stattgefunden hat, wie es im gegebenen Fall war.

Das Aufsammeln des Spermas erfolgte, wie bereits oben erwähnt ist, mittelst des Verfahrens mit einem Schwamm. Eine Stute von entsprechender Größe, welche deutliche Anzeichen der Brunst offenbarte, wurde vorher folgendermaßen zur Paarung vor-

1) Die Untersuchungen hoffe ich in kurzer Zeit zu veröffentlichen.

bereitet. Die Kruppe und die Schwanzwurzel sowie die äußeren Geschlechtsteile wurden sorgfältig vermittelst Bürste und Schwamm mit warmem Wasser und Seife abgewaschen. Nach einer derartigen mechanischen Entfernung der Staub- und Sandteilchen, welche stets auf der Haut der Tiere vorhanden sind, wurde der Schwanz mit Binden umwickelt. In die Vagina der Stute wird alsdann vermittelst der sorgfältig gewaschenen Hand¹⁾ ein steriler mit 2%iger warmer Sodalösung getränkter Schwamm eingeführt. Mit demselben werden nach Möglichkeit sorgfältig die Wände der Vagina ausgewischt; worauf letztere noch durch eine 1—2%ige Sodalösung ausgespült werden kann; der Überschuss dieser muss jedoch alsdann in diesem Fall aus der Vagina durch einen sterilen Schwamm entfernt werden. Nach einer derartigen mechanischen Reinigung der Vagina wird in dieselbe vermittelst eines sterilen Mutterspiegels und einer besonderen von mir vorgeschlagenen, langen Kornzange ein steriler Schwamm eingeführt, welcher die Samenflüssigkeit aufnehmen und aufsaugen soll.

Nach Möglichkeit sofort nach dem Einlegen des Schwammes wird der zu untersuchende Hengst zur Stute zugelassen und deckt dieselbe. Empfehlenswert ist es vorher, besonders wenn der Penis eine große Menge von Smegma aufweist, denselben mit einer warmen 1%igen Sodalösung zu begießen. Nach Beendigung des Coitus und nachdem der Hengst von der Stute abgesprungen ist, wird der Schwamm ebenso (vermittelst Speculum und Kornzange) nach außen befördert und rasch in ein steriles Glasgefäß eingelegt; von hier gelangt er in eine sterile Presse (nach Dr. Klein). Die nach dem Auspressen erhaltene Flüssigkeit wird in einem graduierten Zylinder gemessen und darauf untersucht.

Bei einem derartigen Verfahren des Aufsammelns des Spermas wird es ermöglicht, die größtmögliche Menge derselben frei von Verunreinigungen zu erhalten. Irgendwelche Antiseptica dürfen hierbei nicht angewandt werden. Die Sterilisation geschieht entweder durch eine 2%ige heiße Sodalösung oder durch Flambierung. Die auf diese Weise erlangte Samenflüssigkeit enthält weniger Mikroorganismen und ist frei von denjenigen Verunreinigungen, welche beim Coitus unter den erwähnten Verhältnissen unvermeidlich sind. Auszüge aus den Versuchsprotokollen (die oben angeführten Einzelheiten sind ausgelassen).

27. V. 1904. I. a) Untersucht wird das Zebroïd „Tuan“; 4 Jahre alt (Vater Pferd, Mutter Zebra). Penis gut entwickelt, sein Ende etwas nach unten gebogen. Die Erektion und die Deckung energisch. In der Paarung das 2. Jahr. Im ganzen werden 17 ccm Sperma erhalten.

1) Es ist empfehlenswert, hierzu Bürste, Seife und eine sterile warme 2%ige Sodalösung anzuwenden.

Untersuchung unter dem Mikroskop: vollständiges Fehlen irgendwelcher Samenzellen; große Anzahl kleiner runder, stark glänzender Körperchen, außerdem werden Plattenepithelzellen und Leukozyten angetroffen. Das Sperma erinnert seinem Aussehen nach an dasjenige des Pferdes und des Zebra.

b) Untersucht wird „Menelik“, 5 Jahre alt, Zebroïd (Vater Pferd, Mutter Zebra). Sehr großer Penis. Die Erektion und Deckung sehr energisch. Vorher niemals in Paarung gewesen. Sperma dickflüssiger als bei „Tuan“. Vollkommenes Fehlen von Samenzellen. Dieselben runden, glänzenden Körperchen (aus der Samenblase), Epithelzellen, Leukozyten. Gesamtmenge des aufgesammelten Sperma 30 ccm.

28. IV. 1904. II. a) Tuan, dasselbe wie vorher. Vollkommenes Fehlen von Spermatozoïden. Spermamenge 25 ccm.

b) Menelik dasselbe wie bei Tuan. Spermamenge 40 ccm.

29. IV. 1904. III. a) Tuan dasselbe wie vorher. Spermamenge 18 ccm.

b) Menelik, dasselbe wie bei Tuan, Spermamenge 50 ccm.

Nach derartigen mehrfachen Untersuchungen des Sperma von Zebroïden kann ich behaupten, dass im gegebenen Fall keine Rede von degenerierten oder unentwickelten Spermatoïden sein kann. Ich glaube, dass Ewart sich durch die Bewegung der kleinen glänzenden Körper, welche die sogen. Braun'sche Molekularbewegung aufweisen, zu einem Irrtum hat verleiten lassen. Wie die Beobachtungen Ewart's von einem Schwanzrudiment, welches um das zweifache größer als der Kopf des Spermatozoïds des von Ewart untersuchten Maultiers sein soll, zu erklären ist, kann ich nicht sagen. Meine weiteren Beobachtungen sowie die Resultate der Arbeit von Stephan veranlassen mich zur Annahme, dass die Beobachtungen von Ewart in dieser Hinsicht nicht richtig sind.

Wie zu erwarten war, so hatte keine der Stuten, welche vor einem Jahre mit „Tuan“ gepaart worden waren, konzipiert.

Noch war es jedoch unaufgeklärt geblieben, warum die Samenflüssigkeit der Zebroïden keine Spermatozoïden enthält; sind dieselben überhaupt nicht vorhanden oder aber finden sich in den Ausführungsgängen Verwachsungen, oder irgendwelche andere Defekte der letzteren u. s. w. Derartige Tatsachen sind aus der medizinischen Kasuistik bekannt. Diese Fragen können nur durch eine sorgfältige Untersuchung des mikroskopischen Baues des Hodens des Zebroïds beantwortet werden. Die Lösung der Frage, ob bei den Zebroïden Spermatozoïden vorhanden sind, hatte auch ein praktisches Interesse, da es die unfruchtbaren Versuche, eine Nachkommenschaft von den Zebroïden zu erhalten, sistierte. Würden in der Samenröhre normal entwickelte Spermatozoïden vorhanden sein, so wäre die Möglichkeit zu einem Versuch gegeben,

eine künstliche Befruchtung mit diesen Spermatozoïden in einem künstlichen Medium vorzunehmen (2 u. 3). Da ich das Temperament des Zebroids unverändert erhalten wollte, so nahm ich eine Kastration nur eines (des linken) Hodens von „Menelik“ vor. Da ich keine andere fixierende Flüssigkeit bei der Hand hatte, so nahm ich meine Zuflucht zu einer 10%igen Formalinlösung; vor dem Einlegen des Hodens in die Flüssigkeit wurden an einigen Stellen (an der Cauda epididymis, am Corpus epididymis, in der Gegend der Tubuli contorti)

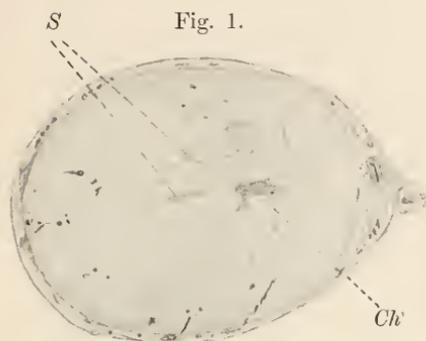


Fig. 1.



Fig. 2.

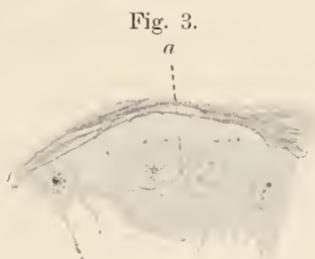


Fig. 3.

Fig. 1. Ein Längsschnitt durch das testiculum. *Ch* = Corpus highmori; *S* = septa. Beinahe natürliche Größe.

Fig. 2. Ein Querschnitt eines tubul. contor. *N* = die Kerne der Sertoli'schen Zellen; *a*, *b* = deformierte Sertoli'sche Zellen.

Fig. 3. Eine deformierte Sertoli'sche Zelle. Übergangsform zu einem Spermatozonium.

Einschnitte gemacht; die aus den Einschnitten ausfließende weißliche Flüssigkeit untersuchte ich unter dem Mikroskop. Es erwies sich, daß in derselben keine Spur einer Anwesenheit von Spermatozoïden vorhanden war.

Die weiteren Untersuchungen des Hodens habe ich in diesem Jahre 1905 in dem zoologischen Laboratorium des Herrn Akademikers Salensky der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg ausgeführt. Ich werde nicht die angewandte Technik ausführlich beschreiben, will nur darauf hinweisen, dass die besten

Resultate, wie auch zu erwarten war, die Färbung mit Hämatoxylin nach Heidenhain gibt. Untersucht habe ich a) die Tubuli contorti, b) die Cauda epididymis und c) das Corpus epididymis. Der Hoden des Zebroïds ist von eiförmiger Gestalt; der größte Durchmesser in der Längsachse beträgt 9 cm, der Querdurchmesser 4,5 cm; das Corpus epididymis weist eine mehr abgerundete Form auf, sein Durchmesser ist ungefähr 3 cm lang. Bei dem Durchschneiden des Testiculum nach dessen Fixation in 10% Formalin kann man sich selbst mit unbewaffnetem Auge vom Vorhandensein des Corpus Highmori überzeugen, sowohl in Anwesenheit der Septa, welche den gesamten Körper des Testiculum in Lobuli mit dieselben ausfüllenden Tubuli contorti zerteilt (s. Fig. 1). Die mikroskopische Untersuchung bestätigt die Existenz eines solchen Baues.

Die Tunica albuginea ist ziemlich gleichmäßig auf der ganzen Oberfläche des Hodens entwickelt und von Blutgefäßen durchzogen. Wird ein Hodenstück zusammen mit der Tunica albuginea zur Anfertigung von Präparaten benutzt, so stößt man beim Schneiden mit dem Mikrotom auf Schwierigkeiten. Wird nämlich das Präparat in Paraffin eingebettet, so springt das Mikrotommesser gleichsam auf die Tunica albuginea hinweg; in letzterem sind mit bloßem Auge Abschnitte mit schwarzem Pigment zu erkennen, welche wie Inkrustationen erscheinen. Derartige Präparate müssen in Celloidin mit Paraffin eingebettet werden. Auf dem Schnitt wird es sichtbar, dass die Außenfläche der Albuginea von einer Schicht gelben Pigmentes bedeckt ist, welches in einer oder mehreren Lagen abgesondert ist. Die Abschnitte mit dunklem Pigment sind degenerierte Blutgefäße, welche mit dem erwähnten Pigment dicht angefüllt sind und in denen noch dunkel gefärbte Massen eingestreut sind. Die Tunica albuginea weist jedoch nicht überall derartige Veränderungen auf; in diesem Falle lässt sie sich auch in Paraffin eingebettet gut schneiden. Sofort unter der Albuginea, die als eine ziemlich derbe bindegewebige Hülle erscheint, sind Samenkanälchen angeordnet, welche sich von ähnlichen im übrigen Teil des Hodens durch ihre geringere Zahl und durch die stärkere Entwicklung des interstitiellen Gewebes unterscheiden.

Bereits bei einer Betrachtung des Hodens des Zebroïds mit schwachen Vergrößerungen offenbart sich die zweifellose Anwesenheit von Tubuli contorti, welche in einem stark entwickelten interstitiellen Gewebe, das seinerseits von Blutgefäßen in verschiedenen Richtungen durchzogen wird, eingelagert sind. Jedes Kanälchen hat seine eigene Hülle und ist in das parenchymreiche Bindegewebe hineingesenkt. Die recht derben Bindegewebsbündel zerfallen in eine Reihe feiner Fortsätze, deren letzte Verzweigungen die Hülle der Samenkanälchen liefern. Auf Durchschnitten sind die Kanälchen von dem umgebenden inter-

stitiellen Bindegewebe durch einen spaltförmigen Raum getrennt, welcher zweifellos durch die Fixierung bedingt ist. Die Samenkänälchen sind von einer oder zwei unvollständigen Reihen von Zellen mit deutlich abgegrenztem, gewöhnlich unregelmäßig gestaltetem Kern ausgekleidet. Das Protoplasma dieser Zellen bildet gleichsam ein Syncytium, welches fast das ganze Lumen des Kanälchens ausfüllt; die vorhandenen Hohlräume gewähren den Eindruck von Fenstern. Derartige Zellen stellen den fast ausschließlichen Typus der geformten Elemente in den Kanälchen dar. Die breite Form der Fortsätze dieser Zellen, die unscharfen Grenzen derselben, die schwache Färbung der Kerne, das Vorhandensein charakteristischer Kernkörperchen, die Lage und Anordnung der Zellen selber lässt diese Zellen als Sertoli'sche Zellen anerkennen. In den Kernen der Sertoli'schen Zellen sind gewöhnlich zwei scharf gefärbte Kernkörperchen vorhanden, zwischen denen häufig ein schwach gefärbter Pseudonukleolus angetroffen wird. Die Chromatinstruktur des Kernes ist schwach ausgeprägt, da gleichsam nur Bruchteile von Fäden dieselbe darstellen. Der übrige Teil des Kernes färbt sich außer der Hülle sehr schwach. Bei starker Vergrößerung (homog. Innens. Oc. 12) kann im Kern die Anwesenheit feiner intensiv gefärbter Chromatinkörnchen erkannt werden. Im Kern und im Plasma sind außerdem größere Chromatinkörner vorhanden; dieselben sind entweder Ausscheidungsprodukte der Zellen oder Zerfallprodukte derselben. Ihre zuweilen beträchtliche Anzahl gestattet es nicht, sie als Centrosomata anzusprechen. Neben diesen Chromatinkörnern werden im Zellprotoplasma und in den von demselben freien Stellen runde oder unregelmäßige kleine Tropfen angetroffen, welche offenbar Zerfallprodukte der Zelle darstellen. Die Hohlräume im Plasma entstehen augenscheinlich als Resultat der Zellsekretion, wobei die Zelle selber degeneriert, indem sie das Chromatin in Gestalt von Körnchen in die allgemeine Zellmasse abscheidet.

Die Kerne der Sertoli'schen Zellen ordnen sich gewöhnlich an der Wand der Kanälchen an. Die senkrechte Richtung ihrer Längsachse zur Wand der Kanälchen ist lange nicht so charakteristisch und konstant. Die Form der Kerne ist häufig unregelmäßig, gewöhnlich hat der Kern eine Delle wie die Kaffeebohne (s. Fig. 1).

Auf dünnen Schnitten ist die lappige Form der plasmatischen Fortsätze der Sertoli'schen Zellen deutlich zu erkennen, ebenso wie die Grenzen der Zellen selber. Ist der Schnitt nicht genügend dünn, so geben die Zellen das Bild eines protoplasmatischen Syncytiums, in welchem Kerne eingestreut sind.

Sogar bei mittleren Vergrößerungen lässt es sich erkennen, dass die Sertoli'schen Zellen ihre gewöhnliche Form in beträchtlicher Weise abändern können. Ich habe intensiv gefärbte Zellen

gesehen, deren Protoplasma sich zungenförmig gestreckt hat, wobei an der Spitze dieses Fortsatzes der intensiv gefärbte Kern gelegen war. Am häufigsten werden folgende Bilder wahrgenommen: Die Zelle nimmt eine rundliche Form an, wobei um einen scharf gefärbten Protoplasmaschnitt gewöhnlich eine helle Zone auftritt. In dem Protoplasma können 1 oder 2 Kerne vorhanden sein, die desgleichen die Neigung offenbaren, eine regelmäßige, runde Form anzunehmen und ihre frühere Struktur verlieren. Im Kern sind gewöhnlich keine Kernkörperchen mehr zu erkennen. Das Chromatin erscheint in Form zerstreuter Körnchen oder in Form unregelmäßiger Chromatinanhäufungen (vgl. Fig. 2).

Fig. 3 stellt Übergangsformen Sertoli'scher Zellen in Zellen dar, welche an degenerierende Spermatogonien erinnern.

Herr Prof. Maximow, dem ich das Vergnügen hatte, meine Präparate vorzuzeigen, ist der Ansicht, dass hier neben den Sertolischen Zellen wir auch die degenerierten Primordialzellen vor uns haben. Während Herr Tretzakow der Meinung ist, dass sämtliche Zellen Sertoli'sche Zellen sind, indem einige von diesen degeneriert erscheinen.

Die Bilder der Formveränderung der Sertoli'schen Zellen und der Chromatinstruktur des Kernes entscheiden natürlich noch lange nicht die Frage über die Möglichkeit der Bildung von Spermatogonien aus Sertoli'schen Zellen (Notes diverses sur les cellules testiculaires par P. Stephan. L'Année Biologique. Septième année p. 63. — En ce qui concerne les cellules der Sertoli, ces éléments chez les Vertébrés supérieurs, servent aussi bien à élaborer des substances nutritives qu'à donner par amitose de futures spermatogonies). Wenn bei der Untersuchung des Hodens eines sehr jungen Zebroids keine Spermatogonien gefunden worden wären, es sich jedoch im Verlauf der Zeit erwiesen hätte, dass z. B. unser Zebroid (dem nur ein Hoden entfernt worden war) die Fähigkeit erlangt hätte, Geschlechtszellen auszuarbeiten, dann würden die Ansichten von Loisel und Stephan über die Natur und die gegenseitigen Beziehungen der Sertoli'schen Zellen und der Spermatogonien eine sichere Bestätigung erhalten haben. Ich teile jedoch durchaus nicht die Hoffnung, irgendwann eine Nachkommenschaft des von mir untersuchten Zebroids zu sehen und denke mir, dass auch das Maultier nie Nachkommen haben wird (Stephan 6, S. 1474).

Mein Pessimismus ist auf folgende Tatsachen begründet: bereits bei der Betrachtung der Präparate mit mittelstarken Vergrößerungen lenken kleine, zwischen den Sertoli'schen Zellen zerstreute Zellen mit geringem Protoplasma und intensiv gefärbtem Kern die Aufmerksamkeit auf sich. Bei Betrachtung mit starker Vergrößerung erweisen sie sich als Lymphocyten, die in das Kanälchen

gelangt sind. Stellenweise richten sie geradezu eine Verheerung in den Samenkanälchen an, indem sie nicht nur an den Wänden, sondern auch im Zentrum derselben gelagert sind (vgl. Fig. 4).

Die Anwesenheit von Leukozyten in den Samenkanälchen weist auf einen degenerativen Zustand des Hodens hin. Nur Bardeleben lässt die Anwesenheit interstitieller Zellen in normalen Samenkanälchen zu. Sav. Spangaro (4, p. 752) hält die Ansicht

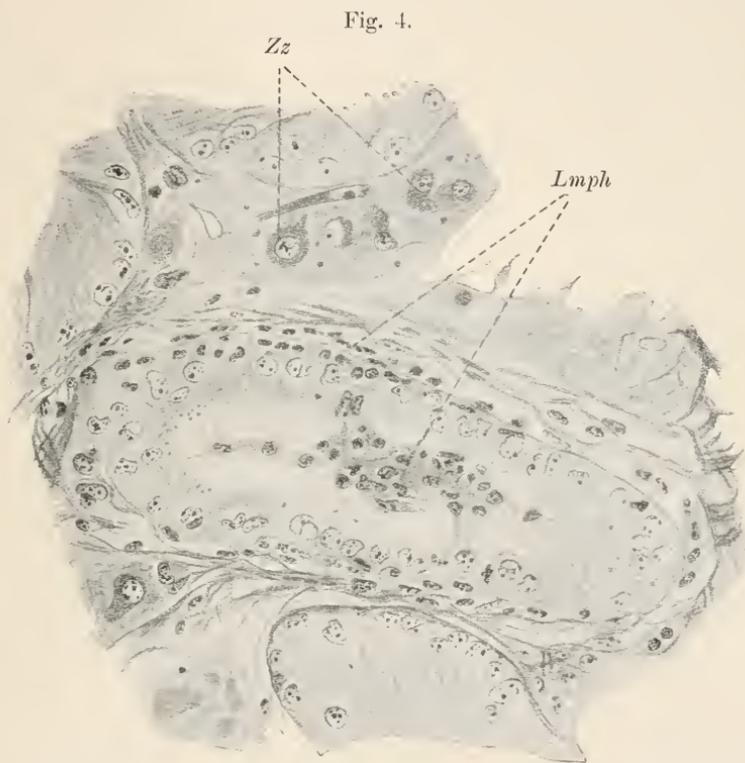


Fig. 4. Ein schiefer Querschnitt durch ein Tubulum contortum. Im Zentrum sind die gruppenweise angeordneten Lymphozyten, die auch an der Peripherie der Tubuli zwischen den Sertoli'schen Zellen beobachtet werden. *Lmph* = Lymphozyten; *Zz* = Zwischenzellen.

von Bardeleben für wenig wahrscheinlich. Nach den Untersuchungen von Spangaro dringen die Zwischenzellen nur im 3. Grade der Altersatrophie in die Tubuli contorti ein. In unserem Fall wird die Degeneration des Samenkanälchens nicht durchs Alter, sondern durch die Abwesenheit von Samenzellen verursacht, da eine Störung der normalen funktionellen Tätigkeit des Samenkanälchens nicht ohne Einfluss auf den Bau von dessen Hüllen bleiben kann und darf, welche auch, wie ersichtlich, für fremde Zellen

durchgängig geworden sind. Auf Grund dieses Verhaltens ist zu erwarten, dass im Hoden des Zebroïds mit der Zeit die Erscheinungen der Atrophie und der Degeneration der Samenkanälchen sich immer weiter ausbilden werden.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass diese Fragen nur dann endgültig gelöst werden können, wenn eine vergleichende histologische Untersuchung der Hoden von Hybriden (Maultier, Zebroïd), vom jüngsten Alter angefangen, ausgeführt sein wird.

Wenden wir uns nun dem Gewebe zu, in welchem die Samenkanälchen gelegen sind. Dasselbe besteht aus einem Parenchym und Stroma, wobei ersteres ebenso wie im Hoden des Maultiers¹⁾ das Stroma an Menge übertrifft. Die Bündel des fibrillären Bindegewebes von Corpus Highmori ausgehend zerfallen in eine Anzahl sich allmählich verfeinernder Fortsätze und bilden gleichsam Netzmaschen, in welchen die Samenkanälchen und das interstitielle Gewebe eingelagert sind. In seinen dicken Bündeln ist das fibrilläre Bindegewebe reich an elastischen Fasern.

Das vorwiegende Zellelement des Hodenparenchyms vom Zebroïd bilden die interstitiellen Zellen mit großem, rundem, scharf abgegrenzten Kern; letzterer ist gewöhnlich exzentrisch im Protoplasma gelagert, ist selber schwach gefärbt; dagegen sind das Kernkörperchen und die Chromatinkörner intensiv tingiert. Der dem Kern anliegende Protoplasmaabzirk ist stärker gefärbt und weist eine feinkörnige Struktur auf. Die Zellgrenzen sind hier (auf dünnen Schnitten) deutlich, so dass von einem Syncytium nicht die Rede sein kann. Die Herkunft dieser Zellen war der Gegenstand der Untersuchungen und des Streites der Arbeiten von Loisel, Regond, Stephan, Ancel et Bonin, Felizet, Branca, Bichon et P. Leandelige, Fages, Gautini u. a. Der Drüsencharakter dieser Zellen wird jedoch von keinem Forscher bestritten. Die Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale, der bei den Zebroïden deutlich ausgeprägte Geschlechtinstinkt, bei vollständigem Fehlen von Spermien im Hoden, welcher jedoch reich an interstitiellen Zellen ist, bestätigt abermals die Bedeutung der sekretorischen Fähigkeit dieser Zellen für die Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale und des Geschlechtinstinktes.

Das folgende Zellelement des interstitiellen Gewebes im Hoden des Zebroïds stellen die gewöhnlichen Bindegewebezellen mit langgestrecktem Kern dar. Außerdem sind in dem Bindegewebe noch zahlreiche Leukozyten vorhanden, welche teils zerstreut, teils in Gruppen gelegen sind.

Der Durchschnitt der Samenkanälchen des Zebroïds weist häufig einen verschiedenen Durchmesser auf. Desgleichen wechselt auch

1) Vgl. Stephan p. 38.

die Dicke der Tunica propria der Kanälchen. Das Hodengewebe ist von einem Netz von Blutgefäßen und Nerven durchzogen.

Der geringere Durchmesser der Samenkanälchen des Zebroïds im Vergleich mit dem Durchmesser der Kanälchen des Pferdes und anderer Nichthybriden steht meiner Meinung nach in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Fehlen des Prozesses der Spermagenese in den Samenkanälchen des Zebroïds. In dem Hoden eines jungen, noch nicht geschlechtsreifen Tieres ist der Querschnitt der Samenkanälchen beträchtlich kleiner als bei dem Tiere, welches die Geschlechtsreife erlangt hat. Wenngleich die Zunahme des Querdurchmessers der Samenkanälchen nach der Ansicht von Saverio Spangaro der Mengenzunahme der Geschlechtszellen in den Kanälchen auch nicht proportionell verläuft, so gehen doch diese beiden Prozesse miteinander Hand in Hand.

Der histologische Bau des Hodens des Zebroïds unterscheidet sich somit beträchtlich von demjenigen des Maultierhodens, wie ihn Stephan schildert. Beim letzteren sind nur Anlagen von Samenkanälchen vorhanden: „On trouve aussi, mais rarement, des cavités dont l'aspect présente un grand intérêt; elles ne sont bordées sur tout leur pourtour, que d'une couche d'éléments; les noyaux appartenant à cette couche sont de diverses catégories (Fig. 5): les uns sont de véritables noyaux de Sertoli et présentent des différentes variétés d'aspect de ces derniers; les autres sont des noyaux assez semblables à ceux des cellules génitales primordiales que l'on rencontre partout: ils sont peut-être plus petits un peu plus chromatiques, rappellent d'avantage des noyaux de spermatogonies. Autour de ces derniers noyaux sont individualisées des masses protoplasmiques, qui forment de véritables cellules.“ Der von mir beschriebene Bau der Samendrüse des Zebroïds ähnelt dem Bau des Hodens eines Hybrids des Kanarienvogels und des Stieglitz. In seiner Arbeit berichtet Stephan (6, S. 1470): „Chez le moulet il n'y a pas des tubes séminifères loin délimités, mais des amas irréguliers de cellules génitales primordiales; chez l'hybride canari-chardonneret les tubes séminifères sont bien développés, remplis d'un syncytium de Sertoli fibrillaire très développé sans cellules génitales différenciées; il est difficile de considérer l'un de ces deux états comme plus évolué: ils semblent irréductibles l'un à l'autre.“

Die Cauda epidyd. des Zebroïds gleicht nach ihrem histologischen Bau vollständig der des Pferdes. Jedoch ist auch hier das Lumen des Kanälchens bedeutend enger, wie es auch zu erwarten war, vollkommen frei von Zellelementen; in ihnen lassen sich nur runde, protoplasmatische Körner, das Sekret der Epithelzellen erkennen (Fig. 5).

Der histologische Bau des Corpus Epididymidis weist eine bereits mit unbewaffnetem Auge erkennbare Eigenheit auf: es werden

nämlich hier Kanälchen mit sehr weitem Lumen angetroffen (Fig. 6); der histologische Bau der letzteren unterscheidet sich durchaus von dem Bau der Kanälchen, wenn auch beim Pferde. (Fig. 7.)

Hiermit schlieÙe ich meine vorliegende Abhandlung und gehe zur Frage über, wodurch die Abwesenheit von Geschlechtszellen bei den Hybriden, welche im übrigen nicht nur normal entwickelt sind, sondern sogar ihre Eltern an Kraft, Ausdauer und Langlebigkeit übertreffen, erklärt werden kann.

Fig. 5.

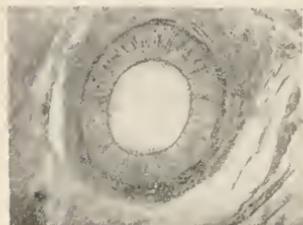


Fig. 6.



Fig. 7.

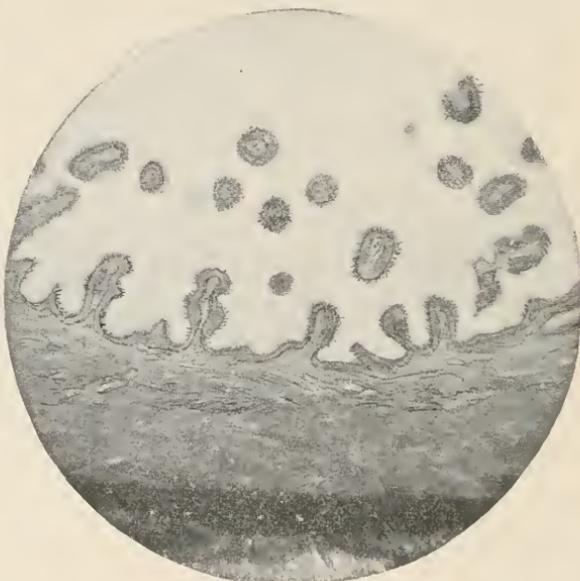


Fig. 5. Cauda epidyd. Ein Querschnitt durch eines der Kanälchen.

Fig. 6. Corpus epidyd. Ein Längsschnitt. Beinahe natürliche Größe.

Fig. 7. Corpus epidyd. Ein Querschnitt durch einen Teil der Kanälchen.

Sämtliche Präparate stammen von Zebroïd „Menlik“ (*Equus caball.* ♂ und *Chapmani* ♀). Die Zeichnungen (mit Ausnahme von Fig. 1 und 6) sind mittelst Zeichenapparat Abbé, Oc. III, Ob. 2 mm ausgeführt.

Ein Versuch, die Unfruchtbarkeit der Hybriden zu erklären, ist schon bei Felix le Dantec in dessen *Traité de Biologie* 1903 p. 333 vorhanden: „Nous pouvons nous faire une idée de la raison de cette particularité (stérilité des Hybrides) si nous réfléchissons que les produits sexuels mûrs ne se forment jamais que dans la génération à n chromosomes. Or nous avons été conduits à penser que cette génération à n chromosomes correspond à l'état *associé* de la matière vivante c'est-à-dire à un état tel que la demi-molécule mâle et la demi-molécule femelle, qui agissent synergiquement dans les réactions de l'assimilation, soient accolées en une molécule

unique, au lieu de former deux pôles distants comme les deux pôles d'une pile.

Or remarquons que dans un hybride les deux demi-molécules complémentaires n'étant pas de même espèce, *il leur sera peut-être impossible de s'accoler en une molécule unique*, quoique leur action synergique en tant que pôles distants, permette l'assimilation, la multiplication des substances à chacun de ces pôles. Mais alors, la génération à n chromosomes n'existera pas puisqu'elle résulte précisément de l'état associé, dans lequel chaque demi-molécule mâle est accolée à une demi-molécule femelle.

Sans prétendre qu'il y ait là une explication définitive cette remarque nous empêche de nous étonner trop de cette stérilité inattendue."

Stephan sucht die Ursache der Unfruchtbarkeit der Hybridenmännchen in dem späten Auftreten der Synopsis im Hoden.

Derartige Betrachtungen genügen jedoch nicht und erklären wenig. Die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Behauptungen kann nicht bewiesen werden, da sie nicht experimentell nachkontrolliert werden können und tatsächlich nichts aufklären.

Ich meinerseits erlaube mir auf einen Umstand hinzuweisen, welcher, soweit mir bekannt ist, wenig beachtet worden ist. Ich habe hier die Tatsache des Verschlingens der Spermien durch Leukozyten in den Geschlechtsorganen weiblicher Säugetiere im Auge. Davon hatte ich Gelegenheit, mich bei meinen Versuchen an Pferden zu überzeugen. In der Literatur finden sich darüber Angaben in den Arbeiten von Rossi, Plato und Sobotta. Bei der Einspritzung der Spermien unter die Haut oder in die Bauchhöhle wird dieselbe Erscheinung beobachtet; das Resultat derartiger Injektionen ist das Auftreten einer spezifischen Substanz im Blute des Tieres, des sogen. Spermatoxins, welches eine spezifische Wirkung auf die Spermien der Art ausübt, die das Material zur Injektion abgab. Es drängt sich auf diese Weise von selber die Annahme auf, ob nicht die Erscheinung der Ausbildung des Spermatoxins im Blute der Mutter einen Einfluss ausübt. Die Anwesenheit des Spermatoxins müsste auch ungünstig auf die Ausbildung der Geschlechtszellen der Frucht einwirken und zwar zunächst des männlichen Geschlechtssystems, wobei jedoch in der Entwicklung desselben keine besonderen Abweichungen stattzufinden brauchen, außer der Abwesenheit normaler Spermien und der daraus folgenden degenerativen Veränderungen im Bau der Kanälchen (geringerer Durchmesser, stärker entwickelte Tunica propria, ausschließliches Vorwiegen Sertolischer Zellen, Eindringen von Lymphozyten in die Kanälchen).

Von diesem Gesichtspunkt aus sind die Tatsachen der Fruchtbarkeit der weiblichen Säugetierhybriden, sowie die Fruchtbar-

keit beider Geschlechter der Fischhybriden (z. B. der Forellen) erklärlich.

Im ersteren Falle können die Spermatoxine, welche spezifisch auf die männlichen Spermazellen einwirken, die weiblichen Geschlechtszellen sich entwickeln lassen. Was die Fruchtbarkeit der Fischhybriden anbetrifft, so kann dieselbe dadurch erklärt werden, dass die Befruchtung bei diesen Tieren außerhalb der Mutterkörper sich vollzieht und damit die Möglichkeit der Entstehung der Spermatoxine beseitigt wird.

Meine Betrachtung, welche ich jedoch durchaus nicht als einzige Erklärung der Unfruchtbarkeit der männlichen Hybriden annehmen möchte, kann experimentell nachgeprüft werden. Bestätigt sich meine Annahme, dann müsste der Versuch gemacht werden, die schädliche Wirkung der im Blute der Mutter vorhandenen Spermatoxine durch Injektion eines entsprechenden Antispermatoxinserums zu paralysieren.

Auf diese Weise könnte es vielleicht gelingen, die hartnäckige Abwesenheit von Spermien bei den Hybriden zu bekämpfen und Fruchtbarkeit bei den männlichen Hybriden zu erzielen, welche im übrigen mit Ausnahme der Abwesenheit von Spermien nicht nur normal sind, sondern sogar ihre Eltern an Stärke und kräftigerer Organisation übertreffen.

Meine nächste Aufgabe wird darin bestehen, hierauf gerichtete Versuche anzustellen.

Literatur.

1. J. C. Ewart. The Penycnik experiments. London 1899. General introduction p. 87, 88.
2. E. Iwanoff. a) La fonction des vésicules séminales et de la glande prostatique dans l'acte de la fécondation. Journ. Phys. et Phat. Gén. Paris. T. 2, p. 95—100.
3. — b) Über die künstliche Befruchtung von Säugetieren und ihre Bedeutung für die Erzeugung von Bastarden. Vorläuf. Mitt. Biol. Centralbl. Bd. 23, p. 640—646.
4. Saverio Spangaro. Über die histologischen Veränderungen des Hodens, Nebenhodens und Samenleiters von Geburt an bis zum Greisenalter. Anat. Hefte. Erste Abteilung, 60. Heft (VIII. Bd. Heft 3), 1902.
5. Stephan. a) Sur la structure histologique du testicule des Mulets. C. R. de l'Assaiat des Anatom. IV. Session. Montpellier 1902.
6. — b) Sur l'interprétation de quelques détails histologiques des organes génitaux des hybrides. Bulletin Mensual de la Réunion biologique de Marseille 1903, T. II, Nr. 7, p. 1470.
7. André Suchetet. Des hybrides à l'état sauvage. V. I, 1896, p. 62.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Iwanoff E. J.

Artikel/Article: [Untersuchungen u̇ber die Ursachen der Unfruchtbarkeit von Zebroiden \(Hybriden von Pferden und Zebra\). 789-804](#)