

Vortrag, gelesen auf dem Physiologischen Kongress in Wien.

Über die physiologische Rolle der accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugetiere an der Hand der Beobachtungen der Biologie der Spermatozoen.

Von

Elias Iwanow.

Aus der physiologischen Abteilung des Laborat. der Veterin.-Verwaltung in Petersburg.

Die physiologische Rolle des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen bei Säugetieren ist bis jetzt wenig aufgeklärt. Dank den Untersuchungen der Professoren Steinach, Camus und Gley wollte man vor noch nicht zu langer Zeit dem Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen eine spezifische Eigenschaft zuerkennen, dem Spermatozoon die Fähigkeit zur Befruchtung des weiblichen Eies zu übermitteln. In den Werken dieser Autoren ist mit Bestimmtheit die Tatsache festgestellt, dass die Fähigkeit zum Coitus nach der Entfernung der Prostata und Vesicula seminalis bei Nagetieren bestehen bleibt, die Zeugungsfähigkeit aber verschwindet entweder ganz, wenn beide Drüsen ausgeschnitten worden sind, oder in einem beträchtlichen Maße, wenn nur eine von ihnen entfernt worden ist. Diese Ansicht über die Bedeutung der accessorischen Geschlechtsdrüsen bei Säugetieren wird jetzt noch in solchen vorzüglichen, allgemein verbreiteten Werken vertreten, wie dem Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere, herausgegeben von Dr. Osc. Hertwig. Im Abschnitte dieses Werkes: „Geschlechtszellen. Physiologische Bemerkungen“, schliesst sich Prof. W. Waldeyer, indem er die Untersuchungen von Fürbringer, Steinach und G. Walker erwähnt, der Anschauung an, dass die normale Sekretion der Samenbläschen und Prostata eine bedeutsame Wirkung auf die Befruchtungsfähigkeit der Spermatozoen ausübt.

Indessen habe ich schon vor zehn Jahren in einer im „Journal de Physiologie et Pathologie générale 1900, I.“ erschienenen Arbeit folgendes bewiesen: Wenn wir aus der Epididy-

mis testis bei Nagetieren oder Hunden Spermatozoen nehmen, sie mit einer Salzlösung versetzen, welche von dem Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen vollkommen frei ist, und in die Vagina des Weibchens einspritzen, wenn es brünstig ist, so bekommen wir in der Regel Empfängnis und Geburt einer normalen Nachkommenschaft. Somit haben also die in den Werken Steinachs, Camus' und Gleys enthaltenen Tatsachen eine ganz andere Auslegung bekommen. Keinesfalls lassen die Ergebnisse dieser Experimente auf die spezifische Eigenschaft des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen schliessen, den Spermatozoen der Säugetiere eine Fähigkeit zur Befruchtung des weiblichen Eies zu übermitteln — vielmehr bestätigen sie noch einmal die Hauptbestimmung des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen: vor allem als verdünnendes Milieu für die Spermatozoen zu dienen, welche aus den Vasa deferentia in die Pars prostatica urethrae übergeleitet werden. Ohne sie können die Spermatozoen, welche eine dickflüssige, in einem verhältnismässig sehr kleinen Quantum ausgesonderte Masse darstellen, aus der Urethra nicht hinausgehen, was zweifellos auch bei den Experimenten der oben-erwähnten Autoren stattgefunden hat.¹⁾

Die Tatsachen, zu welchen wir auf Grund der Experimente mit den Laboratoriumstieren gelangten, wurden wiederholt auch bei grossen Tieren während unserer Untersuchungen der künstlichen Befruchtung der Säugetiere bestätigt. Diese Methode der Befruchtung ist von uns die künstliche Befruchtung durch künstliches Sperma genannt und als praktische Methode im Falle der Verstümmelung oder beim plötzlichen Eingehen eines kostbaren Zuchttieres durch traumatische Ursachen empfohlen worden. Sie empfiehlt sich auch für die Schlachthäuser in grossen Städten, wo zum Schlachten nicht selten kostbare

¹⁾ Aus einer persönlichen Unterredung mit Prof. Steinach auf dem Kongresse konnte ich die Überzeugung gewinnen, dass Prof. Steinach gegenwärtig nicht geneigt ist, den Gedanken zu vertreten, dass das Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen die spezifische Eigenschaft besitzt, dem Spermatozoon die Fähigkeit zur Befruchtung des weiblichen Eies mitzuteilen. Prof. Steinach besteht nur darauf, dass für Empfängnis durch den natürlichen Coitus das Vorhandensein des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen unbedingt notwendig ist. Diese Behauptung haben wir auch nie bestritten, nur waren wir in bezug auf die Erklärung dieser Notwendigkeit mit Prof. Steinach nicht einig.

Zuchtstiere eingeliefert werden, welche zu schwer und zum natürlichen Belegen untauglich geworden sind.

Bei dieser Methode ist es nicht notwendig, nur frisch ausgeschnittene Testes zu haben; sie können auch bei einer Temperatur von ca. 0° aufbewahrt werden, wobei nicht selten die Spermatozoen ihre Beweglichkeit länger als eine Woche beibehalten. Die Spermatozoen, welche aus dem Hoden genommen und in dieser Weise 24—26 Stunden gehalten wurden, haben uns eine ganze Reihe von normal entwickelten und gesunden Füllen, Kälbern und dergleichen gegeben.

Als verdünnendes Milieu dienten bald neutrale Lösungen, wie die physiologische Kochsalz-Lösung, bald schwach alkalische Lösungen, bald rein, bald mit Zugabe von Blutserum (z. B. antidiphtherischem), oder von diphtherischem Toxin, oder von Alkohol usw.

Die Methode der künstlichen Befruchtung durch Spermatozoen mit Ausschluss des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen ist so einfach und gibt so gute Resultate, dass sie in unserem Laboratorium jedesmal angewendet wird, wenn es sich um die Befruchtung kleinerer Laboratoriumstiere handelt, bei welchen die Erlangung des normalen Sperma gewisse technische Schwierigkeiten aufweist.

Folgt aber hieraus, dass die ganze Bedeutung des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen nur auf die Verdünnung der Spermatozoen hinausläuft? Schon auf Grund einer rein theoretischen Betrachtung wäre solch eine Auslegung wenig wahrscheinlich. Es ist schwer anzunehmen, dass ein Organismus, dessen Lebenslauf durch eine ganze Reihe von komplizierten chemischen Prozessen mit Zuhilfenahme von Fermenten und Profermenten sich vollzieht, — dass dieser Organismus für die Geschlechtsdrüsen eine Ausnahme machen würde. Nachdem wir die Grundbedeutung des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugetiere besprochen hatten, haben wir bereits im Jahre 1900 in unserer Abhandlung folgendes geschrieben: „Ceci n'exclue nullement le rôle spécifique que jouent dans certains cas les sécrétions des vésicules séminales et de la glande prostat. (v. Travaux Leuckart, Landwehr, Camus et Gley) en empêchant l'écoulement du sperme dans le sens contraire; on n'ignore pas le fait que les sécrétions de ces glandes présentent,

précisément en vertu de leur faible réaction alcaline, un milieu très favorable à la vie des spermatozoïdes.“

Eine eingehende Aufklärung der Rolle der accessorischen Geschlechtsdrüsen wird nur nach der Ausarbeitung der Methode der Fistelanlegung und der Ausführung der Ausflusskanäle dieser Drüsen möglich sein (s. meine Arbeit im Zentralbl. f. Physiol. 1908).

Indem wir aber die Beobachtungen über die Biologie der Spermatozoen in der Hand haben, können wir schon gegenwärtig an die Lösung einiger Fragen herantreten.

Unsere weiteren Beobachtungen über die Biologie der Samenzellen stimmten nicht mit der ziemlich weit verbreiteten Anschauung überein, nach welcher die Spermatozoen der Säugetiere am längsten in einem Sperma leben, welches in einem Thermostat bei der Temperatur des Körpers — 37—39° C. — aufbewahrt wird. Unsere Beobachtungen zeigten, dass die Körpertemperatur, wenn sie auch im Anfang die Bewegungsenergie der Spermatozoen erhöht, im weiteren Verlauf für die Lebensfähigkeit der Spermatozoen ein schädlicher Faktor ist; weiter zeigten unsere Beobachtungen, dass im Sperma, welches in einem Thermostat bei der Temperatur des Körpers aufbewahrt wird, es in der Regel nicht gelingt, schon nach Verlauf von 24 Stunden nur einen einzigen sich bewegendenden Samenfaden zu finden; die Samenflüssigkeit selbst ist voll Bakterien und fängt an, ganz deutlich übel zu riechen, was auf Zersetzungsprozesse schliessen lässt. Indessen weist das aus derselben Probe genommene Sperma, welches bei einer Temperatur von ca. 2° C. aufbewahrt wurde noch nach 48 Stunden und länger eine ganze Reihe von beweglichen Spermatozoen (bei Hunden) auf.

Ferner ist durch unsere Beobachtungen festgestellt worden, dass die Spermatozoen der Säugetiere ihre Beweglichkeit nicht nur in Kochsalz- und Sodalösungen beibehalten, sondern auch in Lösungen von: KCl, NaBr, KBr, KJ, NH₄Cl, BaCl₂, MgCl₂, KNO₃, K₂CO₃, KHCO₃.

Diese Tatsachen, welche von uns schon im Jahre 1906 (Archives des Sciences Biologiques) veröffentlicht wurden, sind wiederholt durch weitere Beobachtungen in unserem Laboratorium (Krychkowsky, Atmanskich) und in letzter Zeit durch die Untersuchungen von Fleig und Hirokawa bestätigt worden, denen, wie es scheint, unsere Abhandlung unbekannt geblieben

ist. Eben damals haben wir festgestellt, dass die Lebensfähigkeit der Spermatozoen in ihrem natürlichen Milieu (Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen) bei den verschiedenen Arten der Säugetiere ungleich ist; sie ist ungleich auch bei den verschiedenen Vertretern ein und derselben Art, sogar bei demselben Individuum kann sie sich beträchtlich verändern je nach den zeitlich wechselnden Lebensbedingungen, (Regime des Geschlechtslebens, der Nahrung, Motion). Ferner haben wir auch konstatiert, dass Spermatozoen der Säugetiere ohne Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen eine grössere Lebensfähigkeit besitzen, sowohl im Hoden, als auch in künstlichen Milieus.

Der letztere Umstand hat ein besonderes Interesse vom physiologischen Standpunkte aus. Hier begegnen wir einer Tatsache, welche auf den ersten Blick für eine augenscheinliche Unzweckmässigkeit in der Funktion des Organismus spricht. Die Samenzellen, welche, um das weibliche Ei zu finden und dasselbe zu befruchten, einen ziemlich langen Weg in den Geschlechtsorganen des Weibchens zurücklegen müssen, sondern sich in einem Milieu ab, welches die Dauer ihres Lebens verkürzt, und scheinbar ihr erfolgreiches Funktionieren hindert.

Sodann steht die von uns erwähnte grössere Lebensdauer der Spermatozoen ohne Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen scheinbar in einem Widerspruch mit der Tatsache der Erhöhung der Bewegungsenergie der Spermatozoen, sobald zu ihnen Sekret aus der Prostata hinzugefügt wird. Diese Tatsache wurde von Fürbringer, Steinach, Walker und neuerdings von Wischnewsky erwähnt.

Allein, nachdem wir die Lebensfähigkeit der Spermatozoen bei einer ganzen Reihe von Säugetieren untersucht hatten, sind wir von der Richtigkeit unserer Beobachtungen bestimmt überzeugt worden. Besonders zahlreiche Beobachtungen haben wir bei Pferden gemacht, wo der Unterschied in der Lebensfähigkeit der Spermatozoen im Hoden und im Sperma ungefähr durch das Verhältnis 7 : 1 oder sogar mehr ausgedrückt wird.

Allein man kann hier ausser der schädlichen Wirkung der Säfte der accessorischen Geschlechtsdrüsen auf die Spermatozoen auch das Vorhandensein spezifischer Bedingungen in der Substanz der Hoden annehmen, welche die Lebensfähigkeit der Samenzellen in der Epididymis testis erhöhen und aufrecht erhalten.

Diese Vermutung fällt aber weg, nachdem es uns gelungen ist nachzuweisen, dass die Spermatozoen auch ausserhalb der Hoden, in einer feuchten Kammer, ebensolange leben können, wie im Hoden, wenn sie bei einer Temperatur aufbewahrt werden, die für den Beginn der Zersetzung ungünstig ist, z. B. bei 2° C.

Das Experiment ging in folgender Weise vor sich: aus dem Schwanz des Nebenhodens eines Hundes wurde ein Tropfen genommen, welcher nur aus den Spermatozoen und dem Sekret des Epitheliums der Samengänge bestand. So ein Tropfen wurde dann in eine feuchte Kammer gelegt (Hängetropfen); die äusseren Ränder wurden sorgfältig mit Vaseline bestrichen. Die Beobachtung hat gezeigt, dass die Spermatozoen des Hundes unter solchen Bedingungen und bei einer Zimmertemperatur die Fähigkeit zur Vorwärtsbewegung nicht weniger als 6 Tage bewahren können. Hinzufügen von Lockescher Flüssigkeit zu den Spermatozoen (des Hundes), welche in dem Hängetropfen schon 3 Tage lang waren, hat die Bewegung der Samenzellen belebt, und noch nach weiteren 5 Tagen — also im ganzen nach 8 Tagen — konnte man in dem Präparat, nach Erwärmung desselben, sich vorwärts bewegendende Spermatozoen finden. Dabei wurde beobachtet, dass das Verbleiben während 24 Stunden in einem Thermostat bei der Temperatur des Körpers nicht das Ende der Spermatozoen nach sich zieht.

Es ist uns nicht gelungen, eine solche Lebensdauer der Spermatozoen des Hundes im Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen zu beobachten; unter denselben Bedingungen betrug sie beim Hunde in der Regel nicht länger als 3 Tage.

Man muss also die Erklärung dafür weder in den Spermatozoen selbst suchen, noch in den Bedingungen ihres Lebens in den Testes.

Durch welche Drüse die von uns besprochene spezifische Eigenschaft des Sekrets der accessorischen Geschlechtsdrüsen bestimmt wird — diese Frage kann durch Schaffung von solchen Bedingungen des Experimentes untersucht werden, bei welchen wir nur von einer bestimmten Drüse den Saft erhalten, während der Zutritt von anderen Sekreten ausgeschlossen wäre. Unsere Experimente mit dem Sperma eines Hundes, welcher von Hause aus weder das Vesiculum seminale noch die Cowperschen Drüsen besitzt, stellen den einfachsten Fall des Experimentes dar; sie

lassen ersehen, dass die Erklärung der oben erwähnten Erscheinungen im Sekret der Prostata zu suchen ist.

Was ist nun aber das Wesen dieses „X“, welches uns gegenwärtig interessiert?

Wenn wir die Spermatozoen von der Samenflüssigkeit mittels der Centrifuge absondern, sodann bis zum Siedepunkt des Wassers erwärmen, so verliert das derart bearbeitete Sekret der Prostata merklich von seinen spezifischen Eigenschaften: 1. die Bewegungsenergie der Spermatozoen zu erhöhen (s. auch Wischnewsky) und 2. ihre Lebensdauer zu verkürzen. Werden die Spermatozoen aus der Epididymis testis eines Hundes in dieses Milieu versetzt, so bewegen sie sich ungefähr in der Weise, wie das in den Salzlösungen beobachtet wird; sie behalten auch ihre Bewegungsfähigkeit längere Zeit hindurch, als in einem nicht abgekochten Sperma. Bei unseren Experimenten betrug diese Differenz nicht weniger als 24 Stunden. Die Erwärmung bis zu 55, 56, 58° C. hat keine bemerkenswerten Resultate ergeben. Unwillkürlich möchte man an eine fermentative Wirkung des oder der Bestandteile denken, welche die Eigenschaften des Sekretes der Prostata bestimmen — andererseits wäre es auch möglich, dass die geringere Lebensdauer der Spermatozoen im Sekret der accessorischen Geschlechtsdrüsen durch eine übermässige Anspannung der Bewegungsenergie bedingt wird, welche letztere sich infolgedessen eher abnutzt, um schliesslich ganz zu erlöschen. Darin kann man eine zweckmässige Anpassung erblicken: es wird die Befruchtung des Eies durch die frisch abgesonderten Spermatozoen gesichert.

Unsere Ergebnisse stimmen nicht überein mit den Folgerungen Hirokawas, welcher dem Sekret der Prostata die Bedeutung einer Substanz zuerkennt, welche die Lebensfähigkeit der Spermatozoen aufrecht erhält, und die Erklärung dieser Erscheinung in einem bestimmten Prozentsatz an Alkali sucht. Wir können den Experimenten Hirokawas schon aus dem Grunde keine grundlegende Bedeutung zuerkennen, weil die Sekrete, die bei der Sektion der präparierten prostatistischen Drüse einer Ratte gesammelt wurden und zu den Experimenten dienten — kaum für die Sekrete gehalten werden dürfen, welche in dem normalen Sperma sich befinden. Nur diese aber können für uns in diesem Falle von Interesse sein. Wischnewsky hat in seiner Unter-

suchung gezeigt, in welchem Maße diese Methodik der Gewinnung des Saftes der Prostata unzuverlässig ist, und welche sich einander widersprechenden Ergebnisse sie mit sich bringt.

Was nun die grössere Lebensdauer der Spermatozoen einer Ratte in einem alkalischen Milieu anbelangt, im Vergleich mit derselben in einem neutralen Milieu, — so haben zweifellos die Versuche Hirokawas diese Behauptung bewiesen.

Dazu halte ich für nötig, hinzuzufügen, dass bis jetzt bei der Frage über die Beweglichkeit der Spermatozoen aus der Epididymis die Meinungen nicht selten auseinander gehen. Dies erklärt sich einerseits daraus, dass in Präparaten mit solchen Spermatozoen die Bewegung in der Regel nur an den Rändern bemerkbar ist, welche an der Höhlung der Vertiefung des Glases liegen — andererseits aber erklärt es sich daraus, dass solche Spermatozoen, besonders die des Ochsen, des Schweines, sich nicht gleich in Bewegung setzen, sondern erst nach einiger Zeit. (Die Erwärmung beschleunigt das Erscheinen der Bewegung.) Diese Tatsache wurde wiederholt von mir und auch von Herrn Metalnikoff beobachtet. Bei dem Hunde beginnen die Bewegungen in der Regel ziemlich schnell. Zur Aufklärung dieser Erscheinung haben wir einstweilen noch keine endgültigen positiven Ergebnisse.

Es ist interessant, dass in Präparaten der Spermatozoen in einer feuchten Kammer, wo die sorgsamste Untersuchung keine Bewegung entdecken konnte, man eine lebhaftere Vorwärtsbewegung bemerken konnte, sobald die obere Glasplatte nur etwas gehoben und wieder niedergelegt wurde.

Mit dieser Erscheinung der Belebung der Spermatozoen muss man bei der Untersuchung der Lebensdauer der Spermatozoen rechnen. Wir stellen diese Erscheinung in Zusammenhang mit dem Eindringen von frischer Luft in die feuchte Kammer. Aus demselben Bedürfnis an Gaswechsel erklärt sich scheinbar die oben erwähnte Beweglichkeit der Spermatozoen an den Rändern des Präparates.

Auf Grund der oben erwähnten Tatsachen erkennen wir also jetzt an: 1., dass die Hauptrolle des Sekretes der accessorischen Geschlechtsdrüsen ist, als verdünnendes Milieu für die Spermatozoen

zu dienen, wodurch die Spermatozoen aus der Urethra hinausgeleitet und kräftig in die Vagina des Weibchens hineingespritzt werden können; 2., dass wir in dem Sekrete der Prostata Elemente scheinbar fermentativen Charakters haben, durch welche bestimmt werden: a) der höchste Grad der Bewegungsenergie der Spermatozoen, und b) die geringere Lebensdauer derselben im Vergleich zu der Lebensdauer der Spermatozoen ausserhalb des Sekretes der accessorischen Geschlechtsdrüsen.
