

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der Physiologie des Menschen

in vier Bänden (und einem Ergänzungsbande)

Physiologie der Drüsen, Physiologie der inneren Sekretion, Harn-,
Geschlechts- u. Verdauungsorgane

Boruttau, Heinrich

1907

Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane. Von W. Nagel

Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane

von

W. Nagel.

Zusammenfassende Darstellungen, die im folgenden meist nur mit dem Namen des Verfassers zitiert werden:

Leuckart, Artikel „Zeugung“, Wagners Handwörterbuch der Physiologie 4 (1853).
Hensen, Physiologie der Zeugung. Hermanns Handbuch der Physiologie 6 (2) 1881.
S. Exner, Physiologie der männlichen Geschlechtsfunktionen. Handbuch der Urologie, herausgegeben von v. Frisch und Zuckerkandl, 1903.

I. Die männlichen Geschlechtsdrüsen und ihr Sekret.

Der Hoden oder Testikel hat eine doppelte Funktion: einmal als Bildungsstätte des wichtigsten Samenbestandteiles, der Samenfäden, und zweitens als Organ, das Substanzen an Blut und Lymphe abgibt, die für den Haushalt und die Funktion des ganzen Organismus von Bedeutung sind. Seine Entfernung durch Operation (Kastration) oder seine Zerstörung durch krankhafte Prozesse hebt daher erstens die Zeugungsfähigkeit auf, hat aber zweitens auch Wirkungen auf den Gesamtstoffwechsel und die Funktion anderer Organe. An dieser Stelle kommt nur die Bedeutung des Hodens als Samenbildner zur Besprechung, während seine „innere Sekretion“ an anderer Stelle gewürdigt wird, im Zusammenhang mit den sogenannten „Drüsen ohne Ausführungsgang¹⁾“.

1. Die Bildung der Samenfäden.

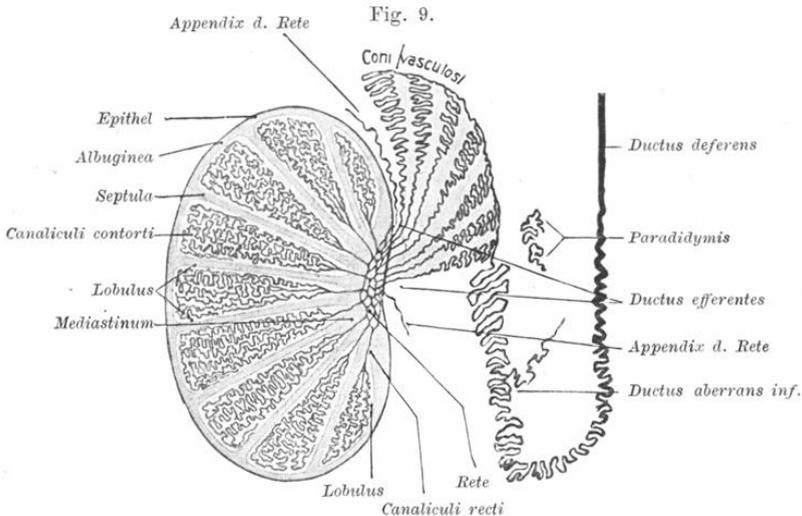
Der funktionell wichtigste Bestandteil des Samens wird in den gewundenen Samenkanälchen des Hodens gebildet; diese sind knäueiförmig zusammengewunden in durch bindegewebige Septa (unvollkommen) getrennten Fächern des Hodens gelegen und bilden dessen eigentliches Parenchym. Die Kanälchen sind wenig oder gar nicht verzweigt und zeigen Anastomosen wenn überhaupt, nur ganz selten. Ihre Gesamtlänge dürfte unter Zugrundelegung der Berechnungen von Lauth²⁾ und Krause³⁾ auf 580 bzw. 340 m zu veranschlagen sein.

¹⁾ Siehe oben S. 42 bis 45. — ²⁾ Mém. sur le testicule humain. Mém. soc. hist. natur. de Strassbourg 1 (1830). — ³⁾ Müllers Arch. 1837, S. 20.

Mehrere gewundene Kanälchen vereinigen sich zu einem geraden Kanälchen, die in das netzartig kommunizierende Kanalsystem des *Rete testis Halleri* einmünden. Aus diesem wird der Inhalt in das Kanalsystem des Nebenhodens weiter geführt, dessen Anordnung aus Fig. 9 ersichtlich ist.

Die Einzelheiten des histologischen Baues des Hodens im allgemeinen und der Samenkanälchen im besonderen, sowie auch die Entstehung der Spermien oder Samenfäden aus dem Epithel der Kanälchen fallen außerhalb des Bereichs dieses Werkes. Hier können nur die folgenden physiologisch wichtigen Tatsachen Erwähnung finden¹⁾.

Beim Neugeborenen sind, ebenso wie beim Fötus, die „Kanälchen“ noch lumenlos, d. h. mit großkernigen Zellen völlig ausgefüllt, die in zwei deutlich gesonderte Arten zerfallen: die Spermatogonien oder Ursamenzellen und die Sertolischen sogenannten Follikelzellen.



Schema des Verlaufs der Samenkanälchen im Hoden und Nebenhoden (nach Eberth).

In der Pubertätszeit vermehren sich die Spermatogonien und liefern als ihr Teilungsprodukt die Spermatoocyten, deren der Kanalachse nächst gelegene durch zweimalige Teilung bald die Samenzellen oder Spermatischen liefern. Diese letzteren verwandeln sich unter Bildung eines der Achse zugewendeten Schwanzes in die Samenfäden oder Spermien um. Die dichten Büschel der Schwänze erfüllen selbst im reifen Samenkanälchen den axialen Teil so vollständig, daß von einem eigentlichen Lumen, durch das etwa eine Flüssigkeit strömen könnte, im allgemeinen nicht zu sprechen ist.

In der Zwischensubstanz des Hodens finden sich zahlreiche Zellen mit kristallischen oder kristalloiden Einschlüssen.

Das Lymphgefäßsystem des Hodens ist besonders stark entwickelt und kann durch bloßes Einstechen einer Pravazspritze ins Parenchym mit einer Farblösung (z. B. Berlinerblau) injiziert werden, da es ein Netz vielfach kommunizierender Spalträume darstellt.

¹⁾ Näheres vgl. unter anderem bei Eberth, Die männlichen Geschlechtsorgane, in Bardelebens Handb. d. Anat. d. Menschen 1904.

2. Der ejakulierte Same.

a) Die Menge des entleerten Samens.

Die Menge des bei einer Ejakulation entleerten Samens schwankt zwischen sehr niedrigen Werten (Bruchteilen eines Cubikcentimeters) und einem wahrscheinlichen Maximum von 5 bis 6 ccm. Größere Mengen dürften große Seltenheiten sein. Als Durchschnittszahl wird 3 ccm gerechnet werden können.

Mantegazza¹⁾ gibt die Menge zu 0,75 bis 6 ccm an, Lode²⁾ zu 1,8 bis 5 ccm.

Bei Wiederholung der Samenentleerungen in kurzen Zeiten, z. B. mehrerer innerhalb 12 Stunden, scheint die Menge abzunehmen, während von einem Tage zum anderen beim gesunden Menschen sich im allgemeinen die Flüssigkeitsmenge schon wieder ergänzt haben dürfte (über den Gehalt an Samenfäden unter diesen verschiedenen Umständen siehe unten S. 51).

b) Die Beschaffenheit des entleerten Samens.

Das spezifische Gewicht schwankt nach Lode³⁾ zwischen 1027 und 1046, beträgt im Mittel 1036.

Die Konsistenz des ejakulierten Samens ist die einer fadenziehenden klebrigen Flüssigkeit, die in den ersten Minuten nach der Entleerung gelatinierend wird, um nach einigen Minuten wieder dünnflüssiger und weniger klebrig zu werden.

Das Aussehen ist schwach milchig, doch noch deutlich durchscheinend, häufig mit gelblichem oder grünlichem Schein. Der Samen im *Ductus deferens* vor der Beimischung der anderen Drüsensekrete ist noch milchiger. Die weiße Farbe kommt wie bei der Milch durch die Lichtreflexion an den körperlichen Bestandteilen her.

Der Geruch, wahrscheinlich von dem aus der Prostata stammenden Spermin herrührend, ist eigenartig, übrigens nicht sehr intensiv. Von Leukart⁴⁾ wird er mit dem Geruch von Knochenfeilspänen verglichen. Sehr ähnlich ist der Geruch der männlichen Blüten einiger Pflanzen (*Berberis*, *Hedera*, *Castanea*).

c) Die chemische Zusammensetzung des Samens.

Der Samen enthält etwa 90 Proz. Wasser; unter den 10 Proz. festen Stoffen ist die größere Hälfte Mucin (6 Proz.), der Rest besteht aus Salzen, Eiweiß- und Extraktivstoffen.

Die Samenfäden⁵⁾ bestehen aus den Stoffen, die sich überhaupt in solchen Zellen finden, bei denen der Kern einen großen Teil des Ganzen ausmacht. Es finden sich also außer Eiweißstoffen Nuclein, Nucleinsäuren und Nucleinbasen, Cerebrosid (dem Cerebrin verwandt), daneben Cholesterin, Lecithin, Spuren von Fett, Salze.

¹⁾ Gazz. med. italian. Lombardia 1866, No. 34. — ²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 50. — ³⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 50. — ⁴⁾ Wagners Handwb. d. Physiol. 4, Artikel Zeugung, S. 819. — ⁵⁾ Einen sehr eingehenden Bericht über die Erfahrungen betreffs der Chemie der Spermatozoen findet man in den Ergebnissen der Physiologie 3, 1, 1904, referiert von R. Burian. Hier auch recht vollständiges Literaturverzeichnis.

Am genauesten ist das Sperma des Lachses durch Miescher¹⁾ untersucht worden. Die Nucleinsäure des Lachssamens ist an die reichlich vorhandene Base Protamin gebunden, die nach Balke²⁾ die Biuretreaktion, nicht aber die Xanthoproteinprobe und die Millonsche Reaktion geben. Neuerdings sind ähnliche Substanzen (Protamine) im Sperma verschiedener Fische untersucht und als Clupein, Sturin, Scombrin usw. unterschieden worden. Auch fand man verschiedene Histone. Vergleiche über diese zurzeit für die Physiologie noch ziemlich unfruchtbaren chemischen Untersuchungen die zitierte Übersicht von Burian.

Die Spermaflüssigkeit soll außer verschiedenen Eiweißstoffen und Salzen nach Posner³⁾ eine der Prostata entstammende Albumose enthalten. Derselben Herkunft ist, wenigstens teilweise, das Spermin, das den Riechstoff des Samens bildet. Es ist eine Base, nach ihrem Entdecker Schreiner⁴⁾ auch Schreinersche Base genannt und von der Zusammensetzung $(C_2H_5N)_2$, im Samen an Phosphorsäure gebunden; es tritt im eingetrockneten Samen in Form der sogenannten Schreinerschen oder Böttcherschen⁵⁾ Kristalle auf. Ladenburg und Abel⁶⁾ bezeichnen es als Diäthylendiimin oder Piperazin.

Das Spermin wurde auch in anderen Körperflüssigkeiten gefunden, so von Schreiner im Blute Leukämischer und im Sputum bei Bronchiektasie, wo es in Form der Charcot-Leydenschen „Asthmakristalle“ erscheinen soll. Auch im Hoden selbst findet sich übrigens Spermin, ferner ist es im Eierstock, dem Pankreas, der Milz und Schilddrüse nachgewiesen (Poehl⁷⁾).

Der Prostata-saft allein liefert die erwähnten Kristalle nicht, sondern erst nach Zusatz von Ammoniumphosphat (Fürbringer⁸⁾).

Die Übereinstimmung der Schreinerschen und der Charcot-Leydenschen Kristalle wird übrigens bestritten, da jene sich nicht wie diese in Formaldehyd und Alkalien lösen und auch die Kristallformen nicht übereinstimmen.

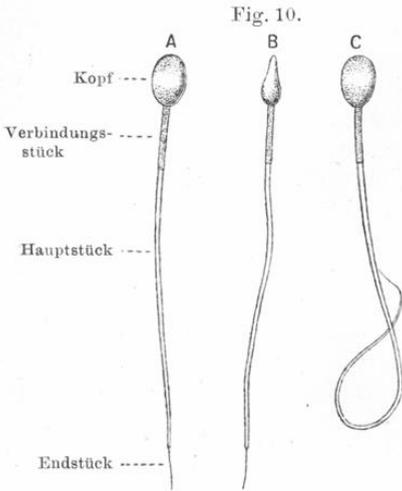
Die von Florence⁹⁾ angegebene Probe mit Kaliumtrijodür (KJ_3) zum Nachweis des Sperma in eingetrockneten Flecken liefert insofern kein eindeutiges Resultat, als auch andere organische Substanzen, die Cholin enthalten (Richter¹⁰⁾, Bocarius¹¹⁾, auch Eiter (Gumprecht¹²⁾), dieselbe Reaktion geben; doch scheint bei menschlichem Samen die Reaktion besonders sicher einzutreten. Das Reagens besteht aus einer Lösung von Jod (2,54 g) in Jodkaliumlösung (1,65 auf 30 g). Dvornitschenko¹³⁾ hält sowohl positiven wie negativen Ausfall der Probe für nicht beweisend, Richter (l. c.) hält das Ausbleiben der Reaktion für einen Beweis der Abwesenheit von Samen, ebenso Secco¹⁴⁾, der übrigens die Reaktion des Cholin erst bei Zusatz von HCl eintreten sah.

¹⁾ Verh. naturhistor. Gesellsch. Basel 6 (1874) u. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 7 (1874). — ²⁾ Journ. prakt. Chem., N. F., 47, 559, 1893 (auch Inaug.-Diss., Leipzig 1892). — ³⁾ Berl. klin. Wochenschr. 1888, Nr. 21; Zentralbl. f. d. mediz. Wissensch. 1850, Nr. 27. — ⁴⁾ Ann. d. Chem. u. Pharmak. 194 (1878). — ⁵⁾ Virchows Arch. 32 (1865). — ⁶⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 21, 758, 1888; 23, 326 u. 3740; 24, 2400, 1891. — ⁷⁾ Die physiologischen Grundlagen der Spermintheorie, Petersburg 1898. — ⁸⁾ Die Störungen der Geschlechtsfunktion beim Manne, Nothnagels Pathologie u. Therapie 19, 3, 7. — ⁹⁾ Revue de méd. leg., Paris 1897 und Arch. d'Anthrop. crimin. 10. — ¹⁰⁾ Wiener klin. Wochenschr. 24 (1897). — ¹¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 34, 39, 1902. — ¹²⁾ Zentralbl. f. allg. Pathol. und pathol. Anat. 9, 577, 1898. — ¹³⁾ Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. (3), 20, 12, 1900. — ¹⁴⁾ Wiener klin. Wochenschr. 24 (1897).

3. Die Samenfäden.

a) Bau der Samenfäden.

An geformten Elementen enthält der normale Samen außer verschiedenartigen losgelösten Zellen des Hodens, der Prostata, der Samenblasen und der Samenwege, sowie verschiedenen Konkretionen¹⁾ als wichtigsten Bestandteil die Samenfäden oder Spermatozoen (auch als Spermien, Spermatosomen, Spermatozoiden, Samentierchen, Samenkörper bezeichnet), die zu



Spermien des Menschen (nach Eberth).

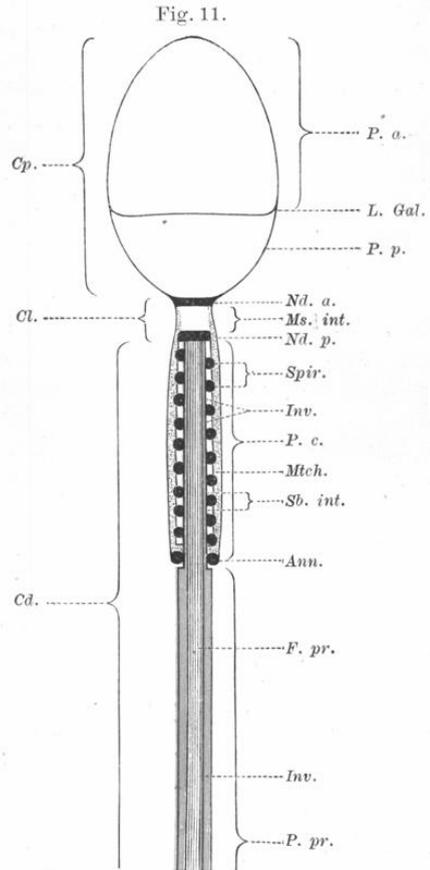
A von der Fläche, B im Profil, C ösenartig eingerollter Samenfaden. Vergrößerung 1000.

den ersten durch das Mikroskop entdeckten Objekten gehören (Leeuwenhoek, 1677).

Der einzelne Samenfaden hat den morphologischen Wert einer Zelle. Er setzt sich zusammen aus dem Kopf (dem Kernanteil), dem Verbindungsstück (Centrosomenanteil) und dem Schwanzfaden (Protoplasmaanteil), siehe Fig. 10, aus der die Gestalt des Kopfes und die Größenverhältnisse der einzelnen Teile ersichtlich sind.

Die Dimensionen sind beim menschlichen Samenfaden folgende:

¹⁾ Vgl. bezüglich der Kristalle im männlichen Genitaltraktus Th. Cohn, Zentrabl. f. allg. Pathol. und pathol. Anat. 10, 940, 1899 und Reinke, Arch. f. mikr. Anat. 34 (1896).



Schema eines Menschenspermiums, vorderer Teil. Originalzeichnung von Meves, Größe des Originals.

Cp. Caput (Kopf); *Cl.* Collum (Hals); *Cd.* Cauda (Schwanz); *P. a.* Pars anterior capitis (Vorderstück des Kopfes); *L. Gal.* Limes Galeae (Grenze der Kopfklappe); *P. p.* Pars posterior capitis (Hinterstück des Kopfes); *Nd. a.* Noduli anteriores (vordere Centrosomknötchen, Halsknötchen); *Ms. int.* Massa intermedia (Zwischenmasse des Halses); *Nd. p.* Noduli posteriores (hintere Centrosomknötchen); *Spir.* Spiralfäden, *Inv.* Involucrum (Hülle des Achsenfadens im Verbindungsstück — blau); *P. c.* Pars conjunctionis (Verbindungsstück); *Mtch.* Mitochondria; *Sb. int.* Substantia intermedia (Zwischensubstanz der Spiralhülle); *Ann.* Annulus (Schlußring); *F. pr.* Filum principale (Hauptfaden); *Inv.* Involucrum (Hülle des Hauptfadens — blau); *P. pr.* Pars principalis (Hauptstück des Schwanzes).

Länge des Kopfes 3 bis 5 μ , Breite desselben 2 bis 3 μ ; Länge des Mittelstückes 6 μ , Dicke 1 μ ; Länge des Schwanzes 40 bis 60 μ , Gesamtlänge also 50 bis 70 μ .

Über den feineren Bau des Vorderstückes eines Samenfadens gibt Fig. 11 Aufschluß. Bezüglich der Einzelheiten muß auf die anatomisch-histologischen Werke ¹⁾ verwiesen werden (vgl. insbesondere Eberth, Die männlichen Geschlechtsorgane in Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen, Lieferung 12, Jena 1904).

Durch Verbindungsstück und Schwanz zieht als kontinuierlicher Strang der Achsenfaden, mit Ausnahme des kurzen Endstückes von einer zarten Hülle umgeben. Er besteht aus feinen Fibrillen, die sich bei manchen Tieren leicht voneinander trennen.

Bei Tieren sind die Samenfäden vielfach abweichend gebaut, der Kopf kann anders gestaltet sein oder scheinbar ganz fehlen; im letzteren Falle ist am vorderen Ende des Fadens nur ein durch seine Färbbarkeit sich unterscheidender Teil als Homologon des Kopfes erkennbar. Manche Tiere haben eine kontraktile undulierende Membran längs des Schwanzstückes. Bei niederen Tieren fehlt der Schwanz oft gänzlich.

b) Menge der Samenfäden.

Die Zahl der Samenfäden im Cubikmillimeter ejakulierten Samens wechselt nach Lode ²⁾ bedeutend; bei schnell sich folgenden Ergießungen nimmt ihre Zahl ab bis zum völligen Verschwinden. Nach zweitägiger Pause war aber der Gehalt an Samenfäden größer als nach sechstägiger Pause im Geschlechtsverkehr. Die Durchschnittszahl pro Cubikmillimeter beträgt nach Lode etwa 60000, die Gesamtmenge in einem normalen Ejakulat etwa 226 000 000 Samenfäden.

Die Zahl der letzteren schwankte zwischen 0 und 551 Millionen. In Versuchen an Hunden konnte Lode durch wiederholt herbeigeführte Ejakulationen die Menge der Samenfäden bis auf Null herunterdrücken, ohne daß die Flüssigkeitsmenge entsprechend sank. In den nächsten Tagen nach solchen starken Samenverlusten stieg die Zahl der Spermien im Ejakulat weit über das Durchschnittsmaß. Längere Zeit (8 bis 10 Tage) nach einer Entleerung war aber diese Steigerung wieder rückgängig geworden und die Zahl der Samenfäden sogar abnorm gering, was Exner zu der Auffassung veranlaßte, an Zugrundegehen der Spermien in den Samenblasen zu denken.

Als Azoospermie wird ein pathologisches Verhalten beschrieben, bei dem zwar Samen in mehr oder weniger normaler Weise entleert wird, dieser aber keine Samenfäden enthält und infolgedessen zur Befruchtung untauglich ist.

c) Der Bewegungsmechanismus der Samenfäden.

Die Samenfäden innerhalb des Hodens und Nebenhodens bewegen sich nicht aktiv, während sie im entleerten Samen normalerweise in lebhafter Bewegung sind.

Die Bewegungsweise der Samenfäden ist derjenigen mancher flagellaten Protisten in gewisser Hinsicht ähnlich, sofern sie durch die peitschenartigen

¹⁾ Von älteren Forschern hat, wie der Vergleich mit den neuesten Angaben zeigt, Eimer (Verhandl. der Würzburger physik.-med. Gesellsch.) die Struktur des Samens am richtigsten beschrieben. — ²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 50 278.

Bewegungen eines Geißelfadens erfolgt, jenen aber auch wiederum insofern unähnlich, als der Geißelfaden nicht wie bei den meisten Flagellaten am Vorderende, sondern am Hinterende sitzt, der Mechanismus der Lokomotion also ein wesentlich anderer sein muß.

Genauere Analyse der Bewegung ist wegen der großen Geschwindigkeit nicht wohl möglich, wenigstens solange der Samen in frischem normalem Zustande ist. Die Übertragung der bei träge gewordener Bewegung beobachteten Erscheinungen auf die normalen Verhältnisse ist gewiß nicht ohne weiteres zulässig.

Hensen, der die mechanischen Bedingungen der Lokomotion wohl am meisten zutreffend erörtert hat, geht von der Betrachtung der Wirkung der undulierenden Membranen aus, wie sie sich bei Amphibien finden, und gibt an der Hand eines Diagrammes an, wie bei der Fortpflanzung von Wellen in dieser Membran vom Kopf zum Schwanz eine den Kopf vorwärts treibende Komponente resultiert.

Für die langsamere Bewegung bezieht sich Hensen auf das nebenstehende Diagramm (Fig. 12). „Das Körperchen dreht sich um eine senkrecht durch seinen Schwerpunkt gehende translatorisch fortbewegte Achse. Von der Ruhestellung links ausgehend biegt es sich zur Kurve *a*, dann zur Kurve *b* und *c*. Dabei entwickeln sich diejenigen Kraftkomponenten, welche die Pfeile verzeichnen. Die vertikalen, nach $\alpha\beta$ gehenden, treiben den Schwerpunkt vorwärts, die horizontalen bedingen eine Verschiebung des Teiles nach links, welche gleich nachher durch die von *d* aus beginnende Bewegung kompensiert wird“ (Hensen, l. c., S. 90).

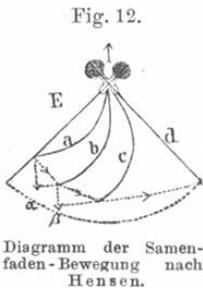


Diagramm der Samenfadens-Bewegung nach Hensen.

Diese Beschreibung Hensens scheint mir für viele Samenfädenpräparate zutreffend; das Oszillieren des Kopfes um den wahrscheinlichen Schwerpunkt ist häufig unverkennbar (auch beim menschlichen Sperma), es gibt der Bewegung das seltsam Taumelnde, Wackelnde, wobei eine erhebliche Energievergeudung vorliegen würde, falls die geradlinige Lokomotion der einzige Zweck der Bewegung wäre. Man sieht indessen gerade bei Warmblütersperma und menschlichem Sperma in frischem Zustande sehr häufig Samenfäden in geradliniger Bewegung vorwärts streben, ohne das geringste Oszillieren des Kopfes; der Schwanz schlägt dann nicht als Ganzes hin und her, sondern macht schlingelnde Bewegungen mit von vorn nach hinten ablaufenden Wellen. Das Spermatozoid schwimmt dann nach Art der Molche, Aale oder der Ringelnatter, während die oben beschriebene Bewegungsart dem Schwimmen der meisten Fische ähnelt, nur daß bei diesen die ungleich größere Masse des Körpers (und die steuernde Rückenflosse) diesen in geradliniger Bewegung vorwärts gleiten läßt, ohne das Oszillieren beim Schwanzschlag.

Diese Schlingelbewegung ist es, die Hensen als Bewegung des frischen, schnellbeweglichen Samenfadens beschrieben hat. Man findet sie übrigens auch bei Spermien, die ihre Bewegungen so langsam ausführen, daß man deren einzelne Phasen genau verfolgen kann. Trotzdem schwimmen solche Fäden mit langsam schlagender Geißel oft ganz ohne Wackelbewegung. Ich habe den Eindruck, daß letztere, wenn nicht immer, so doch häufig auf einem Widerstand beruht, der sich der Vorwärtsbewegung entgegensetzt. Beginnende Gerinnungen, Schleimfäden usw. im Präparate bieten dazu ja reichlich Anlaß.

Die normal schlängelnde Bewegung der Samenfäden kann durch nebenstehende schematische Figur (Fig. 13) veranschaulicht werden, bei der indessen der denkbar einfachste Fall einer derartigen Bewegung angenommen ist. Die Phasen 1 bis 7 folgen sich von links nach rechts. Eine Ausbiegung des Fadens gleitet schnell vom Kopfende zum Schwanzende unter allmählicher Abflachung. Dabei resultieren die bei Phase 2 angezeichneten Kraftkomponenten. Indem der bei *a* gelegene Teil der Ausbiegung caudalwärts gleitet, ergibt sich eine Komponente, die den ganzen Faden vorwärts schiebt, und eine, die die betreffende Partie des Fadens nach rechts treibt. In der Gegend des Punktes *b* ergibt sich ebenfalls eine vorwärtsschiebende Komponente und eine seitwärts treibende, die der bei *a* entstehenden entgegenwirkt und sie, wenn der ganze Faden in sich hinreichend steif ist, kompensiert.

Bei Phase 4, wo die Welle sich dem Ende des Schwanzes nähert, beginnt am Kopfteil eine neue Welle. Die dazu nötige Deformation des Fadens wird die Wirksamkeit der ersten Welle zunächst etwas herabsetzen, jedoch nicht aufheben.

Manche Autoren, namentlich Eimer¹⁾, haben rotierende Bewegung der Samenfäden beschrieben, bei der der Schwanz eine trichterförmige Fläche durchlaufen sollte. Hensen und v. Brunn²⁾ konnten diese Beobachtung nicht bestätigen. Ich habe in frischem Sperma Rotation um die Längsachse (an dem platten Kopf erkennbar) deutlich konstatieren können, jedoch nur an einzelnen Individuen, während andere ebenso bestimmt eine solche Rotation vermissen ließen. Auch die Rotation halte ich (wie die Oszillation) für Folge eines Widerstandes gegen die Progressivbewegung, die, dem Zwecke des Spermatozoids entsprechend, in diesem Falle in eine bohrende Bewegung übergeht.

Bei Betrachtung eines frischen Spermpräparates gewinnt man den Eindruck, als ob im ganzen Gesichtsfelde des Mikroskopes eine rhythmische Bewegung erfolge, mit etwa 10 Oszillationen pro Sekunde. Da dieser Rhythmus in dem Bewegungstempo der Samenfäden nicht wohl begründet sein kann und auch bei Betrachtung anderer Präparate mit schnellen Bewegungen erscheint, halte ich ihn für etwas rein Subjektives, in der Funktion des Auges Begründetes.

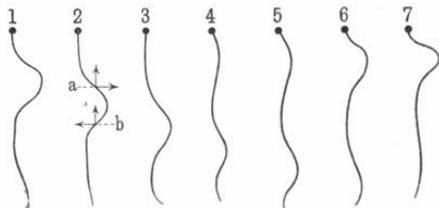
Über die für die Befruchtungslehre wichtigen Beobachtungen v. Dünngerns³⁾ über die Bewegungserscheinungen an tierischem Sperma vergleiche unten S. 56.

Die Geschwindigkeit des einzelnen Schwanzschlages bei noch nicht abgeschwächter Bewegung schätzt Hensen auf weniger als $\frac{1}{4}$ Sekunde, was mir nach meinen Beobachtungen zutreffend erscheint.

Die Geschwindigkeit der Lokomotion gibt Lott⁴⁾ zu 0,06 mm in der Sekunde, 3,6 mm in der Minute an. Beim Kaninchen fand Bischoff das Sperma 9 bis 10 Stunden nach dem Coitus auf dem Ovarium, was mit der Lottschen Angabe wohl in Einklang zu bringen ist.

Die Art, wie das Sperma zum Ei gelangt, wird weiter unten noch zu erörtern sein. Hier sei nur erwähnt, daß jedenfalls die Flimmerbewegung im

Fig. 13.



Schema der Schängelbewegung eines Samenfadens.

¹⁾ Verhandl. d. physik.-med. Gesellsch. Würzburg, N. F., 6. — ²⁾ Arch. f. mikrosk. Anat. 12 und 23. — ³⁾ Zeitschr. f. allgem. Physiol. 1 (1901) und Zentralbl. f. Physiol. 15 (1901). — ⁴⁾ Anat. u. Physiol. des Cervix uteri, Erlangen 1871.

Uterus und Eileiter nicht die Beförderung des Samens besorgen kann, da sie in umgekehrter Richtung wirkt, der Samenbewegung entgegen. Es bleibt somit nur die Möglichkeit der Fortbewegung durch Peristaltik oder durch die Eigenbewegung des Sperma.

Die Samenfäden reagieren positiv chemotaktisch auf den Cervicalsehim (Chrobak¹⁾, wie sich auch im mikroskopischen Präparat zeigen läßt (Seligmann²⁾. Gegen den sauren Vaginalsehim scheint negative Chemotaxis zu bestehen. Massant³⁾ hat bei den Samenfäden des Frosches chemotaktische Reaktionen nicht nachweisen können. Die wichtigsten Versuche auf diesem Gebiete sind diejenigen O. Löws⁴⁾, die die chemotaktische Wirkung des Uterus- und Tubenschleims deutlich erwiesen und auch stärker erscheinen ließen als die Chemotaxis in reinem Alkali gleicher Konzentration. Die neuen Versuche von Schücking⁵⁾ an Echinodermeneiern und -spermien bieten zwar an und für sich nicht unerhebliches physiologisches Interesse, doch sind die Verhältnisse bei diesen Tieren allzu verschieden von den beim Menschen bestehenden, als daß hier mehr als ein flüchtiger Hinweis auf jene Versuche am Platze wäre.

d) Die Widerstandsfähigkeit der Samenfäden gegen physikalische und chemische Einwirkungen⁶⁾.

Unter geeigneten Umständen haben die Samenfäden noch außerhalb des männlichen Organismus eine Lebensdauer von mehreren Wochen. Ahlfeld⁷⁾ hat sie bei Körpertemperatur im Brutschrank acht Tage lebend und beweglich gesehen, Hausmann⁸⁾ ebenso lange in den Genitalien des Weibes, Dührssen⁹⁾ hier gar dreieinhalb Wochen lang.

Bei Tieren ist die Haltbarkeit des Samens zum Teil noch wesentlich größer; im *Receptaculum seminis* der Bienenkönigin bleibt der Same jahrelang lebendig, im Uterus der Fledermaus den ganzen Winter hindurch.

Im Wasser erlischt die Bewegung der Samenfäden, und es tritt die „ösenartige Einrollung“ des Schwanzes ein (siehe Fig. 10 c auf S. 50). Auch saure Flüssigkeiten hemmen die Bewegung. Schwach alkalische Flüssigkeiten von geeigneter osmotischer Spannung begünstigen und erhöhen dagegen die Beweglichkeit, können auch (ebenso wie Zucker-, Salz- und Harnstofflösungen) die wasserstarr gewordenen Fäden wieder erwecken. Stärkere Alkalien, wie auch die stärkeren Lösungen sonst indifferenten Substanzen (Harnstoff, Zucker, Chlornatrium) hemmen, ganz schwache ebenfalls, und nur bei einer für jede Substanz charakteristischen mittleren Konzentration sind sie unschädlich. Die Spermien sind also wie die übrigen Körperzellen auf eine andere osmotische Spannung eingestellt als die im Wasser frei lebenden Protisten.

Narkotica in geringer Menge lähmen vorübergehend, stärkere dauernd.

¹⁾ Wiener klin. Wochenschr. Nr. 51, 1901. — ²⁾ Zentralbl. f. Gynäkol., Jahrg. 20. — ³⁾ Bull. de l'Acad. scienc. Belge 15, S. 750. — ⁴⁾ Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 111 (1902). — ⁵⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 97, 58, 1903. — ⁶⁾ Vgl. Engelmann, Jenaische Zeitschr. f. Med. und Naturkunde 4, 321. Ankermann, De motu et evolutione usw. Inaug.-Dissert. Regiomont. 1854. Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. 7, 181, 1856. — ⁷⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1880. — ⁸⁾ Über das Verhalten der Samenfäden, Berlin 1879. — ⁹⁾ Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Geburtshilfe und Gynäk., Berlin 1893.

Über den Einfluß verschiedener Temperaturen berichten Mantegazza¹⁾ und Engelmann²⁾. Ein Optimum für die Beweglichkeit liegt bei 35° (Engelmann). Die obere Grenze, bei der das Leben der Fäden wenigstens noch einige Zeit bestehen bleiben kann, ist 43 bis 44°, letztere Zahl nach Mantegazza für menschliches Sperma gültig. Nach demselben Autor kann bei 0° aufbewahrter Same noch nach sechs Tagen wenigstens teilweise wieder belebt werden; selbst Einfrieren bei — 15° soll die Wiederbelebung nicht ausschließen.

Ozon wirkt nach Abraham³⁾ in hohem Grade schädlich, indem es bei den in indifferenten Lösungen befindlichen Samenfäden den Kopf zur Aufblähung bringt.

e) Das Verhalten der Samenfäden bei dem Befruchtungsakt.

Die Befruchtung erfolgt in der Weise, daß ein Samenfaden in das Ei eindringt. Beim Menschen geschieht dies sehr wahrscheinlich meistens während der Wanderung des Eies durch den Eileiter. Im einzelnen sind die Vorgänge, die sich zwischen der Einführung des Samens in die weiblichen Genitalien und der Vereinigung der männlichen und weiblichen Keimzellen, dem eigentlichen Befruchtungsakte, abspielen, noch so gut wie ganz unaufgeklärt.

Die Hauptmasse des Samens wird in die Vagina entleert und geht dort infolge der Einwirkung des sauren Schleimes bald zugrunde. Die früher wohl geäußerte Vermutung, das *Orificium externum urethrae* würde beim Coitus auf den äußeren Muttermund gepreßt und das Sperma so direkt in das *Cavum uteri* gespritzt, entbehrt jeder Begründung durch Beobachtungen. Viel mehr Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, daß während der sexuellen Erregung aus dem Muttermunde zäher elastischer Schleim hervortrete, in den zahlreiche Spermien eindringen, um dann in diesem ihre Beweglichkeit begünstigenden Medium den *Cervix uteri* zu passieren. Auch könnte bei der von Frauenärzten behaupteten nachherigen Zurückziehung des Cervixschleimes in den Uterushals eine große Menge Samenfäden gleichzeitig in den Uterus hineinbefördert werden.

Schwieriger ist die Weiterbewegung des Samens zu verstehen. Der Flimmerstrom des Epithels sowohl im Uterus wie in den Tuben geht gegen den Muttermund hin, kann also die Samenfäden sicherlich nicht nach oben zu bewegen. Dagegen wäre es leicht möglich, daß der Flimmerstrom indirekt von Bedeutung ist, indem er die Samenfäden anregt, gegen den Strom zu schwimmen. Daß eine solche „Rheotaxis“ der Samenfäden wahrscheinlicher ist, als positive Chemotaxis zum Ei, darauf hat Verworn⁴⁾ hingewiesen; die Spermien wandern auch aufwärts, wenn noch kein Ei aus dem Eierstock ausgetreten ist. Roth⁵⁾ konnte auch in der Tat sowohl bei Bakterien wie bei Samenfäden positive Rheotaxis nachweisen.

Wenn, wie wohl kaum zu bezweifeln ist, die Auffassung zutreffend ist, daß die Befruchtung meistens im Eileiter erfolgt, kann man nicht umhin, einen Richtungsreiz anzunehmen, der die Samenfäden veranlaßt, in das uterine Tubenende einzudringen. Rheotaxis ist hierfür noch am annehmbarsten.

¹⁾ Gazz. med. ital. Lombard. (5), 5 (1886). — ²⁾ Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss. 4, 321. — ³⁾ Onderzoek. physiol. Labor. Utrecht (3) 3, 389. — ⁴⁾ Allgemeine Physiol., 2. Aufl. 1897, S. 450. — ⁵⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1893, Nr. 15.

Weniger bestimmt kann behauptet werden, daß es ein Richtungsreiz sei, der das in die Nähe eines Eies gelangte Spermatozoon zum Eindringen in dieses veranlaßt. Pflanzenphysiologische Erfahrungen über Chemotaxis der Samenzellen liegen ja allerdings in nicht geringer Zahl und gut beglaubigt vor, vor allem vonseiten Pfeffers¹⁾. Pfeffer gelang es auch, bestimmte chemisch wohl definierte Substanzen als Ursachen dieser Chemotaxis zu ermitteln (Apfelsäure, Zucker).

Für die tierischen Samenfäden sind entsprechende Reaktionen nicht mit hinreichender Sicherheit ermittelt, abgesehen von der oben erwähnten positiven Chemotaxis gegen den alkalischen Cervical- und Tubenschleim, die nicht einmal das Einwandern der Spermien aus dem Uterus in die Tuben erklären. Der Schluß, daß die Spermien überhaupt nicht durch Chemotaxis gegen das Ei zur Befruchtung gebracht werden, wäre natürlich verfrüht. Gewisse sogleich zu erwähnende Beobachtungen v. Dungerns²⁾ weisen doch auf eine Beeinflussung der Samenfäden durch Eisubstanzen hin, die freilich nicht als einfache chemotaktische bezeichnet werden kann.

Bei Tieren, die wie die Seeigel und Seesterne Eier und Samen ins Wasser entleeren, muß eine Schutzvorrichtung gegen das Eindringen fremder Samenfäden in das Ei angenommen werden, da sonst Bastardbildungen alltäglich wären, wenn Seesterne und Seeigel im gleichen Behälter gehalten werden. Tatsächlich geschieht das aber nicht, sondern es besteht eine „Spezifität der Befruchtung“, deren Wesen v. Dungern (l. c.) näher untersucht hat; v. Dungern führt diese Erscheinung auf die Immunisierungserscheinungen zurück.

In Seesterneiern finden sich hitzebeständige Substanzen, die schon in geringer Dosis Seeigelspermien töten, für Seesternspermien aber unschädlich sind. Das umgekehrte Verhältnis besteht jedoch nicht, und so würde es zwar wohl verständlich, warum Seesternspermien nicht in Seeigeleier eindringen können, nicht aber, warum die Seeigelspermien außerstande sind, in Seesterneier sich einzubohren, die doch keine für sie tödlichen Stoffe enthalten. Anlockende Substanzen in den Eiern konnte v. Dungern so wenig finden, wie Buller³⁾. Dagegen fand v. Dungern sowohl in Eiern der Seesterne wie der Seeigel „agglutinierende“ Stoffe, die ein Zusammenbacken der Samenfäden untereinander und mit der Gallerthülle bewirken, wenn es sich um Samen der anderen Art handelt. Für die Säugetierphysiologie kommen diese Dinge infolge der durch die innere Begattung veränderten Bedingungen kaum in Betracht.

Die folgenden Beobachtungen sind dagegen auch im Hinblick auf die Säugerphysiologie beachtenswert.

v. Dungern beschreibt (freilich in nicht ganz klarer Weise) modifizierende Einwirkung von chemischen und mechanischen Reizen auf die Lokomotionsweise der Samenfäden; alle Reize, die von einem festen Körper ausgehen, an den der Samenfaden mit dem Kopf anstößt, wirken nach v. Dungern so, daß es dem Samenfaden unmöglich gemacht wird, sich senkrecht gegen die Oberfläche des festen Körpers (des Eies) zu stellen. Das Spermatozoon gleitet vielmehr stets seitlich ab. Andererseits haben

¹⁾ Untersuchungen aus dem bot. Institut. Tübingen 1 und 2. — ²⁾ Zentralbl. f. Physiol. 1901, Nr. 1 und Zeitschr. f. allgem. Physiol. 1, 1, 1901. — ³⁾ Report of Brit. Assoc. 1900, 387.

Substanzen, die den Erregungszustand herabsetzen, die Wirkung, eine mehr geradlinige Bewegung anstatt der schraubenförmigen eintreten zu lassen, bzw. bei Berührung mit einem festen Körper den Kopf senkrecht gegen diesen zu stellen. Im letzteren Falle sind also die für das Einbohren des Spermatozoons in das Ei günstigsten Bedingungen gegeben.

Ob derartige Beobachtungen das Zustandekommen der Befruchtung genügend erklären, kann bezweifelt werden. Immerhin muß bedacht werden, daß für die Samenfäden, die einmal im Uterus oder in der Tube sind, das Ei normalerweise der einzige größere feste Körper ist, auf den sie treffen. Die Wandungen sind alle mit Flimmerzellen bekleidet, die den Ansturm der Spermien wohl abschlagen würden, auch wenn sie nicht, wie zu vermuten, durch eine Schicht zähen Schleimes schon davor geschützt bleiben sollten. Nimmt man nun noch hinzu, daß das reife Ei höchstwahrscheinlich dem Eindringen des ersten Spermatozoons keinen besonderen Widerstand entgegensetzt, es vielleicht sogar begünstigt, so erscheint es nicht mehr so wunderbar, daß der Samenfaden, nachdem er einmal an den richtigen Platz gelangt ist, vermittelst der beschriebenen Eigentümlichkeiten seiner Bewegungen und Reaktionen die Befruchtung wirklich besorgt.

II. Die accessorischen Drüsen des männlichen Genitalapparates und ihre Sekrete.

1. Die Funktionen der Samenblasen.

Die Samenblasen stellen schlauchartige Anhänge des *Ductus deferens* dar, 10 bis 12 cm lang und 6 bis 7 cm dick. Der Schlauch ist in mehrfachen Windungen zusammengelegt, so daß die Gesamtlänge des von einer Bindegewebshülle umschlossenen Organs nur 6 bis 8 cm beträgt. Von dem Hauptschlauch gehen Divertikel von sehr wechselnder Zahl und Länge aus. Die Samenblasen münden mit einem ganz kurzen Endstück in den Samenleiter hinter (unterhalb) dessen ampullenförmiger Erweiterung (Fig. 14).

Die Wand der Samenblasen besteht außer aus dem Bindegewebe und spärlicher glatter Muskulatur aus einem Epithel, das sehr verschieden beschrieben wird und offenbar je nach dem Tätigkeitszustande zwischen Plattenepithel- und Zylinderepithelformen schwankt.

Bei Tieren ist Veränderung des Epithels durch die Begattung und die Reizung des sekretorischen Nerven beobachtet worden (Stilling¹⁾, Akutsu²⁾). Die Zellen sind in der Ruhe größer und plasmareicher als im Tätigkeitszustande.

Vielumstritten ist die Frage, ob die sog. Samenblasen als Behälter für den aus den Hoden zugeführten Samen („*Receptaculum seminis*“) funktionieren, oder ob ihre Bedeutung nur in der Bildung eines Sekretes liegt, das dem Samen beigemischt wird. Als eindeutig entschieden kann die Frage auch heute noch nicht gelten, doch wird neuerdings die sekretorische Funktion allgemein in den Vordergrund gestellt.

Auffallend sind die großen Verschiedenheiten in der Lage, Größe und den sonstigen Eigenschaften der Samenblasen bei verschiedenen Tieren.

¹⁾ Virchows Arch. 98 (1884). — ²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 96, 1903.

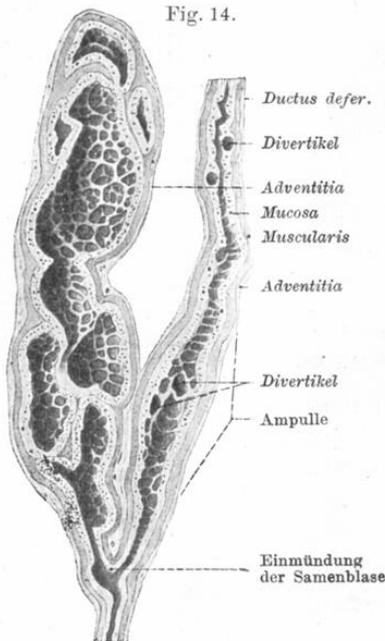
Bei den Schnabeltieren, Beuteltieren, Walen, Raubtieren und unter den Insektenfressern beim Maulwurf fehlen sie ganz, bei den Nagern dagegen und beim Igel sind sie stark entwickelt. Nicht überall münden sie in den Samenleiter, sondern bei einzelnen Familien in den *Sinus urogenitalis*. Näheres siehe bei Oudemans¹⁾, Rehfisch²⁾, Disselhorst³⁾ und Steinach⁴⁾.

Auch das Sekret des Samenblasenepithels ist bei den einzelnen Ordnungen verschieden.

Beim Menschen enthalten sie ein zähklebriges gelbliches Sekret, das nach Fürbringer⁵⁾ im Ejakulat in Form gequollener Sagokörner erscheint, die sich

bei der alsbald eintretenden Verflüssigung des Samens auflösen. Sie sollen in der Hauptsache aus Globulinen bestehen.

Bei Nagetieren ist das Sekret noch zäher, beim Meerschweinchen und Kaninchen breiig, weißlich trübe, nach der Ejakulation talgartig erstarrend (Leuckart⁶⁾. Landwehr⁷⁾ fand als Bedingung für die Gerinnung Berührung mit Blut und hielt das Koagulat für etwas dem Blutfibrin Ähnliches; Kalk konnte er jedoch nicht nachweisen. Nach Camus und Gley⁸⁾ ist zur Gerinnung die Berührung mit dem Prostatasekret notwendig; dieses enthält nach den genannten beiden Forschern ein Ferment, Vesiculase. Das Prostatasekret des Meerschweinchens kann auf 65 bis 69° erhitzt werden, ohne die Fähigkeit zu verlieren, den Samenblaseninhalt zur Gerinnung zu bringen. Bei 70° verliert es diese Wirksamkeit. Im Vakuum eingetrocknet kann aber der Prostata-saft über 100° erhitzt werden, ohne die Gerinnung erzeugende Wirkung zu verlieren⁹⁾.



Linker Ductus deferens mit Ampulle und linker Samenblase (nach Eberth). Frontalschnitt. Rückenansicht der vorderen Schnittfläche. Natürliche Größe.

Das Prostatasekret des Meerschweinchens bringt auch Samenblasensekret von Ratte und Maus zum Gerinnen und umgekehrt. Auf Blut oder Milch übt das Sekret nicht die entsprechende Wirkung; andererseits läßt weder Blut noch Fibrinferment das Samenblasensekret erstarren; die üblichen gerinnungshemmenden Mittel, wie Oxalate, Fluoride, Blutegelextrakt und Pepton, haben keinen Einfluß auf die Gerinnung des Samenblaseninhalts.

Daraus schließen Camus und Gley, daß hier eine ganz spezifische Wirkung nach dem Prinzip der Fermentwirkung vorliegt.

¹⁾ Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugetiere. Haarlem 1892. —

²⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1899, Nr. 16. — ³⁾ Die accessorischen Geschlechts-

drüsen der Wirbeltiere, Wiesbaden 1897. — ⁴⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 56 (1894). —

⁵⁾ Nothnagels Pathol. und Therapie 19, Teil 3. — ⁶⁾ Wagners Handwb. d. Physiol.

4, 900, 1853. — ⁷⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 33. — ⁸⁾ Compt. rend. Acad. scienc.

Paris 123, 194. — ⁹⁾ Compt. rend. de soc. biol. 1897.

In mancher Hinsicht ähnlich, doch im einzelnen abweichend sind die Gerinnungserscheinungen, die bei dem Nager *Myopotamus coypus* und beim Igel im Samenblaseninhalte bei Gegenwart von Prostatasekret beobachtet wurden (Camus und Gley¹⁾. Die Erfahrungen bei *Myopotamus* sprechen jedoch nicht für die Gegenwart eines echten Ferments.

Die Samenblasen erhalten motorische und sekretorische Innervation. Der motorische Nerv, der die Entleerung bewirkt, entstammt dem *N. hypogastricus* (Langley²⁾.

Mislawski und Bormann³⁾ sahen bei ihren Reizungen dieses Nerven zum Zweck der Untersuchung der Prostata beim Hunde Samen in die Urethra treten, was sie auf Entleerung der Samenblasen beziehen. Da nach allen anderen Angaben dem Hunde die Samenblasen fehlen, dürfte es sich um Entleerung von Sperma aus dem *Ductus deferens* gehandelt haben.

Über die physiologische Bedeutung des Sekretes der Samenblasen kann zurzeit nur das bestimmt ausgesagt werden, daß sie sicherlich bei verschiedenen Tieren verschieden ist. Als sehr wahrscheinlich kann bezeichnet werden, daß bei den Nagetieren das unter der Einwirkung des beigemischten Prostatasekretes schnell erstarrende und reichliche Sekret dazu dient, einen festen Pfropf zu bilden, der nach dem Coitus die Vagina verschließt und das Ausfließen des Samens verhindert (Leuckart⁴⁾. In Korrelation hiermit steht die Tatsache, daß der Coitus bei diesen Tieren sehr viel schneller beendet ist als bei anderen Tieren, bei denen der gleiche Zweck durch lange dauernde *Immissio penis* erreicht wird.

Wenn die Bedeutung des Samenblasensekrets bei anderen Tieren und dem Menschen häufig als die der „Verdünnung“ des Sperma bezeichnet wird, so muß diese Angabe wohl dahin genauer bestimmt werden, daß es sich hauptsächlich darum handelt, dem Sperma größeres Volumen zu geben, damit die Ejakulation normal eintreten kann. Daß „Verdünnung“ des Samens durch das Sekret notwendig wäre, um dieses funktionsfähig zu machen, ist nicht erwiesen und nicht wahrscheinlich.

Tarchanoff⁵⁾ hatte angenommen, die Füllung der Samenblasen mit Samen zur Zeit der Brunst löse den Geschlechtstrieb und im speziellen den Klammerreflex des brünstigen Männchens aus; Eröffnung und Entleerung der Samenblasen und ebenso deren Exstirpation sollte nach Tarchanoff den Geschlechtstrieb aufheben und den Klammerreflex vernichten. Steinach⁶⁾ hat diese Angaben indessen nicht bestätigen können, fand vielmehr Tatsachen, die mit der Anschauung Tarchanoffs nicht vereinbar sind. Wichtig ist zunächst, daß die Wasserfrösche überhaupt keine Samenblasen haben. Bei den Grasfröschen (mit denen Tarchanoff experimentiert hatte) tritt nach Steinachs Erfahrungen der Trieb zur Umklammerung häufig mehrere Tage vor der Füllung der Samenblasen auf, so daß also nicht wohl an die Erregung ihrer zentripetalen Nerven als Ursache des Klammerreflexes zu denken ist. Wenn Steinach die Samenblasen vor oder während der Brunst (auch während der dadurch nicht immer unterbrochenen Umklamme-

¹⁾ Compt. rend. de soc. biol. 1900 und Compt. rend. Acad. Scienc. Paris 128. —

²⁾ Journ. of Physiol. 12 (1891). Langley und Anderson, ebenda 19, 1895/96. —

³⁾ Zentralbl. f. Physiol. 12, 181, 1898. — ⁴⁾ l. c. S. 900. — ⁵⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 40, 330, 1887. — ⁶⁾ Ebenda 56, 304, 1894.

rung) extirpierte, wurde im allgemeinen der Geschlechtstrieb nicht vernichtet, selbst die vom Weibchen abgenommenen Männchen umklammerten von neuem.

Auch weiße Ratten hatten den Geschlechtstrieb nicht verloren, wenn nach Extirpation der Samenblasen die Operationswunde verheilt war, sie besprangen vielmehr die Weibchen aufs eifrigste. Bei der weiteren Beobachtung der der Samenblasen beraubten Tiere stellte sich aber heraus, daß die operierten Männchen bei weitem weniger günstige Befruchtungsergebnisse erzielten als intakte. Immerhin ist die Schädigung nicht so stark, wie wenn zugleich die Prostata entfernt wurde.

Camus und Gley¹⁾ fanden ebenfalls nach Samenblasenextirpation die Begattungsfähigkeit zwar erhalten, die Fruchtbarkeit aber deutlich vermindert. Dafür, daß das Sekret für die Befruchtung entbehrlich ist, sprechen auch die erfolgreichen Befruchtungsversuche Iwanoffs²⁾ an Hunden mit Sperma, das dem Nebenhoden entnommen war.

Lode³⁾ ging bei seinen Versuchen von dem Gedanken aus, daß, wenn die Samenblasen nur Reservoir für Hodensekret wären, einseitige Kastration zur Atrophie der betreffenden Samenblase führen müsse. Da nun eine solche (beim Meerschweinchen) nicht zu beobachten ist, die Blasen vielmehr gleichmäßig gefüllt gefunden werden, schließt Lode auf Bildung des Inhaltes in den Samenblasen selbst. Beiderseitige Kastration führt beim Rind, Pferd und Meerschweinchen zu starker Rückbildung der Blasen (sie sind beispielsweise beim Stier 24 cm, beim Ochsen 7 bis 8 cm lang). Das drüsige Epithel atrophiert, das Bindegewebe wird hyperplastisch.

Diese Erfahrungen stimmen gut zu den älteren von Gruber⁴⁾ und Pelikan⁵⁾, wonach bei kastrierten Menschen (den Skopzen in Rußland) die Drüsen atrophisch und mit schleimiger Flüssigkeit gefüllt gefunden wurden.

Rehfish⁶⁾ erklärt auf Grund seiner Beobachtungen an Tieren und Menschen die Samenblasen sowohl für secernierende Organe als auch für Samenreservoirs. Bei Injektion verschiedener Flüssigkeiten in den *Ductus deferens* sah er, wie schon Regner de Graaf, die Samenblasen sich füllen, ehe ein Tropfen in die Harnröhre trat. Beim Menschen fand Rehfish, wenn er *per rectum* auf die Samenblase drückte, nachher Sperma entweder im nächstentleerten Harn, oder er sah es direkt aus der Harnröhre austreten. Alle diese Versuche sind aber meines Erachtens nicht beweisend dafür, daß normalerweise alles durch den *Ductus deferens* kommende Sperma zunächst in die Samenblasen gelangen müsse und erst von diesen in den *Ductus ejaculatorius* getrieben werde. Ebensowenig entscheidend ist der Befund Fürbringers⁷⁾, der bei etwa 60 menschlichen Leichen fast regelmäßig Sperma in den Samenblasen konstatierte, und derjenige Kayzers⁸⁾, der ebenfalls bei sieben Männern Samenfäden vorfand. Es fehlt der Beweis, daß sie schon *intra vitam* eingedrungen sind. Bei der Agonie eintretende Kontraktionen

¹⁾ Compt. rend. Soc. de Biol. 1897, p. 787. — ²⁾ Journ. de physiol. 2, 95. —

³⁾ Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 104 (1895). —

⁴⁾ Müllers Arch. 1847, S. 463. — ⁵⁾ Gerichtl.-mediz. Unters. über d. Skopzentum in Rußland. Gießen 1876. — ⁶⁾ Deutsch. med. Wochenschr. 1896, Nr. 16. — ⁷⁾ Nothnagels Pathol. und Therap. 19, Teil 3. — ⁸⁾ Untersuchungen über die Bedeutung der Samenblasen. Inaug.-Diss. Berlin 1889.

des *Ductus deferens* könnten den Inhalt in die nachgiebigen Blasen hineingetrieben haben. Mir scheint auf derartige namentlich die Angabe Fürbringers hinzuweisen, daß das eingedrungene Hodensekret sich gegen das eigene Sekret der Samenblasen mit deutlicher Grenze absetze.

Exner¹⁾ hat die Hypothese aufgestellt, die Samenblasen dienen (neben anderen Zwecken) auch als Resorptionsstätten für Samen, der nicht entleert wird.

Neben manchem, was für die Richtigkeit dieser Hypothese Exners spricht, drängen sich doch auch einige Bedenken auf. Exner schließt aus dem Ausbleiben oder Seltenerwerden der Pollutionen in späteren Lebensjahren, es müsse der Samen, der vom Hoden gebildet wird, auf andere Weise beseitigt werden, und denkt daher an die erwähnte Resorption in den Samenblasen. Aus den Untersuchungen Lodes geht nun aber hervor, daß nach längerer Abstinenz das erste Ejakulat relativ sehr wenig Samenfäden enthält, während nach mäßigem Geschlechtsverkehr deren Menge bedeutend steigt. Unter diesen Umständen erscheint es wenigstens als möglich, daß bei mangelndem Bedarf an Sperma dessen Übertritt aus dem Hoden in den Samenleiter auch sehr träge ist und infolgedessen keine Resorption überschüssigen Materials in Betracht kommt.

Außerdem müßte, wenn die nicht gebrauchten Samenfäden unter physiologischen Bedingungen in den Samenblasen zugrunde gingen, deren Sekret für sie auflösende oder zum mindesten schädigende Eigenschaft haben, die sich schlecht mit der doch als regulär angenommenen Beimischung des Sekrets zum Ejakulat in Einklang bringen ließe.

Fassen wir das bisher Festgestellte zusammen, so müssen wir zunächst unbedingt darauf verzichten, die Samenblasen und ihr Sekret bei den verschiedenen Tierklassen als funktionell ganz gleichwertige Gebilde aufzufassen. Wo das Sekret, wie bei den Nagetieren, zu einem die Scheide verschließenden und den Rückfluß des Samens verhindernden Pfropf erstarrt, wird hierin eine der wesentlichen Funktionen des Samenblasensekretes zu sehen sein. Beim Menschen, wie auch in den übrigen Fällen, wo solche vollständige Gerinnung nicht in Betracht kommt, dürfte immerhin das Zäh- und Gallertigwerden des Samens durch die Beimengung nicht unwesentlich sein; hier wird zugleich die Erhöhung der Ejakulatmasse wichtig sein. Daß die Samenblasen als Behälter dienen, in denen eine größere Menge Sperma zur Ejakulation bereit gehalten wird, scheint mir nach den vorliegenden Erfahrungen auszuschließen zu sein. Daß sie als Resorptionsstätte für nicht verbrauchtes Sperma dienen, halte ich zum mindesten für nicht sehr wahrscheinlich.

Als höchst wahrscheinlich kann es bezeichnet werden, daß das Sekret beim Menschen ebenso wie nach den oben erwähnten Erfahrungen von Steinach, Camus und Gley, Iwanoff an Tieren auch für die *Potentia coeundi* bedeutungslos ist, während es zurzeit noch als ganz unsicher gelten muß, ob es für die *Potentia generandi* beim Menschen wichtig ist.

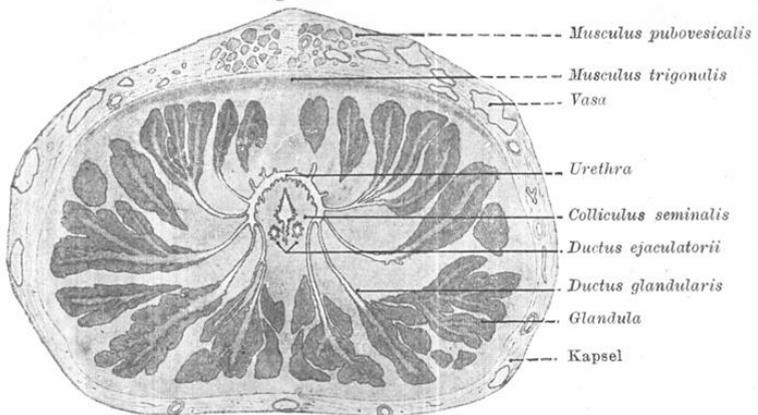
2. Die Funktionen der Prostata.

Die Prostata ist beim erwachsenen Menschen ein kompaktes Gebilde etwa von der Größe und Form einer Kastanie. Durch ihren vordersten Teil tritt die Harnröhre mit ihrer *Pars prostatica* hindurch, und von hinten oben münden die beiden Samenleiter, das Gewebe der Prostata durchsetzend in die Harnröhre ein (Fig. 15).

¹⁾ l. c. S. 234.

Der Hauptbestandteil der Prostata ($\frac{5}{6}$ des Gesamtvolums nach Walker¹⁾ wird von Drüsensubstanz gebildet, die aus 30 bis 50 Läppchen besteht. Die Drüsen sind schlauchförmig mit alveolären Anhängen. Ihre Ausführungsgänge, in der Zahl von 15 bis 32 münden auf dem *Colliculus seminalis*, in der Richtung gegen die Mündung der *Ductus ejaculatorii*. Fig. 15 gibt

Fig. 15.



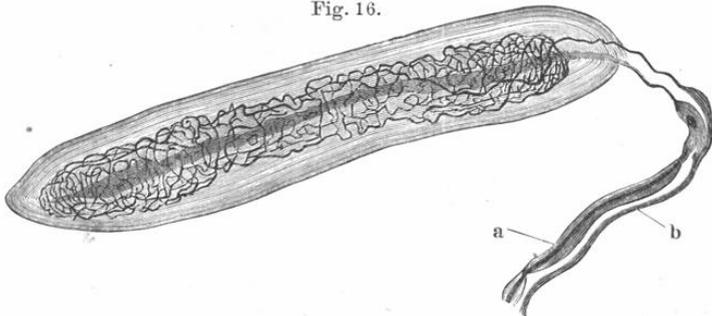
Querschnitt durch die Prostata des Hundes mit *Colliculus seminalis*, *Utriculus prostaticus* und den *Ductus ejaculatorii* (nach Eberth).

Formalkohol, Paraffin, Hämatoxylin-Eosin, Kanada. Vergrößerung 5.

die Anordnung der Drüsenschläuche auf einem Querschnitt durch die Prostata des Hundes wieder, die derjenigen des Menschen ähnlich ist.

In den oft blasenförmig erweiterten Drüsen des Erwachsenen finden sich sehr häufig rundliche Einlagerungen, die amyloidähnliche Reaktionen

Fig. 16.



Eingekapselter Nervendapparat aus der äußeren Bindegewebshülle der Prostata eines Hundes (nach Timofeev).

a dicke markhaltige Nervenfaser, die in den terminalen bandförmigen Achsencylinder ausläuft; b dünnere markhaltige Nervenfaser, welche den terminalen Fadenapparat bildet.

geben (daher die Bezeichnung „Amyloidkörper“) und nicht selten durch Kalkeinlagerung in sogenannte „Prostatasteine“ übergehen. Sie werden über 1 mm groß und können mit dem Sekret abgehen. Zwischen den Drüsenschläuchen liegt eine ansehnliche glatte Muskulatur, ferner reichliche Lymphgefäße, Blutgefäße und Nerven. Die letzteren, mit Ganglien-

¹⁾ Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1899.

zellen durchsetzt, gehören zu dem sympathischen Geflecht, das die *Arteria hypogastrica* begleitet.

Die Kenntnis der Endorgane dieser Nerven verdanken wir Timofeew¹⁾. An den Drüsen finden sich freie Nervenendigungen, zwischen den Drüsen und in der Schleimhaut Endkolben mit geschichteter Kapsel und eingelagerten Kernen. Eine neue Art von Kolben fand Timofeew ebenfalls in der Prostata (Fig. 16); sie stehen mit zwei Nervenfasern in Verbindung, deren eine in einem axialen Kolben endigt, welcher von einem Gewirr der anderen umspannen wird.

Die Prostata ist bei den meisten Säugetieren vorhanden, sie fehlt den Monotremen, Marsupialiern, Edentaten und Cetaceen, doch sind hier mehr zerstreut gelegene Drüsenschläuche vorhanden, die wahrscheinlich dieselbe Funktion haben.

Die verschiedene Entwicklung der Prostata in den verschiedenen Altersstadien weist deutlich auf ihre Beziehung zur Geschlechtstätigkeit hin. Sie entwickelt sich mit der Pubertät stärker, bleibt in der Entwicklung zurück, wenn Kastration in der Jugend vorgenommen wurde. Auch im geschlechtsreifen Alter kann durch Kastration die Prostata noch zur Rückbildung gebracht werden. Dabei atrophiert hauptsächlich der drüsige Teil.

Im Greisenalter kann die Prostata sowohl atrophieren wie hypertrophieren. Beiderlei Prozesse können sehr verschiedene Ursache haben. Insbesondere gibt es eine Hypertrophie des Drüsengewebes, des Muskel- und des Bindegewebes, endlich auch eine Vergrößerung der Drüse durch Anhäufung von verhärtetem Sekret in den erweiterten Drüsenschläuchen. Die rein drüsige Hypertrophie (die wie die anderen Formen durch Störungen der Harnentleerung lästig werden kann) geht nach Kastration bedeutend zurück, so daß Heilung erzielt werden kann. Zwischen der senilen Impotenz und der senilen Prostat hypertrophie scheint kein ursächlicher Zusammenhang zu bestehen, wohl aber zwischen der Entwicklungshemmung des Hodens und der Prostata (Griffiths²⁾).

Das Sekret der Prostata ist dünnflüssig, etwas milchig getrübt, schwach alkalisch (nur in der Leiche sauer, Poehl³⁾, nach Fürbringer⁴⁾ auch im Leben sauer), enthält Eiweißstoffe, aber kein Muin. Mit ihm entleeren sich zuweilen die Amyloidkörper.

Dem Prostatasekret verdankt der Samen seinen charakteristischen Geruch; er ist an die Gegenwart des Spermins oder von dessen basischen Salzen gebunden (Poehl³⁾), verschwindet bei Ansäuerung, auch bei dem Sauerwerden des Sekrets in der Leiche. Die Sperminkristalle treten erst in der Leiche auf (Fürbringer⁴⁾).

Das Sekret kann nach Fürbringer beim lebenden Menschen durch Druck auf die Prostata in die Harnröhre getrieben und zur Untersuchung gewonnen werden. Es wirkt auf die Bewegung der Samenfäden deutlich anregend, und zwar, wie es scheint, spezifisch, nicht nur als indifferentes Verdünnungsmittel. In größeren Mengen soll es schädigend wirken, was

¹⁾ Anatom. Anzeiger 9 (1894) und Inaug.-Dissert. Kasan 1896. — ²⁾ Journ. of Anat. and Physiol. 24 (1890). — ³⁾ Die physiol.-chem. Grundlage der Spermintheorie, Petersburg 1898. — ⁴⁾ Die Störungen der Geschlechtsfunktion des Mannes. Wien 1895 und Berliner klin. Wochenschr. 1886, S. 476.

aber möglicherweise nur auf Säurebildung beruht. Fürbringer fand die Samenfäden vor dem Zutritt des Prostatasaftes wenig beweglich, und erst danach in lebhaft wimmelnder Bewegung, während ich (wie Exner, l. c.) die Samenfäden auch schon im Nebenhoden lebhaft beweglich finde (Meerschweinchen).

Steinach (l. c.) fand die Samenfäden der Ratte viel länger beweglich, wenn er mit Prostatasaft vermengte Kochsalzlösung zusetzte, als wenn er bloß mit letzterer verdünnte. An Hundesperma machte Walker¹⁾ systematische Versuche, die folgendes ergaben:

1. Samen aus dem Hoden zeigten keine Bewegung.
2. Samen aus dem Nebenhodenkopf ebensowenig.
3. Samen aus dem Nebenhodenschwanz zeigte an den Stellen des Präparates, wo die Flüssigkeit dünn war, etwas Bewegung.
4. Samen aus dem Samenleiter ebenfalls nur da, wo die Flüssigkeit dünn war; in der überwiegenden Masse war die Konsistenz eine dickflüssige und Bewegung fehlte.
5. Ein Gemisch von Hodensamen mit Prostatasekret zeigte zwar deutliche, aber nicht lebhaft bewegliche Bewegung.
6. Gemisch von Nebenhodensamen mit Prostatasaft zeigte lebhaft bewegliche Bewegung.
7. Gemisch von Nebenhodensamen mit physiologischer Kochsalzlösung ebenfalls, jedoch nur an den Stellen, wo die Flüssigkeiten sich gut gemischt hatten.

Walker zieht aus seinen Beobachtungen den Schluß, daß das Prostatasekret hauptsächlich durch die Verdünnung anregend auf die Spermabewegung wirke. Die längere Dauer der Beweglichkeit der mit Prostatasaft gemischten Samenfäden in Steinachs Versuchen erklärt sich Walker durch die Gegenwart ernährender Substanzen im Prostatasaft.

Von Interesse ist eine Beobachtung Fürbringers²⁾ an einem Falle von Spermatorrhoe: der ohne Coitus abgehende Same enthielt sehr wenig bewegliche Spermien, während der im Coitus ergossene Same normal bewegliche Fäden enthielt. Fürbringer bezieht dies auf die bei normaler Ejakulation eintretende Beimengung von anregendem Prostatasekret, das in der spermatorrhoischen Entleerung gefehlt haben mag.

Die Innervation der Prostata ist eine doppelte, indem sie Fasern vom *Nervus erigens* und direkt vom *N. hypogastricus* erhält. Die ersteren scheinen rein motorisch zu sein, die letzteren sind motorisch und sekretorisch. Eckhard³⁾ sah bei Reizung des *N. erigens* beim Hunde Austreten des Sekretes in die Harnröhre, bei weiter fortgesetzten Reizungen indessen nicht mehr, so daß es sich offenbar um Entleerung des angesammelten Sekretes infolge der Muskelkontraktion handelt. Mislawsky und Bormann⁴⁾ kamen, ebenfalls an (curarisierten) Hunde arbeitend, zum gleichen Ergebnis und fanden außerdem, daß die vom *Ggl. mesentericum inferius* herkommenden *Nervi hypogastrici* sowohl auf die Muskulatur wie auf die Drüsenzellen wirken. Ihre Reizung ergibt also anhaltende Sekretion, und

¹⁾ Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1899 u. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1899. — ²⁾ Berliner klin. Wochenschr. 23 (1886). — ³⁾ Beiträge z. Anat. u. Physiologie 3 (1863). — ⁴⁾ Zentrabl. f. Physiol. 12, 181, 1898.

wenn sie einige Zeit gereizt worden waren, ist auch die *Erigens*-Reizung für einen Augenblick wieder wirksam. Der Sekretionsdruck beträgt 16 bis 18 mm Hg. Atropin macht die Reizung unwirksam, Pilocarpin erzeugt anhaltenden Sekretfluß. Wird in die Urethra eine Kanüle mit senkrechtem Steigrohr eingesetzt, so treibt *Hypogastricus*-Reizung das Sekret in dieser in die Höhe bis zum Überfließen, *Erigens*-Reizung dagegen treibt es nur für die Dauer der Reizung in die Höhe; ebenso wirkt *Hypogastricus*-Reizung nach Atropinvergiftung, ein Beweis dafür, daß auch dieser Nerv außer seinen sekretorischen Fasern motorische enthält, die zur Auspressung des Prostatasaftes führen.

Kompression der Bauchorta hebt die Sekretionsfähigkeit nicht auf. Reizung eines zentralen *Hypogastricus*-Stumpfes erzeugt reflektorische Sekretion der Drüse durch den Nerv der anderen Seite. Das Reflexzentrum liegt im *Ggl. mesentericum inferius*, da der beschriebene Erfolg auch eintritt, wenn dieses vom übrigen sympathischen System und vom Rückenmark abgetrennt ist.

In einzelnen Fällen, bei kleinen harten Drüsen, bleibt der Reizerfolg gänzlich aus.

Über die Frage der Beteiligung der Prostata bei der Ejakulation siehe unten S. 77.

3. Die Cowperschen Drüsen (*Glandulae bulbo-urethrales*).

Die sogenannten Cowperschen Drüsen sind erbsengroße Gebilde von tubulo-alveolärem Bau (wie die Prostata-drüsen). Sie liegen jederseits zwischen Prostata und Bulbus des Harnröhrenschwellkörpers und entleeren ihr Sekret durch je einen 3 bis 4 cm langen engen Gang in den cavernösen Teil der Urethra.

Glatte Muskelfasern umziehen die Drüsen, und diese sind außerdem zwischen die Bündel des quergestreiften *M. sphincter urogenitalis* eingeschoben, dessen Kontraktion sie drücken und ihren Inhalt entleeren muß.

Die Drüsenzellen sind vom *N. pudendus* innerviert.

Das Sekret der Cowperschen Drüsen und seine Bedeutung ist nicht genau bekannt. Wahrscheinlich ist es gleichartig und von gleicher Funktion wie das der kleinen alveolären Drüsen, die in der Harnröhrenschleimhaut verteilt sind (Littresche Drüsen¹). Man betrachtet wohl mit Recht die alkalische mucinreiche Flüssigkeit als ihre Absonderung, die am Schluß der Harnentleerung zuweilen aus der Urethra austritt, in reichlicherer Menge bei sexuellen Erregungen, die nicht bis zur Samenentleerung führen. Stilling²) vermutet, der alkalische Saft diene zur Beseitigung der nach der Harnentleerung zurückbleibenden sauren Reaktion, die bekanntlich für die Samen-fäden schädlich ist.

Daß die Cowperschen Drüsen nur im Dienste der Sexualtätigkeit funktionieren, ist deshalb nicht recht wahrscheinlich, weil sie bei Eunuchen von gewöhnlicher Größe sein sollen. Hugier³) gibt indessen Vergrößerung der Drüsen zur Pubertätszeit an, Schneidemühl⁴) Atrophie bei kastrierten

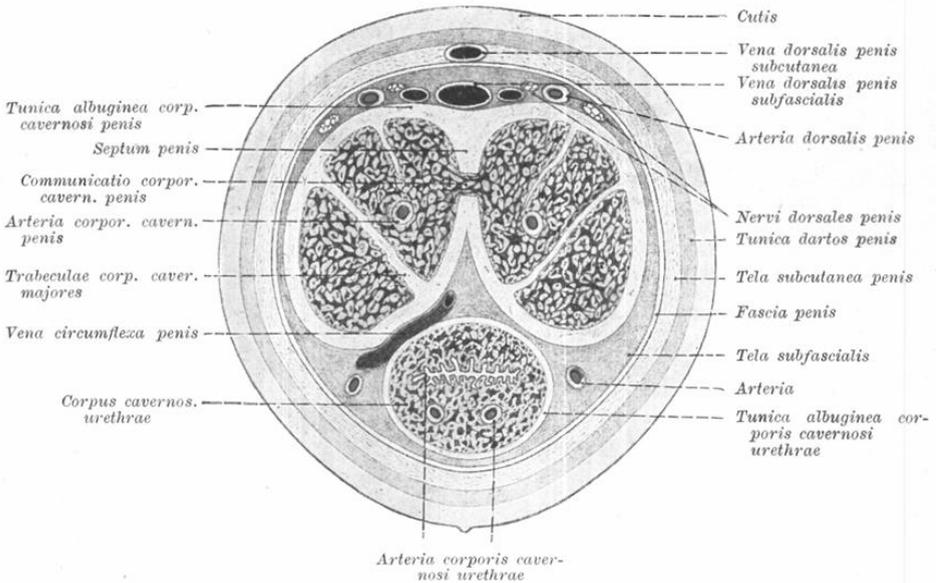
¹) Description de l'urèthre de l'homme. Mém. acad. roy. Paris 1700 (1703). — ²) Virchows Arch. 100 (1885). — ³) Annal. scienc. nat. 1850. — ⁴) Vergleich. anat. Untersuchungen über d. feineren Bau der Cowperschen Drüse. Inaug.-Dissert. Erlangen 1883.

Tieren, und Stilling (l. c.) beschreibt genau die Veränderungen des histiologischen Bildes der Drüsen bei längerer Abstinenz und nach dem Coitus. Danach kann zum mindesten das als sichergestellt gelten, daß die Drüsen beim Geschlechtsakt in Mitleidenschaft gezogen werden und ihr Inhalt ausgepreßt wird.

III. Die Erektion.

Die zur normalen Begattung notwendige Erektion des männlichen Gliedes besteht in einer starken Volumvergrößerung, einer ebenfalls sehr deutlichen Konsistenzänderung und einer Gestaltveränderung des männlichen Gliedes, wodurch dieses befähigt wird, die weiblichen Labien und die Wände der Scheide auseinanderzudrängen und die Scheide fast völlig auszufüllen. Eine weitere, nicht so auffällige Veränderung ist die Temperaturerhöhung des Gliedes.

Fig. 17.



Querschnitt durch die Mitte des Penischaftes des Erwachsenen. — Vergrößerung 3 (nach Eberth).

Über das innere Wesen des Erektionsvorganges gehen die Meinungen noch immer etwas auseinander, wenn auch gewisse früher viel diskutierte Theorien jetzt nicht mehr ernstlich in Betracht gezogen zu werden brauchen.

Unzweifelhaft fest steht es, daß gesteigerte Blutfülle des Gliedes und nur diese dessen Erektion bewirkt. Injektion der Penisarterien an der Leiche erzeugt Erektion (Regner de Graaf 1668). Die alte Streitfrage, ob diese Blutanhäufung durch vermehrten Zustrom oder durch verminderten Abfluß, oder durch beide Momente zusammen bedingt sei, kann als im ersteren Sinne entschieden betrachtet werden. Behinderter Abfluß kann höchstens neben dem vermehrten Zustrom als unterstützendes Moment hinzukommen.

Die anatomischen Bedingungen erscheinen allerdings zunächst der Auffassung besonders günstig, wonach Hemmung des venösen Abflusses die Hauptrolle spielen sollte. Henle¹⁾ hat darauf hingewiesen, daß die Venen der Penis-Schwellkörper durch den *M. transversus perinei profundus* so hindurchtreten, daß dessen Kontraktion sie wohl zusammendrücken könnte. Freilich versagt diese Erklärung für die Erektion des Harnröhrenschwellkörpers, dessen Blut durch die Dorsalvene des Penis abfließt, also jenen Engpaß nicht passiert. Man dachte daher auch an die *Mm. bulbo- und ischiocavernosi* als Verengerer der abführenden Venen²⁾. Teile dieser Muskeln könnten in der Tat die oberen Teile der Schwellkörper komprimieren. Endlich könnten auch an Ort und Stelle im Penis selbst durch plötzliche Arterienweiterung die Raum- und Spannungsverhältnisse wohl so geändert werden, daß der Abfluß des Blutes durch die Venen erschwert wird.

Bei all diesen Hypothesen würde anzunehmen sein, daß nahezu der volle Blutdruck der Penisarterien im Inneren der Schwellkörper herrscht, wenn diese in erigiertem Zustande sind. Dieser Druck ist nach Lovén³⁾ gleich ein Drittel bis zwei Drittel des Carotidruckes.

An völlige Sperrung des venösen Abflusses ist schon deshalb keinesfalls zu denken, weil im Zustande des sogenannten Priapismus der Penis stundenlang erigiert bleibt, und bei völliger Blutstockung natürlich gangränös werden müßte.

Ein Umstand, der allen den verschiedenen Theorien der Erektion, die venöse Stauung voraussetzen, von vornherein den Boden entziehen mußte, ist erst von Exner gebührend gewürdigt worden. Handelte es sich um Stauung, so wäre nach allen sonstigen Erfahrungen zu erwarten, daß das erigierte Glied kühl würde, jedenfalls aber nicht wärmer wie im nichterigierten Zustande. Die tatsächlich zu beobachtende nicht unbeträchtliche Erwärmung des Gliedes bei der Erektion spricht aber für gesteigerten Blutzufuß und beschleunigten Blutumlauf, da an lokale Wärmebildung nicht wohl zu denken ist. Übrigens wird das Glied in der Erektion auch keineswegs cyanotisch, was bei venöser Stauung der Fall sein müßte.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen kann also bestimmt behauptet werden, daß Stauung durch Venenkompression nicht die Hauptursache für die Anschwellung und Verhärtung des Penis ist. Andererseits kann man aber auch nicht mit Sicherheit eine gewisse untergeordnete Beteiligung dieses Momentes ausschließen.

Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde den *Arteriae helicinae*, die man für blind endigend hielt, eine besondere Bedeutung für die Erektion zugeschrieben. Ihre rankenförmigen Windungen haben wohl die Bedeutung, daß bei der starken Längen- und Dickenzunahme der Schwellkörper die Arterien nicht gezerzt zu werden brauchen, sondern unter einfacher Geradestreckung sich den veränderten Verhältnissen anpassen (Rouget⁴⁾, Langer⁵⁾. Jedenfalls sind die *Arteriae helicinae* zuführende Gefäße für die Schwellkörper und endigen nicht blind (siehe unten).

Für die aktive Erhöhung des Blutgehaltes des Penis kommen hauptsächlich zwei eigentümliche Einrichtungen in Betracht: die durch Einlagerung

¹⁾ Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen, 2. Aufl., S. 544, 1873. —

²⁾ Krause, Müllers Arch. 1837; Houston (Dubl. Hosp. rep. 5 [1830]) beschrieb einen besonderen *Musculus compressor venae dorsalis*. — ³⁾ Ber. sächs. Akad. d. Wissensch. 1866. — ⁴⁾ Journ. de la physiol. 1, 325, 1858. — ⁵⁾ Wiener Sitzungsber., mathem.-naturw. Kl. 44 (1), 120, 1863.

reichlicher glatter Muskelzellen¹⁾ kontraktile Trabekeln des Schwellgewebes und die Intimapolster der Penisarterien (v. Ebner²⁾).

Über die Anordnung der Muskeln in den Trabekeln und den feineren Bau der Schwellkörper können hier Einzelheiten nicht gebracht werden (man vgl. Eberth, Die männlichen Geschlechtsorgane, v. Bardeleben's Handbuch der Anatomie des Menschen, 1904). Physiologisch wichtig ist, daß Kontraktion der Muskulatur (unterstützt durch die reichlichen elastischen Fasern) die lakunären Räume in jeder Richtung verengt, so daß sie geradezu spaltförmig werden. Für gewöhnlich muß diese Muskulatur in einer tonischen Spannung mäßigen Grades sein, die bei Eintritt sexueller Erregung völliger Erschlaffung infolge eines nervösen Hemmungsprozesses Platz macht, andererseits bei Einwirkung von Kälte (kaltes Bad!) bedeutend zunimmt. Der Penis nimmt im letzteren Falle an Volumen erheblich ab, auf $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ seines gewöhnlichen Volumens, und dürfte dann nahezu blutleer sein.

Wird die Gesamtheit der Blutlakunen des Harnröhrenschwellkörpers durch vermehrten Blutzustrom geschwellt, so müssen die Trabekeln einem Zug in radiärer Richtung ausgesetzt sein. Da dieser Schwellkörper in seiner Achse ein membranöses Rohr enthält, kann es nicht ausbleiben, daß jener radiäre Zug sich auf dessen Wandungen überträgt. Ob es zu einer wirklichen Erweiterung des Harnröhrenlumens kommt, wie Exner vermutet und durch ein Schema veranschaulicht, möchte ich doch bezweifeln, weil ich mir nicht denken kann, was für einen Inhalt die klaffende Urethra haben sollte; Luft wird doch höchstens in den Eichelteil eindringen, an dem in der Tat Klaffen zu beobachten ist. Richtig wird aber gewiß sein, daß jener radiäre Zug die Wandungen der Harnröhre in hohem Grade entlastet und das Durchspritzen des Sperma wesentlich erleichtert.

Exner hebt ferner die Möglichkeit hervor, daß dieselbe Wirkung sich auch an der *Arteria profunda penis* geltend macht und deren Lumen erweitert.

Wohl die wichtigste Einrichtung am Penis, die den schnellen Wechsel in der Gefäßfüllung bedingt, liegt in den Intimapolstern der Penisarterien, die v. Ebner (l. c.) entdeckt hat.

Relativ starke Arterien von gewundenem Verlauf, die oben erwähnten *Arteriae helicinae*, ergießen ihr Blut direkt in die lakunären Räume des Schwellgewebes; solange nicht jene Polster das Lumen verengen oder verschließen, setzt sich also der arterielle Druck in die Lakunen fort.

Die Penisarterien haben eine starke Ringmuskulatur. Bei den Arterien, die kleineren Durchmesser als 1 mm haben, ist die Intima an einzelnen Stellen von gewöhnlicher Beschaffenheit, an anderen spaltet sich die elastische Membran in mehrere Blätter, zwischen denen reichliche Längsmuskelfasern eingelagert sind (s. Fig. 18).

Kontraktion dieser Muskulatur läßt die Polster kugelförmig aufschwellen, so daß sie das Lumen der Arterie ganz oder teilweise verlegen, namentlich wenn durch Verkürzung der Ringmuskelfasern die Arterie auch noch konzentrisch eingeschnürt wird.

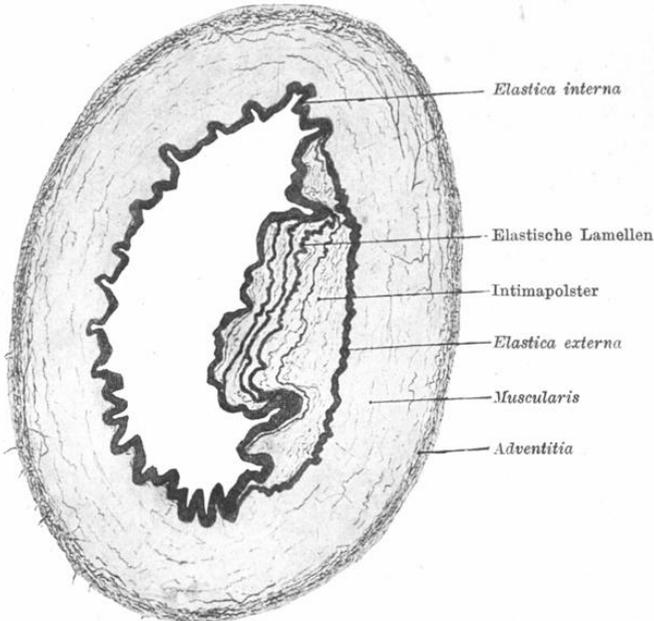
¹⁾ Kölliker, Würzburger Verhandl. 2 (1851). — ²⁾ Über klappenartige Vorrichtungen in den Arterien der Schwellkörper. Verhandlungen d. anat. Gesellsch. Pavia 1900 und Köllikers Handb. d. Gewebelehre.

Diese Verschlussvorrichtungen finden sich namentlich an der Einmündungsstelle der Arterien in die Lakunen und an ihren Teilungsstellen.

Im Ruhezustande sind Ringmuskeln und Polstermuskeln tonisch kontrahiert, bei Beginn der sexuellen Erregung erschlaffen beide und geben das Lumen frei, das Blut stürzt in die Lakunen, deren Trabekel erschlaffen, so daß das blutstrotzende Gewebe prall und hart wird.

Über die Veränderung der Durchblutung des Penis bei der Erektion liegen mehrere Untersuchungen vor. Eckhard¹⁾ fand zunächst, daß bei (durch Reizung des *N. erigens* erzeugter) Erektion das angeschnittene *Corpus cavernosum* viel stärker blutet als vorher. Lovén²⁾ und Nikolsky³⁾ be-

Fig. 18.



Querschnitt durch eine Arterie des *Bulbus urethrae* eines zwanzigjährigen Mannes mit Weigertscher Färbung der elastischen Fasern. — Vergrößerung 300 (nach Eberth).

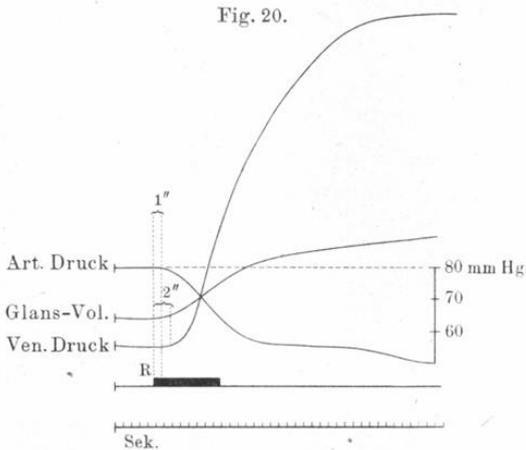
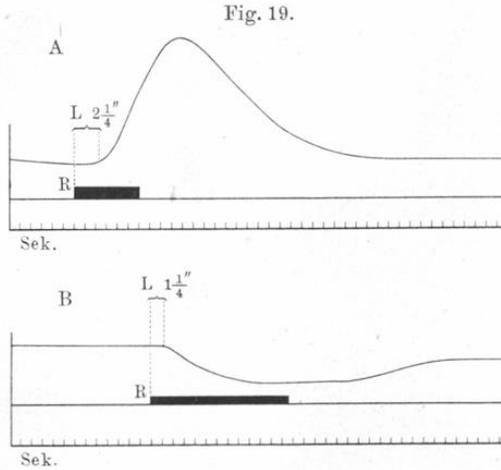
stätigten diese Beobachtung, Lovén fand auch die Druckzunahme in den Penisarterien bis auf $\frac{6}{10}$ des Carotidendruckes.

Die eingehendsten systematischen Versuche über die bei der Erektion auftretenden Druckänderungen in den Arterien und Venen des Penis verdanken wir François-Franck⁴⁾; sie sind am Hundepenis angestellt, in dessen Arterien bzw. Venen Kanülen eingebunden wurden, um den Druck manometrisch registrieren zu lassen. Gleichzeitig wurde das Volum der (beim Hunde sehr langen) Eichel registriert, die in ein weites Glasrohr eingeschoben war, auf dessen freien Rand das Präputium aufgebunden wurde. Das andere Ende des Rohres verengte sich und war durch einen Schlauch mit einem

¹⁾ Untersuchungen über d. Erektion d. Penis beim Hunde, Beitr. z. Anat. u. Physiol. 3, Gießen 1863. — ²⁾ Ber. d. sächs. Akad. d. Wissensch. 1866. — ³⁾ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1879. — ⁴⁾ Arch. de physiol. 1895, p. 122.

registrierenden Tambour in Verbindung. Ähnliche Versuche mit unvollkommener Anordnung hatten schon früher v. Anrep und Cybulski¹⁾, sowie Piotrowski²⁾ ausgeführt.

Die Figur 19 A und B (nach François-Franck) zeigt die Ergebnisse in instruktiver Weise. Fig. 19 A zeigt die Anschwellung der Eichel bei



die Schleusen zwischen dem arteriellen und venösen System durch Abflangung der oben erwähnten Intimapolster geöffnet werden und das Arterienblut schnell in die Lakunen und Venen abströmen kann. Die Zeit, die zwischen der Arterienerweiterung und der Drucksteigerung in der Vene verstreicht, ist jedenfalls diejenige, die zur Entfaltung der Schwellkörperhohlräume nötig ist.

Die vermehrte Blutfülle des Penis bewirkt außer der Volumvergrößerung und Absteifung des Gliedes auch dessen Aufrichtung, „Erektion“. Diese ist

¹⁾ St. Petersburger mediz. Wochenschr., Nr. 20, 1884. — ²⁾ Przegląd lekarski, Krakow 1887.

Reizung des *N. erigens*, mit $2\frac{1}{4}$ Sekunden Latenz eintretend, Fig. 19 B die Verminderung des Volumens bei Reizung des *N. pudendus*. In Fig. 20 ist außer dem Eichelvolumen der Druck in der Dorsalarterie und Dorsalvene registriert.

Man sieht ungefähr gleichzeitig den Druck im peripheren Stumpf der Arterie absinken und das Volumen der Eichel zunehmen, und etwa eine Sekunde später den Druck in der Vene stark ansteigen. Letztere Tatsache beweist vor allem, daß die Erektion nicht durch Verhinderung des Abflusses des Schwellkörperblutes in die Venen bedingt sein kann. Der Druckabfall im peripheren Arterienstück erscheint auf den ersten Blick auffallend. Er erklärt sich wohl dadurch, daß das mit anderen Arterien durch Vermittlung der Lakunen kommunizierende Arterienstück von seinem Binnendruck teilweise entlastet wird, wenn

unter normalen Verhältnissen bei kräftiger Anschwellung unausbleiblich. Sie ist nicht Folge einer Muskelkontraktion, sondern dadurch bedingt, daß die dorsale Fascie, eine Art Ligament, straffer und kürzer ist als die der Unterseite, so daß bei der Anschwellung die Aufrichtung notwendig eintreten muß. Diese ist hauptsächlich Folge der Straffheit der Fascie an der Peniswurzel; aber auch auf der ganzen Dorsalseite ist sie weniger nachgiebig als unten, die Folge ist die nach oben schwach konkave Krümmung des erigierten Gliedes.

Die Haut wird überall straff gespannt, die Präputialfalte verstreicht vollständig. Dadurch wird der Penis zum Eindringen in die Vagina geeigneter. Die straffe Spannung der Haut bewirkt gleichzeitig eine besonders hohe Erregbarkeit der zentripetalen Penisnerven, deren mechanische Reizung (durch Reibung in der Scheide) an der Auslösung des Ejakulationsreflexes wenigstens beteiligt sein mag, wenn sie auch gewiß nicht die alleinige Quelle jenes Auslösungsreizes ist.

IV. Die Herausbeförderung des Samens.

1. Der Transport des Samens vom Hoden bis zum Samenleiter.

Über die Beförderung der Samenzellen aus dem Hoden in den Nebenhoden weiß man zurzeit nichts Sicheres. Im Hoden fehlt dem Sperma nach allen Angaben noch die Eigenbewegung. Daß die glatte Muskulatur der Albuginea, die erst in der Pubertät auftritt und nicht immer auf die Septa des Hodens übergreifen scheint, den Samen her austreibt, erscheint nicht sehr glaublich, nicht zum wenigsten wegen der erwähnten Inkonstanz.

Die Bewegung durch Nachschub neugebildeten Spermamaterials ist wohl als ein wichtiges Moment für die Entleerung des Samens anzusehen und wird meistens als Hauptmoment angeführt. Es ist indessen nicht zu leugnen, daß diese Auffassung eine sehr unbefriedigende ist. Zum mindesten wird anzunehmen sein, daß die (im Hoden reichlich vorhandenen) elastischen Fasern, durch die Füllung des Hodens gespannt und wahrscheinlich unterstützt durch die glatten Muskelzellen des Hodens, die Entleerung der prall gefüllten Kanälchen begünstigen, die bei den innen blind endigenden Röhren nur nach dem *Rete testis* zu erfolgen kann. Für sehr wahrscheinlich halte ich es, daß äußerer Druck auf die Hoden beim Gehen und Sitzen ein weiteres begünstigendes Moment bildet, ähnlich wie für die Beförderung der Lymphe in den Lymphgefäßen der Extremitäten.

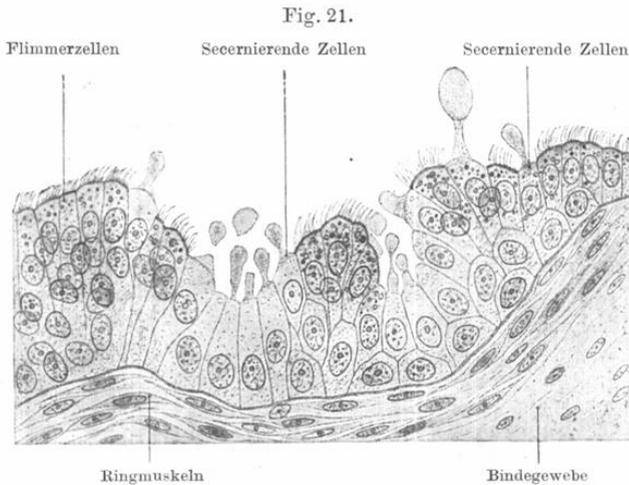
Daß der bloße Nachschub neuer Samenmasse im völlig ruhenden, vor äußerem Druck geschützten Hoden die immerhin doch recht beträchtliche Spermamenge, die tatsächlich verfügbar ist, in die weiteren Leitungswege befördern sollte, erscheint nicht recht glaublich. Erklärt wäre die Samenherausbeförderung aus den Hoden, wenn sich eine nennenswerte Flüssigkeitsabscheidung im Hoden nachweisen ließe, durch die das Sperma herausgespült würde. Meines Wissens fehlen indessen für eine solche Annahme tatsächliche Anhaltspunkte.

Im Nebenhoden tritt die Eigenbewegung des Samens und die Wirkung des Flimmerepithels der hier schon recht weiten Gänge in Kraft. Die glatten Muskelzellen der Albuginea mögen unterstützend wirken. In den *Conis vas-*

culosis ist das Sperma noch ohne Eigenbewegung, die Flimmerepithelzellen stehen hier noch nicht in zusammenhängender Schicht, sondern teils einzeln, teils in Gruppen von mehreren beisammen. Die Transportrichtung geht nach dem *Ductus epididymidis* hin, also vom Hoden weg. Bemerkenswerterweise ist übrigens die Flimmerbewegung schon beim Neugeborenen zu finden, also lange ehe Samen gebildet wird.

Ob die flimmernden und nichtflimmernden Zellen der *Coni vasculosi* verschiedene Tätigkeitszustände des Epithels darstellen, oder ob es sich um dauernd verschiedene Zellarten handelt, ist unentschieden. (Näheres hierüber vergleiche bei Eberth, Die männlichen Geschlechtsorgane in Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen, 1904.)

Das zylindrische Epithel des Nebenhodenganges (*Ductus epididymidis*) ist dem Flimmerepithel nur äußerlich ähnlich. Jede Zelle trägt einen zapfen-



Teil eines Querschnittes durch einen *Ductus efferens* des Erwachsenen.
Die Epithelien der Grübchen in Sekretion. Zwischen den Flimmerzellen der Epithelleisten vereinzelt secernierende Zellen. Vergrößerung 450 (nach Eberth).

artigen Fortsatz, der in das Ganglumen hineinragt und bald homogen aussieht, bald wie ein Büschel zusammengebackener Haare (also ähnlich der *Cupula terminalis* in den Bogengangampullen). Nach Aigner¹⁾ handelt es sich indessen nicht um Flimmerhaare, sondern um Zellfortsätze ohne Eigenbewegung, die mit der offenbar sekretorischen Tätigkeit des Epithels zusammenhängen und sich wahrscheinlich als Teile des Sekrets ab- und auflösen (Fig. 21).

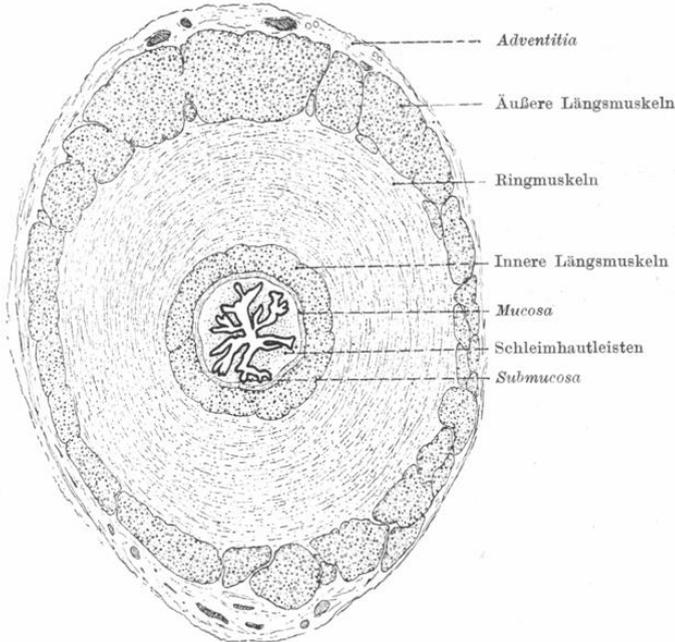
Im Anfangsteil (Kopf) des Nebenhodengangs sind die Samenfäden noch unbeweglich und zu kompakter Masse zusammengeballt, weiterhin gegen den Schwanz des Nebenhodens wird der Sekretinhalt reichlicher und das Sperma beweglich²⁾ Das Sekret entfaltet also im Nebenhoden schon für die Samenfäden bewegungsanregende Wirkung. Über seine Zusammensetzung ist nichts sicheres bekannt.

¹⁾ Sitzungsber. d. Akad. Wien, math.-naturw. Kl. 109 (1900). — ²⁾ Vgl. Hammar, Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1897, anat. Abteil., Suppl.

2. Die Fortbewegung des Samens im Samenleiter.

Die Muskulatur des Samenleiters ist eine glatte; sie besteht aus einer kräftigen Lage zirkulär angeordneter Faserzüge, die zwischen zwei Lagen längsverlaufender Fasern, eine äußere starke und eine innere schwache, eingelagert ist. Die Gesamtdicke dieser drei Schichten beträgt über 1 mm, wovon der etwas größere Anteil auf die Ringmuskulatur kommt. Das Lumen ist im Verhältnis zur Wanddicke auffallend eng. Beim Kaninchen ist es nicht nur relativ, sondern auch absolut weiter als beim Menschen und Hund.

Fig. 22.



Querschnitt durch die *Pars descendens* des *Ductus deferens* eines dreißigjährigen Mannes.
Vergrößerung 18 (nach Eberth).

Auch ist beim Kaninchen die Ringmuskulatur wesentlich schwächer. Demzufolge fühlt sich der Samenleiter des Kaninchens viel weicher an als der des Menschen, Hundes oder Katers.

Budge¹⁾ beschrieb peristaltische Bewegung des *Ductus* beim Kaninchen und bei der Katze. L. Fick²⁾ bestätigte diese Beobachtung, sah aber beim Hunde keine Peristaltik, sondern eine Gesamtkontraktion des muskulösen Rohres, durch die etwas von dem Inhalt ausgepreßt wurde. M. Loeb³⁾, der ausschließlich am Kaninchen experimentierte, konnte auch bei diesem nichts von peristaltischer Bewegung finden, sondern nur kräftige Verkürzung. Von Beobachtungen am menschlichen *Ductus deferens* liegt eine ältere Angabe

¹⁾ Arch. f. pathol. Anat. 15, 115. — ²⁾ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1856, S. 473. — ³⁾ Beitr. z. Bewegung des Samenleiters und der Samenblase. Inaug.-Diss. Gießen 1866.

von Kölliker¹⁾ vor, der gemeinsam mit Virchow am Samenleiter eines Hingerichteten auf elektrische Reize starke Verkürzung, aber keine Peristaltik eintreten sah.

Trotzdem also die vorliegenden Beobachtungen eher gegen als für die Annahme peristaltischer Bewegung des Samenleiters sprechen, scheint man doch im allgemeinen mehr der Auffassung zuzuneigen, daß eine solche vorhanden sein müsse, und Exner spricht sich ausdrücklich dahin aus, daß er auch beim Menschen der Peristaltik ähnliche Bewegung am Samenleiter für die wahrscheinlichste hält.

Am auffälligsten ist der Widerspruch zwischen den Angaben von Fick und Loeb bezüglich des Samenleiters des Kaninchens. Während Fick die Peristaltik hier aufs leichteste und sicherste sehen zu können glaubt, bestreitet sie Loeb. Ich²⁾ habe mich durch neuerdings angestellte Versuchsreihen davon überzeugt, daß in der Tat auch beim Kaninchen die Entleerung des Samenleiters durch rasche ausgiebige Verkürzung desselben ohne eigentliche Peristaltik erfolgt. Man sieht allerdings bei elektrischer Reizung des Ductus selbst oder seines Nerven den bloßgelegten Ductus sich in schnellen wurmartigen Windungen bewegen und muß zunächst geneigt sein, an Peristaltik zu denken. Tatsächlich handelt es sich aber nur um Verkürzung des in komplizierten Windungen dahliegenden und durch Bindegewebeinhüllungen in der Bewegung teilweise behinderten Samenleiters. Der isolierte Samenleiter zeigt einfache Verkürzung.

◊ Ebenso liegen die Verhältnisse beim Kater. Daß Fick beim Hunde keine Verkürzung, sondern nur ein Härterwerden des Ductus bemerkte, könnte vielleicht darauf beruhen, daß auch beim Hunde (wie sicher bei Kaninchen und Kater) die bei der Freilegung des Samenleiters eintretende Abkühlung diesen zur fast maximalen Verkürzung bringt. Es ist bisher nicht beachtet worden, daß dieses Organ auf Kälte mit kräftiger Verkürzung reagiert. Ich habe daher die Wirkung elektrischer und mechanischer Reize an dem in warmer Ringerlösung befindlichen Ductus untersucht.

Übrigens haben auch Langley und Anderson³⁾ beim *Ductus deferens* des Hundes nur unbedeutende Verkürzung auf Reizung vom Nerven aus gesehen. Sie führen diesen Unterschied gegenüber Kaninchen und Katze darauf zurück, daß beim Hunde die Ringmuskulatur im Samenleiter bedeutend überwiege. Unter diesen Umständen ist es wichtig, an die erwähnte Köllikersche Beobachtung am Menschen zu erinnern, derzufolge der menschliche Samenleiter sich kräftig verkürzen kann.

Am isolierten Samenleiter des Kaninchens und Katers lassen sich noch folgende weitere Tatsachen feststellen (Nagel, a. a. O.). Die Verkürzungsreaktion erfolgt schon auf einzelne Induktionsschläge von sehr geringer Intensität, stärker auf den Öffnungs- als auf den Schließungsschlag. Die Latenzzeit ist kurz, aber ziemlich wechselnd ($\frac{1}{10}$ bis 1 Sekunde). Die Kontraktion erfolgt schneller als bei den meisten glattmuskuligen Organen, bei frischen Präparaten fast so schnell wie am quergestreiften Muskel. Die Kontraktion dauert aber viel länger als bei diesem an, und nur langsam wird die Ruhelage wieder erreicht. Plötzliche Erwärmung auf 40 bis 42° ist bei dem erschlafften Organ (das bei etwa 30° gehalten wird) wirkungslos, bewirkt dagegen bei dem unter Einfluß der Abkühlung auf etwa 5 bis 10° stark

¹⁾ Mikrosk. Anat. 2, 423, 1852. — ²⁾ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1905 Suppl. — ³⁾ Journ. of Physiol. 19, 125.

kontrahierten Samenleiter eine schnelle noch weiter gehende Verkürzung, die alsbald der vollen Verlängerung auf die Ruhelage weicht (Fig. 23).

Die durch elektrischen Reiz ausgelöste Erregung pflanzt sich viel leichter in der Richtung von der Samenblase zum Hoden als in umgekehrter Richtung fort, am ausgeschnittenen Organ sogar nur in ersterer Richtung.

Die Wirkungen, die bei elektrischer Reizung vom Nerven aus eintreten, haben ganz ähnlichen Verlauf wie die durch direkte Reizung erzielten.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht zunächst nur hervor, daß die Verkürzung des gesamten Samenleiters der hauptsächlichste Reizerfolg ist. Untersucht man aber die Größe des Durchmessers während des Ablaufes einer Erregung mittels aufgelegter leichter Schreibhebel, so erkennt man (was auch Beobachtung mit bloßem Auge schon zeigt), daß keinesfalls eine merkbare Einschnürungswelle über den Samenleiter hinläuft. Vielmehr macht sich an allen in Reizzustand geratenden Stellen eine geringe Verdickung bemerklich, die aber nicht wellenförmig über das Organ hinläuft.

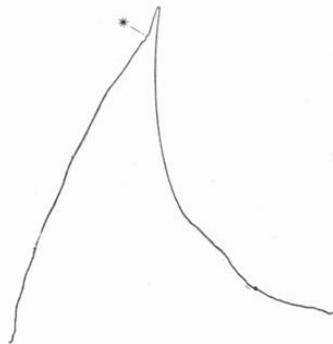
Möglich, jedoch sehr unwahrscheinlich wäre es, daß in den inneren Schichten der Muskulatur eine peristaltische Welle abläuft, die durch die starke Kontraktion der Längsmuskulatur verdeckt wird.

Der Modus der Austreibung des im Samenleiter enthaltenen Samens ist wohl so zu denken, daß die vom Nerven aus angeregte beträchtliche Verkürzung neben gleichzeitiger Kontraktion der Ringmuskeln den Binnenraum des Samenleiters bedeutend verkleinert, und daß der Abfluß des Inhaltes am leichtesten nach der Urethra zu erfolgt. Nicht ausgeschlossen ist es, daß die natürliche Erregung vom Nerven aus die

Kontraktion der Ringmuskulatur zuerst am Hodenende des Samenleiters bewirkt und diese Verengung sich dann schnell zum Samenblasenende hin ausbreitet. Dies wäre keine richtige Peristaltik, und es wäre auch keineswegs unmöglich, daß diese fortschreitende Verengung des Lumens der Beobachtung von außen und der graphischen Registrierung sich entzöge. Das Hauptmoment dürfte aber immer die schnelle Verkleinerung des Binnenraumes durch starke Verkürzung unter Konstanterhaltung der lichten Weite oder gar unter Verringerung dieser sein. Der Annahme wahrer Peristaltik bedarf es keineswegs.

Am unteren (urethralen) Ende erweitert sich der *Ductus deferens* zu einer spindelförmigen „Ampulle“ von etwa 4 cm Länge und bis 1 cm Dicke (s. Fig. 14). Die Dickenzunahme beruht hauptsächlich auf Lumenerweiterung. Die Schleimhaut ist stark gefaltet (was auf erhebliche Sekretion oder Ausdehnungsfähigkeit hinweist) und zeigt zuweilen tiefe Einbuchtungen (Divertikel). Die Muskulatur ist verhältnismäßig schwächer als im übrigen Ductus, speziell die Längsmuskulatur ist wie am Dickdarm in Taenien zerlegt, was ebenfalls

Fig. 23.



Graphische Darstellung der Verkürzung des *Ductus deferens* unter dem Einfluß von Kälte. Bei * wird das Präparat in 38° warme Ringersche Flüssigkeit getaucht, es folgt eine schnelle weitere Verkürzung, dann schnelle Verlängerung. Dauer der ganzen durch die Kurve dargestellten Bewegung 40 Sekunden.

auf eine gewisse Aufblähbarkeit hindeutet. Die Ampullen könnten mit größerer Wahrscheinlichkeit als die Samenblasen für Samenreservoirs erklärt werden.

Wie die Samenblasen sind die Ampullen in der Säugetierreihe sehr verschieden stark entwickelt¹⁾, doch geht die Entwicklung beider Organe weder parallel, noch auch besteht ein Ausgleich, indem etwa die Tiere ohne Samenblasen immer Ampullen hätten und umgekehrt. Eine gewisse physiologische Parallele ist insofern zu statuieren, als die Säugetiere, die sowohl der Ampullen wie der Samenblasen entbehren, im allgemeinen einen langdauernden Coitusakt haben, während bei den Tieren mit kurzem Coitus häufig beide Organe vorhanden sind, mindestens aber das eine. Man kann sich leicht denken, daß, wo Sperma in der Ampulle angesammelt ist, dieses schnell mit einem Male in die Urethra getrieben wird, eventuell gleichzeitig oder hinterher das Sekret der Samenblasen; die starke Füllung des oberen Urethrateiles muß einen kräftigen Reiz zur schnellen Ejakulation bilden. Bei langsam begattenden Tieren andererseits wird das portionenweise zugeführte Sperma entweder portionenweise abgeführt oder (wahrscheinlicher) bildet der obere Urethrateil hier das Sammelbecken, wie in den erstgenannten Fällen die Ampullen. Von den Samenblasen als Sammelbecken kann bei dieser Auffassung ganz abgesehen werden.

Zu welchem Zeitpunkte dem Samen die Sekrete der Samenblasen und der Prostata beigemischt werden, läßt sich zurzeit nicht angeben. Wenn hier Vermutungen geäußert werden dürfen, so liegt es nahe, anzunehmen, daß das durch die *Ductus ejaculatorii* in die Harnröhre gelangende Sperma dort entweder das zur Belebung der Spermien nötige Quantum Prostatasaft schon vorfindet oder dieses ihm doch sogleich beigemischt wird. Das zähere, mit dem Samen sich nicht ohne weiteres mischende Sekret der Samenblasen dürfte vielleicht nicht nur bei den Nagetieren (wo es zur Bildung des die Scheide verschließenden Pfropfens dient), sondern auch beim Menschen hinter dem Gemisch von Sperma und Prostatasaft eintreten, wenn auch die ganze Masse bei der Ejakulation in nahezu gleichmäßige Mischung übergehen sollte, was nicht nachgewiesen ist.

Da es mechanisch schwer denkbar erscheint, daß ein Austreibungsmechanismus, der seinen Sitz ausschließlich am oberen Ende der Urethra hat, das doch recht spärliche Quantum Samen restlos oder auch nur zum allergrößtem Teile aus der langen Harnröhre herauszuspritzen vermag, wäre es sehr nützlich, namentlich für die Ersparnis an eigentlichem Sperma, wenn hinter diesem her eine reichliche, etwas konsistentere Masse, das Sekret der Samenblasen, denselben Weg hindurch getrieben würde. Dieses könnte sich schon gleichzeitig mit dem Sperma in der Harnröhre befinden, müßte aber hinter dieses geschichtet sein.

Was von anatomischen und physiologischen Tatsachen bekannt ist, scheint mir mit dieser Auffassung nicht unvereinbar zu sein.

3. Die Ejakulation.

Die Ejakulation des in die Harnröhre getretenen Gemisches von Sperma und Sekret der Samenblasen, vermehrt durch das Sekret der Prostata, erfolgt durch Muskelkraft. In Betracht kommt die Muskulatur der Prostata und der *Pars membranacea urethrae* (sog. *Sphincter urethrae membranacea*), der sog. Henlesche Sphinkter, sowie vor allem die *M. bulbocavernosi* und *ischiocavernosi*.

Genauer spezialisieren läßt sich die Funktion der einzelnen Muskeln zurzeit nicht wohl. Daß die Prostatamuskulatur bei der Ejakulation beteiligt

¹⁾ Oudemans, Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugetiere, Haarlem 1892, und Disselhorst, Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Wirbeltiere, Wiesbaden 1897.

sei, vermutet Exner deshalb, weil die Muskulatur kräftiger entwickelt ist, als es zum einfachen Auspressen des Sekretes nötig erscheint. Immerhin ist die Anordnung der Muskelfasern in dem kompakten Drüsengewebe gewiß wenig geeignet, ejakulatorisch zu wirken. Eher könnte man daran denken, daß sie das Zurücktreten des Urethrainhaltes, der plötzlich stark gedrückt wird, in die Drüsenräume der Prostata verhindert.

Walker¹⁾ findet die einzelnen Drüsenläppchen von Muskelbündeln umspannen, die geeignet sein müssen, den abgesonderten Inhalt auszupressen.

Günstiger müssen die Bedingungen für ejakulatorische Wirkung bei den übrigen genannten Muskeln sein, die den membranösen Teil der Harnröhre umschließen und bei gemeinsamer Tätigkeit komprimieren können. Am günstigsten sind ihre Wirkungsbedingungen dann, wenn der freie Teil der Harnröhre durch den von oben her eingetretenen Inhalt aufgetrieben ist und nun wie eine Art Ballon ausgedrückt wird.

Auf Grund seiner anatomischen Forschungen nimmt Walker²⁾ an, daß die Längsfasern des Henleschen Sphinkters den membranösen Teil der Harnröhre erweitern und so durch Ansaugung die Entleerung des Sperma und des Prostatasaftes in die Harnröhre begünstigen können. Der übrige (ringförmige) Teil dieses Sphinkters dient nach Walker auch nicht etwa zur Verhinderung des Abflusses aus der Blase, sondern zur Verhütung des Rücktrittes von Samen bei der Ejakulation.

Das Tempo der einzelnen Ejakulationsstöße spricht übrigens, selbst wenn man die relativ rasche Kontraktionsfähigkeit mancher glatten Muskeln in Betracht zieht, mehr für quergestreifte Muskeln als Urheber der Ejakulation.

Den *Sphincter urethrae membranaceae* fand J. Hunter³⁾ bei kastrierten Tieren geschwunden, Walker (l. c.) beim kastrierten Schwein wenigstens reduziert; Griffiths⁴⁾ sah ihn außerhalb der Brunstperiode rückgebildet.

Die Ejakulation ist eine rhythmische Bewegung, die vom Willen unabhängig ist. Die Zahl der Einzelkontraktionen wechselt erheblich, ist auch im einzelnen Falle schwer anzugeben, weil häufig auf etliche kräftige Kontraktionen einzelne immer schwächer werdende folgen. Die Kontraktionsfolge ist übrigens häufig unregelmäßig. Zu Erklärungsversuchen für diese Rhythmizität fehlt einstweilen jeder brauchbare Anhalt.

Die Bedeutung des *Colliculus seminalis*. Bekanntlich ist es bei starker Erektion meistens unmöglich, bei schwacher wenigstens nur schwer möglich, den Harn zu entleeren. Als Grund hierfür hat man lange Zeit hindurch eine bei der Erektion eintretende Schwellung des *Colliculus seminalis* angesehen, die den Teil der Harnröhre, der in der Prostata liegt, verschließen sollte. Man findet diese von E. H. Weber⁵⁾ herrührende Auffassung noch in den meisten Lehrbüchern vertreten.

Es wäre indessen, wie schon Walker und Exner hervorgehoben haben, nicht wohl einzusehen, wie bei einer bis zum Urethraverschluß führenden Schwellung des Samenhügels das Sperma und das Sekret der Samenblasen und der Prostata überhaupt noch in die Harnröhre eintreten sollte. Wenn

¹⁾ Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte 1899, S. 343 f. — ²⁾ Ebenda 1899, S. 343 f. — ³⁾ Zitiert nach Exner. — ⁴⁾ Journ. of Anat. and Physiol. 24 (1889) u. 28 (1894). — ⁵⁾ De vesica prostatica rudimento uteri in corpore masculino. Annotationes anat. et physiol. 1 (1836).

jene Anschwellung tatsächlich eintritt, was nicht bestritten werden soll, kann sie nicht so weit gehen, daß ein wirklicher fester Harnröhrenverschluß an dieser Stelle entsteht. Der Verschluß kann nur durch den Sphinkter der Blase erzeugt sein, wofür auch die Beobachtungen von Zeißl¹⁾ und Holzknecht¹⁾ sprechen, die den Blasenverschluß im Röntgenbilde beobachtet haben.

Walker hat darauf hingewiesen, daß die Substanz des Colliculus durchaus nicht den Bau erektiler Organe besitzt, auch bei Injektion von den Gefäßen aus die Harnröhre nicht verschließt. Neben verschiedenen anderen Gründen, die gegen die Webersche Hypothese des Urethraverschlusses durch den Colliculus sprechen, betont Walker mit Recht, daß eine obturierende Schwellung dieses Gebildes jedenfalls auch die *Ductus ejaculatorii* und die auf gleicher Höhe mündenden Prostataausführungsgänge verschließen müßte. Da ferner die Harnentleerung bei starker Erektion nicht tatsächlich unmöglich ist, vielmehr bei Geisteskranken beobachtet worden ist (so auch neuerdings von Walker), muß angenommen werden, daß das in der Regel bestehende Hindernis für das Urinieren nicht nur auf einem Zuschwellen der oberen Harnröhrenpartie beruht, überhaupt nicht einfach mechanisch bedingt ist, sondern auf einem mit der hochgradigen sexuellen Erregung verknüpften nervösen Hemmungsprozeß, der die Lösung des Blasenverschlusses durch Sphinktererschaffung für gewöhnlich nicht gestattet.

Irrig ist die Angabe, der Colliculus bestehe größtenteils aus Muskelgewebe. Solches ist allerdings darin enthalten, nach Walker (l. c.) hauptsächlich ringförmig um den sog. Utriculus (*Uterus masculinus*) herum, dessen schleimiger Inhalt dadurch ausgetrieben werden kann.

V. Einfluß des Nervensystems auf Erektion und Ejakulation.

1. Erektion und Ejakulation als Reflexe.

Erektion und Ejakulation sind Reflexvorgänge. Freilich ist der zentripetale Teil des Reflexbogens nicht ein für allemal derselbe. Auch ist überhaupt nicht immer ein peripherer Reiz erkennbar, die Vorgänge können vielmehr scheinbar spontan vom Zentralnervensystem ausgelöst werden. Hierin stimmen die Begattungsreflexe ja aber mit vielen anderen Reflexen überein. Neben Reizen, die in der Gegend des reagierenden Organes einwirken und auf kurzer oder kürzester Bahn den Reflex auslösen, kommen andere, teilweise sogar durch Hirnnerven vermittelte und Gehirnbahnen passierende Erregungen in Betracht.

Besonders ausführlich und gründlich ist die Innervation der Genitalorgane von Langley und Anderson²⁾ bearbeitet worden, auf deren wertvolle Untersuchungen bezüglich vieler Einzelheiten (namentlich auch bezüglich des Verlaufes der Genitalnerven bei Kaninchen, Katze und Hund) zu verweisen ist.

Die Auslösung der Begattungsreflexe, der Erektion und Ejakulation, kann zunächst durch mechanischen Reiz am Penis, insbesondere an der unteren Seite der Eichel erfolgen. Die hierbei erregten Nervenendorgane, den „Krauseschen Endkolben“ ähnlich gebaut, sind als „Wollustkörperchen“ bezeichnet worden.

¹⁾ Wien. med. Blätter 1902, Nr. 10. — ²⁾ Journ. of Physiol. 18, 67, 1895; 19, 71 u. 20, 372, 1896.

Da solche Reibungen beim Gehen und Sitzen durch die Berührung mit der Kleidung unvermeidlich sind und dadurch doch keine Erektion ausgelöst wird, ist anzunehmen, daß noch andere Bedingungen erfüllt sein müssen, um den mechanischen Reiz wirksam zu machen. Es muß eine bestimmte Disposition des Nervensystems vorhanden sein, die das Zustandekommen des Reflexes ermöglicht. Die geeignete „Stimmung“ des Nervensystems läßt sich indessen weder genauer präzisieren, noch läßt sich die Zustandsänderung zurzeit näher lokalisieren.

Derselbe Erregungszustand, der, schwach entwickelt, für die Wirkung mechanischen Reizes begünstigend wirkt, führt, wenn er sich steigert, auch ohne Einwirkung lokaler Reize zur Erektion, bei besonders erregbaren, namentlich psychopathischen Individuen vielleicht auch zur Ejakulation.

Reizzustände im Inneren der Harnröhre, wie sie bei Infektionen oder nach Katheterisierung auftreten können, begünstigen endlich ebenfalls das Eintreten von Erektion, jedoch schwerlich in der Weise, daß direkt ein Reflex von den Harnröhrennerven auf die Erektionsnerven erfolgt; wahrscheinlich wird durch die ungewohnte Empfindung in der Harnröhre die Aufmerksamkeit auf die Geschlechtsorgane geleitet und so eine Wirkung erzielt ähnlich der der sog. Aphrodisiaca.

Als Priapismus wird ein oft stunden- oder tagelang anhaltender Erektionsprozeß bezeichnet, der im Gefolge mancher Geisteskrankheiten, aber auch bei solcher psychopathischer Veranlagung auftritt, die noch nicht als Geisteskrankheit aufgefaßt zu werden pflegt.

Auch Erregungen, die durch die höheren Sinnesorgane vermittelt werden, können die Begattungsreflexe auslösen. Gesichts- und Gehörseindrücke tun dies allerdings wohl nur in ganz indirekter Weise, indem sie zu erotischen Vorstellungen und Gedanken führen. Geruchseindrücke scheinen dagegen einen mehr direkten Einfluß auf die Sexualprozesse zu haben, indem sie bei manchen Menschen die sexuelle Erregbarkeit erhöhen, bei anderen, vereinzelt, wohl auch direkt Erektion herbeiführen mögen. Ähnlich wirken unter Umständen mechanische Hautreize an Stellen, die nicht in unmittelbarer Nähe der Genitalien liegen (Kitzeln usw.).

Die verschiedenen Ursachen, die an und für sich die Ejakulation auslösen können, tun dies im allgemeinen um so leichter und sicherer, je mehr Samen zur Entleerung aufgespeichert ist. Nach den oben erwähnten Beobachtungen Lodes, die auch mit der sonstigen Erfahrung gut stimmen, geht die Aufspeicherung von Samen nicht etwa mit anhaltender Abstinenz immer weiter, sondern erreicht, wie es scheint, nach einigen Tagen ihr Ende. Zu diesem Zeitpunkte, einige Tage nach dem letzten Coitus, ist die Ejakulation am leichtesten auslösbar und am ergiebigsten.

Bei länger dauernder Abstinenz kommt es zu „spontanen“ Samenentleerungen (Pollutionen), die in der Norm nur während des Schlafens eintreten und meist von erotischen Träumen begleitet sind.

Im jugendlichen Alter treten diese Pollutionen mit ziemlicher Regelmäßigkeit alle zwei bis drei Wochen auf, späterhin bei Abstinenz wohl meist unregelmäßiger.

Der Eintritt der ersten Pollution kennzeichnet den Eintritt der Geschlechtsreife, der im allgemeinen um etwa ein Jahr später erfolgt als der durchschnittliche Eintritt der Geschlechtsreife beim Weib, am häufigsten also in unserem Klima im 15. bis 16. Jahre. Einen Zeitpunkt, in dem die Zeugungsfähigkeit normalerweise zu erlöschen pflegte, ähnlich dem weiblichen Klimakterium, gibt es nicht. Bis in das hohe Greisenalter hinein kommt noch Zeugungsfähigkeit vor.

2. Die Reflexzentren der Erektion und Ejakulation.

Das Reflexzentrum für die Begattungsreflexe wird von den meisten Autoren in den untersten Teil des Lendenmarks verlegt. Sicher ist, daß es nicht in höheren Teilen des Rückenmarks oder gar im Gehirn liegt. Goltz¹⁾ zeigte, daß (beim Hunde) Quertrennung im Lendenmark den Erektionsreflex, der durch Reiben des Penis ausgelöst werden kann, nicht aufhebt. Brachet²⁾ hatte auch Ejakulation unter diesen Umständen eintreten sehen. Neuerdings hat L. R. Müller³⁾ ebenfalls gefunden, daß nur der unterste Teil des Markes erhalten sein muß. Das ganze Lumbalmark und der obere Teil des Sacralmarks kann entfernt sein, ohne daß der Reflex erlischt. Nur Konus und Epikonus müssen erhalten sein. Andererseits hat man beim Menschen Erlöschen des Penisreflexes, Unfähigkeit zur Erektion, bei Erkrankungen des untersten Rückenmarksendes beobachtet⁴⁾.

Wenn es somit unbedingt feststeht, daß die Integrität des untersten Rückenmarksstückes für das Zustandekommen normaler Erektion und Ejakulation notwendig ist, so kann wohl nicht mit gleicher Bestimmtheit behauptet werden, daß die diese Reflexe beherrschenden Ganglienzellen an jener Stelle liegen, das Sacralmark also im wahren Sinne des Wortes Zentralorgan für sie ist. Die Möglichkeit besteht, daß die wichtigen Bahnen das Ende des Markes nur passieren. L. R. Müller⁵⁾ ist auf Grund von Beobachtungen am Menschen und von Tierversuchen für die letztere Eventualität eingetreten und möchte die sympathischen Geflechte des Beckens eher als Reflexzentren für die Genitalorgane angesehen wissen. Vgl. hierzu den Abschnitt über Rückenmark in Bd. IV, S. 352 f. dieses Handbuches.

3. Einfluß der höheren Teile des Zentralnervensystems.

Wenn auch im Gehirn und überhaupt in den höheren Partien des Zentralnervensystems sicherlich kein eigentliches Zentrum für Erektion vorhanden ist, so besteht doch unzweifelhaft eine Einwirkung des Gehirns auf diesen Akt. Einerseits kann durch gewisse Vorstellungen auf sexuellem Gebiet, sowie durch verschiedene Sinnesreize, wie schon oben erwähnt wurde, direkt Erektion, ja Ejakulation herbeigeführt werden, ohne daß der Penis selbst gereizt wird. Unter diesen Umständen kann es nicht überraschen, daß Budge⁶⁾ und Eckhardt⁷⁾ durch experimentelle Reizung an den höheren Teilen des Rückenmarks, am Kopfmark und verschiedenen Gehirnteilen (Pedunculi, Pons) ebenfalls Erektion auslösen konnten.

Andererseits fehlt es vielleicht auch nicht an hemmendem Einfluß des Gehirns bzw. Rückenmarkes. Freilich sind die Versuche nicht eindeutig. Bei Segalas⁸⁾ altem Experiment: Ausbohrung des Rückenmarks beim Meer-schweinchen bewirkt Erektion und Ejakulation — dürfte es sich allerdings

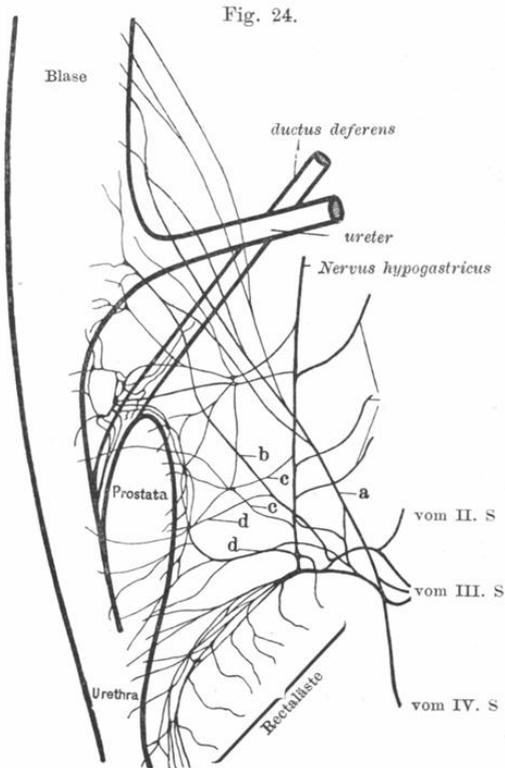
¹⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 8, 460, 1874. — ²⁾ Rech. expér. s. l. fonctions du syst. nerveux ganglionaire, Paris 1839. — ³⁾ Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. 21 (1902). — ⁴⁾ Vgl. unter anderen: Clemens, Zeitschr. f. Nervenheilk. 9. — ⁵⁾ l. c. — ⁶⁾ Arch. f. path. Anat. 15. — ⁷⁾ Beiträge zur Anat. u. Physiol. von Eckhardt 3. Gießen 1863. — ⁸⁾ Untersuchungen zur Physiol. und Pathol. von Friedrich und H. Nasse. Bonn 1835.

weniger um Wegfall cerebraler Hemmung, als um Wirkung des mechanischen Reizes bei der Zerstörung des Markes handeln. Eher könnte schon an Wegfall der Hemmung gedacht werden, wenn bei Erhängten und Enthaupteten Erektion eintritt¹⁾; Spina²⁾ erzielte diese experimentell durch Quertrennung des Rückenmarks bei Meerschweinchen um so sicherer, je tiefer der Querschnitt angelegt wurde.

Wichtig ist die Beobachtung von Goltz³⁾, daß die reflektorische Erektion bei Reibung des Präputiums sicherer eintritt, wenn das Lumbalmark durchtrennt, als wenn es intakt ist; hier ist offenbar an wegfallende Hemmung zu denken. Andererseits läßt sich bei intaktem Rückenmark die Hemmung reflektorisch verstärken, indem Hautreize appliziert werden, z. B. durch eine Hinterpfote ein elektrischer Reiz geschickt wird.

Spina will die Auffassung Goltz' bezüglich Wegfalls von Hemmungen bei Rückenmarksquertrennung deshalb zum mindesten nicht als sicher zutreffend gelten lassen, weil die leichtere Auslösbarkeit des Erektionsreflexes sich erst einige Tage nach der Quertrennung geltend macht. Spina hält anfängliche Shockwirkung und dadurch bedingte Unerregbarkeit und nachherige Myelitis und dadurch bedingte erhöhte Erregbarkeit für die möglichen Ursachen des Goltzschen Befundes.

Mir scheint indessen die Annahme von Goltz besser mit sonstigen Erfahrungen zu stimmen, daß das Ausbleiben der Erregbarkeitssteigerung in den ersten Tagen auf Reizungsvorgängen in dem abgetrennten unteren Rückenmarksende beruhe, die ebenso wirken, wie die normalerweise vom intakten Rückenmark herabkommenden Hemmungseinflüsse. Gerade das späte Auftreten der Erregbarkeitssteigerung spricht meines Erachtens entschieden für die Existenz solcher Hemmungen, also für Goltz und gegen Spina.



Übersicht über den Genitalnervenplexus und seine spinalen Wurzeln beim Kater. Nach Langley und Anderson.

¹⁾ A. Götz, Über Erektion und Ejakulation bei Erhängten. Inaug.-Dissert. Berlin 1898 (dort auch die ältere Literatur). — ²⁾ Wiener med. Blätter 1897. — ³⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 8 (1873).

Ob dieselben Zellen Erektion und Ejakulation beherrschen, kann bezweifelt werden, da Ejakulation ohne Erektion auch bei nicht krankhaftem Zustande eintreten kann. Remy¹⁾ fand auf der *Vena cava inf.* ein kleines Ganglion, dessen Reizung nur Ejakulation bewirkt. Da es auch beim Kaninchen leicht gelingt, durch Reizung des zum *Ductus deferens* ziehenden Nerven (s. M. Loeb²⁾) regelmäßig Samenleiterbewegungen ohne die geringste Erektion zu erzielen, ist jedenfalls nicht daran zu denken, den Ejakulationsreflex bloß auf stärkere Erregung derselben Zentren zurückzuführen, die, schwächer erregt, Erektion erzeugen. Getrennte zentrifugale Bahnen für beide Reflexe sind sicherlich vorhanden, getrennte Zentralorgane wahrscheinlich.

Das überaus komplizierte Gewirr der Beckennerven ist von Langley und Anderson (a. a. O.) untersucht worden. Fig. 24 (a. v. S.) zeigt nach den genannten Forschern die Entstehung der in Betracht kommenden Nerven aus dem *Nervus hypogastricus* und dem zweiten bis vierten Sacralnerven (Kaninchen). Bei der Katze sind die Verhältnisse ähnlich. Zum *Ductus deferens* treten die (dem Hypogastricus entstammenden) Nervenäste am unteren (der Prostata zugewendeten) Ende des Ganges. Ihre Reizung löst Bewegungen des ganzen Ductus aus, auch wenn dieser samt Hoden und Nebenhoden völlig frei präpariert ist und nur noch mit Samenblasen und Prostata zusammenhängt.

Von Gifteinflüssen auf die Tätigkeit der Genitalzentren ist zu erwähnen, daß nach Spina³⁾ beim Meerschweinchen Opium und Strychnin die Reizbarkeit erhöhen, Chloroform sie herabsetzt, Curare in großen Dosen sie aufhebt. Atropin in Dosen, die den Vagus lähmen, lähmt die Erigensfunktion nicht [Nikolsky⁴⁾ hatte dies behauptet].

Daß die sogenannten Aphrodisiaca (geschlechtstriebsteigernde Arzneimittel) auf die Zentren der Erektion und Ejakulation wirken sollten, ist zum mindesten zweifelhaft. Sofern sie überhaupt in dem behaupteten Sinne wirksam sind, dürften sie teils auf die höheren Zentren, speziell die Rinde des Großhirns wirken, teils aber lokale Reizzustände in den Harn- und Samenwegen erzeugen (wie es beispielsweise die Canthariden sicher tun).

4. Die Nerven des männlichen Gliedes

zerfallen nach herkömmlicher Unterscheidung in cerebrospinale und sympathische, doch muß sogleich bemerkt werden, daß auch die ersteren sympathische Fasern in nicht geringer Zahl führen. Von den Spinalnerven kommen in erster Linie der *Nervus pudendus* und der *N. erigens* in Betracht, ein dritter, *N. ileoinguinalis*, geht nur bis zur Wurzel des Penis. Von den vier Ästen des *N. pudendus* (der aus den Sacralnerven I bis IV stammt, besonders aus III) haben nur der *N. perinei* und *N. dorsalis penis* Bedeutung für den Penis selbst. Ersterer innerviert die *M. ischio-* und *bulbo cavernosus*, den *Bulbus urethrae* und die Schleimhaut im oberen Harnröhrenteil. Der *N. dorsalis penis* verläuft mit der Dorsalarterie bis zur Eichel, innerviert deren Haut, das Präputium, die Schwellkörper des Penis und den vorderen Teil der Harnröhre. Da der *N. pudendus* für den Penis auch vasoconstrictorische Fasern führt, müssen ihm sympathische Anteile beigemischt sein, die aus dem *Plexus hypogastricus* stammen.

¹⁾ Journ. de Anat. et de physiol. 1886. — ²⁾ Beitrag zu den Bewegungen des Samenleiters usw. Inaug.-Dissert. Gießen 1866. — ³⁾ Wiener med. Blätter 1897, Nr. 10 bis 13. — ⁴⁾ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1879.

Der *N. erigens* enthält ebenfalls spinale und sympathische Fasern, erstere aus dem III. und IV. (beim Hunde nach Eckhard I. und II.) Sacralnerven, letztere im *Plexus hypogastricus* ihm beigemischt ¹⁾, in den sie wiederum vom *Plexus mesentericus* herabsteigen. Aus diesen sympathischen Fasern entstehen weiterhin die *Nervi cavernosi*, welche die Schwellkörper innervieren.

Von den genannten Nerven ist der *N. perinei* motorischer Nerv für die Ejakulationsmuskulatur, der *N. dorsalis penis* sensibler Nerv für den größten Teil des Penis, *N. erigens* hauptsächlich Vasodilatator für die Schwellkörpergefäße. Genauer lassen sich die Funktionen der einzelnen Nerven beim Menschen noch nicht präzisieren, doch dürften sie sich sehr ähnlich verhalten wie beim Hunde, bezüglich dessen die eingehenden Untersuchungen Eckhards ²⁾, sowie unter den neueren namentlich die Arbeiten François-Francks ³⁾ und Langleys ⁴⁾ befriedigende Klarheit geschaffen haben.

Sowohl der *N. erigens* wie der *N. pudendus* führen reichliche Gefäßfasern, und zwar beide sowohl Constrictoren wie Dilatatoren. Letztere überwiegen im *Erigens*, erstere im *Pudendus*. Dieser ist zugleich, wie erwähnt, zentripetalleitender Nerv.

Reizt man einen der beiden Nerven, die jederseits aus dem Sacralplexus heraustreten, oder auch die beiden Nerven einer Seite, so beginnt, wie zuerst Eckhard fand, ein Anschwellen des Bulbus am Harnröhrenschwellkörper, das sich nach vorn fortpflanzt und auch auf die Peniskörper übergreift, die Erektion.

Nikolsky ⁵⁾ wollte diesen Effekt nur dem unteren der beiden Nerven, der aus der zweiten Sacralöffnung kommt, zuerkennen, während der obere entsprechende Nerv antagonistisch dazu wirken und bei gleichzeitiger Reizung beider die Wirkung paralisieren sollte. François-Franck erhielt indessen im letzteren Falle wie Eckhard die typische *Erigens*wirkung.

Es besteht ein Tonus des *Erigens*; wird dieser durchschnitten, so verengern sich die Gefäße der Schwellkörper, aus einer Schnittwunde fließt noch weniger Blut als in der Norm aus.

Darüber, ob Reizung des *N. hypogastricus* Erektion bewirkt, gehen die Angaben auseinander. Budge ⁶⁾ hatte für das Kaninchen, François-Franck ⁷⁾ für den Hund positive Angaben gemacht, während Langley und Anderson ⁸⁾ in keinem einzigen Falle Anschwellung, dagegen zuweilen Abschwellung des Penis sahen. Sie vermuten bei François-Franck als Fehlerquelle Stromschleifen oder Reflexe. Ich habe beim Kaninchen ebenfalls keine Erektion auf *Hypogastricus*reizung gesehen.

Daß die Erektionshemmung durch Vasoconstrictoren geschieht, hat beim Meerschweinchen Spina ⁹⁾ nachgewiesen, der zugleich zeigen konnte, daß diese Fasern im Rückenmark absteigen. Durchschneidung dieser Bahnen ist es nach Spina, welche bei der Quertrennung Erektion und Ejakulation auslöst.

Eckhard ¹⁰⁾ hat die Wirkung der *Erigens*reizung am Hunde studiert. Die Anschwellung des *Corpus cavernosum urethrae* beginnt am Bulbusende, pflanzt sich nach vorn fort und geht dann auf die Penis-schwellkörper über.

¹⁾ Vgl. hierzu die oben auf S. 81 wiedergegebene Figur nach Langley und Anderson. — ²⁾ l. c. — ³⁾ Arch. de physiol. norm. et path. 27 (1895). — ⁴⁾ Journ. of Physiol. 12 (1891); 19 (1895/96). — ⁵⁾ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1879, S. 209. — ⁶⁾ l. c. — ⁷⁾ Arch. de physiol. norm. et path. 1895. — ⁸⁾ Journ. of Physiol. 19, 103. — ⁹⁾ Wiener med. Blätter 1897. — ¹⁰⁾ l. c. 3 (1863).

War einer der Schwellkörper angeschnitten, so sickert in der Ruhe tropfenweise dunkles Blut heraus, wenige Sekunden nach der Reizung aber fließt hellrotes Blut aus. Aus der *Vena pudenda communis* fließt etwa achtmal so viel Blut als im Ruhezustande, aus der Dorsalvene sogar 15mal so viel. Lovén¹⁾ sah die kleinen Arterien bei *Erigens*reizung spritzen. Zu ähnlichen Ergebnissen kam Nikolsky²⁾, indem er das aus der Dorsalvene strömende Blut durch eine Kanüle ableitete und auffing. Nikolsky hatte auch angegeben, Atropin hebe die *Erigens*wirkung auf. Spina (l. c.) konnte dies indessen nicht bestätigen; es wäre auch sehr überraschend, da Atropin auf andere Vasodilatoren, wie die Chordafasern, nicht lähmend wirkt. Nikolsky hatte den *Erigens* als einen Hemmungsnerven ähnlich dem Herzvagus aufgefaßt.

Der *Musculus cremaster*, dessen Wirkung in einer Hebung des Hodensackes besteht, ist außer beim Menschen auch beim Hunde (nicht aber bei der Katze und beim Kaninchen) vorhanden. Er wird vom genitalen Aste des Genitocruralnerven (Langley und Anderson³⁾) innerviert, seine motorischen Fasern stammen aus dem 3. bis 4. Lumbalnerven. Sherrington⁴⁾ fand beim Affen (Rhesus) den 2. bis 4. Lumbalnerven in gleichem Sinne wirksam.

A n h a n g.

Die Wirkung der Geschlechtstätigkeit auf den Gesamtorganismus.

Der Begattungsakt ist nicht ohne Einfluß auf die Tätigkeit anderer Organe des Körpers. In der zur Begattung führenden Erregung dürfte der Puls wohl meistens beschleunigt sein, auf der Höhe der Erregung wird der Herzschlag langsam und stark, was auf Vaguserregung hinweist. Wahrscheinlich spielen sich im Gebiete der Gefäßnerven beträchtliche Erregungsvorgänge ab, wie überhaupt das ganze Nervensystem stark in Mitleidenschaft gezogen wird; dies äußert sich im Gefühl von Erschöpfung nach dem Coitus, das übriges außerordentlich wechseln dürfte.

Charakteristisch ist der plötzliche Wechsel des psychischen Zustandes, der „Stimmung“. Die Behauptung, die sich in dem Satze: *omne anima post coitum triste* ausspricht, ist aber zum mindesten ganz bedeutend übertrieben.

Bemerkenswert sind die Wechselbeziehungen zwischen Nase und Geschlechtsorganen. Einerseits hat, wie schon oben bemerkt, das Riechorgan entschieden eine gewisse Bedeutung für die Auslösung und Steigerung des Begattungstriebes, sicher bei vielen Tieren, wahrscheinlich auch bei nicht wenigen Menschen⁵⁾. Andererseits scheinen aber auch Beziehungen zwischen dem nicht-olfactorischen Teil der Nase und der Genitalsphäre zu bestehen. Das schwellkörperartige Gewebe mancher Partien der Nasenschleimhaut

¹⁾ Ber. d. sächs. Akad. d. Wissenschaften 1866. — ²⁾ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1879, S. 209. — ³⁾ Journ. of Physiol. 19, 92. — ⁴⁾ Ebenda 13, 683, 1892. — ⁵⁾ Vgl. hierzu: A. Hagen, Die sexuelle Oosphresologie. Charlottenburg, Barsdorf, 1901 und das zitierte Werk von Kuttner.

beteiligt sich, wie es scheint, häufig an den An- und Abschwellungsvorgängen in den Genitalorganen. Genauerer über diesen Zusammenhang und seinen biologischen Zweck ist nicht bekannt, doch darf wohl vermutet werden, daß jene An- und Abschwellung in der Nase nicht ohne Beziehung zur olfaktorischen Funktion der Nase ist.

Daß von der Nase aus die Genitalorgane auf andere Weise als durch Geruchsreizwirkung beeinflußt werden können, dürfte außer Zweifel stehen. Die Literatur über diese Frage findet sich recht vollständig bei Kuttner (Die nasalen Reflexneurosen und die normalen Nasenreflexe, Berlin, Hirschwald, 1904).

Die namentlich von Fliess¹⁾ etwas übertrieben dargestellte Verknüpfung der nasalen und genitalen Pathologie und desselben Autors Lehre von der *Dysmenorrhoea nasalis* ist durch Kuttner (a. a. O.) und andere Autoren auf ein weit bescheideneres Material von Tatsachen zurückgeführt worden. Als sicher gilt aber selbst den kritischsten Forschern, daß schon leichte Eingriffe an der Nasenschleimhaut bei Schwangeren zum Abortus führen können, was Küppers²⁾ zuerst ausgesprochen zu haben scheint³⁾.

Die erwähnten An- und Abschwellungsvorgänge in der Nase fehlen auch beim Manne nicht.

Von eingreifendster Bedeutung sind Wirkungen einzelner Teile des Genitalapparates auf den Stoffwechsel im ganzen und auf die Entwicklung und Erhaltung gewisser Organe und Funktionen im speziellen. Nichts kennzeichnet diesen Zusammenhang besser als die Wirkung der Kastration. Da diese Frage schon oben (S. 41 ff.) behandelt wurde, genüge hier der kurze Hinweis darauf.

¹⁾ Die Beziehungen zwischen Nase und weiblichen Geschlechtsorganen, Leipzig und Wien 1897 und: Über den ursächlichen Zusammenhang von Nase und Geschlechtsorganen, Halle 1902. — ²⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1884, S. 828. — ³⁾ Auch hierüber Literatur und kritische Erörterungen bei Kuttner (a. a. O.).