(Aus dem I. Anatomischen Institut der Universität Budapest.)

Anatomisch - histologische Untersuchungen über die Erektion.

Von
Dr. Franz Kiss,
Prosektor.

Mit 20 Textabbildungen und 1 Tafel.

(Eingegangen am 1. Juni 1920.)

I. Teil.

Das Verhältnis der Dammuskeln zu den Blutgefäßen des Penis.

In diesem ersten Teil meiner die Erektion betreffenden anatomischen Untersuchungen¹⁾ soll die sog. Kompressions- oder mechanische Theorie einer näheren Betrachtung unterzogen werden, d. h. die Theorie, der zufolge der Hauptfaktor oder zumindest einer der wichtigsten Faktoren bei der Erektion in einer Kompression der Venen der Schwellkörper von Seiten der Dammuskeln, insbesondere von seiten des M. transv. perinei prof. gegeben sei. Ich will es vorwegnehmen, daß meine Präparate, sowohl die makroskopischen, wie im besonderen die mikroskopischen auf das entschiedenste dieser Theorie widersprechen, so daß ich es als höchst wünschenswert bezeichnen möchte, daß diese schwach begründete, aber trotzdem merkwürdig langlebige Theorie nun einmal endgültig aus der Literatur verschwinde. Gewöhnlich wird hauptsächlich dem M. transv. perinei prof. diese komprimierende Wirkung zugeschrieben, doch begegnen wir in der Literatur Angaben [Regnier de Graaf (1785), C. Krause (1831), Houston (1836), Günther (1837), Kobelt (1844), Luschka (1864), Hyrtl (1889), Gray (1890), Debierre (1890), Testut (1894) Gegenbaur (1899)], denen zufolge auch anderen Dammuskeln, insbesondere dem Houston'schen Muskel, sowie den Mm. ischio- und bulbocavernosus eine solche Rolle zukomme, indem sie die Fähigkeit haben, die zwischen ihren Fasern hindurchtretenden oder unter ihnen verlaufenden Venen zusammenzudrücken. Meine Erfahrungen zeigen, daß in Wirklichkeit die Venen der Schwellkörper nicht durch diese Muskeln hindurchgehen, auch nicht unter ihnen ihren Weg nehmen, so daß die ganze Annahme der venösen Stauung durch Muskeldruck der anatomischen Grundlage entbehrt.

Betrachten wir aber die Frage etwas näher.

¹⁾ Meine Untersuchungen wurden in Kolozsvár (Siebenbürgen) im Anatomischen Institut des Prof. L. v. Davida und im Histologischen Institut des Prof. St. v. Apáthy begonnen und auch schon so weit gefördert, daß die wichtigsten Ergebnisse derselben bei meiner Übersiedelung nach Budapest (1917) bereits fertig standen. Beiden Herren Professoren bin ich zu großem Dank verpflichtet.

1. Literarisches.

Der eigentliche Urheber der Kompressionshypothese ist Santorini (*Observationes anatomicae* 1775), nach dessen Angabe die Muskeln der Pars prostatica und membranacea urethrae durch ihre Zusammenziehung den Rückfluß des Blutes verhindern (ad refluxum sanguinem retardandum). Auch Regnier de Graaf (1785), C. Krause (1831) und Günther (1837) huldigen dieser Annahme.

Der Prager Anatom Bochdalek bezeichnet in seiner im Jahre 1854 erschienenen Arbeit sich selbst als den Urheber dieser Theorie, die er als eine „bisher übersehene Einrichtung“ schildert. Er beschreibt unter dem Namen *M. ischioprostaticus* einen vermeintlich neuen Muskel, der aber in Wirklichkeit vollkommen dem *M. transv. per. prof.* entspricht. Die Bezeichnung *Diaphragma urogenitale* kommt bei Bochdalek nicht vor, doch ist es nicht fraglich, daß die Venen und Muskeln, von denen er spricht, Teile des *Diaphragma* sind. In den im *Diaphragma* befindlichen venösen Geflechten erblickt er einen zweiten Schwellkörper mit weiteren Hohlräumen. Er legt darauf Gewicht, daß schon diese kavernöse Anordnung nebst dem gewundenen Verlauf der Venen hindernd auf den Rückfluß des Blutes wirken muß, so daß „selbst ohne Zutun der Muskeln die Erektion bedeutend lange andauern könnte“ (S. 121). Dazu kommen aber noch die Muskeln, die mit dem hinter der Symphyse befindlichen venösen Geflechte zusammenhängen, ferner die Sehnen und die elastischen Elemente, die zusammenwirkend die Venen so fest zusammenpressen, daß, „solange die größtenteils unwillkürliche Kontraktion anhält, wohl wenig oder gar kein Blut über diese Striktur heraus zu gelangen vermag“ (S. 122). Mit seinen Vorgängern nimmt Bochdalek auch einen gleichzeitig gesteigerten Zufluß des arteriellen Blutes in die kavernösen Räume an.

Kohlrausch (1854) und Mercier (1857) sind ebenfalls Anhänger einer Kompression des Plexus Santorini von seiten der Dammuskeln.

Langer (1862) stellt eine neue Erklärung der Erektion auf, derzufolge die Stauung des Blutes in den Schwellkörpern in der besonderen Ursprungsweise der Venen begründet sei, doch schließt er auch eine Kompression der Venen nicht ganz aus. Er beschreibt in der Wandung der Venen des Plexus Santorini eine ansehnliche Muskulatur und erklärt deren Rolle folgendermaßen (S. 168): „Trotz der Anastomosen des Pl. Santorini mit den äußeren Schamvenen und den Verstopfungsvenen dürfte die eigentümliche muskulöse Trabekularbildung in den Wandungen dieser Venen auch ein nicht unerhebliches Hindernis im Abfluß darbieten, besonders, wenn man sich diese Muskulatur während der Erektion kontrahiert denkt. Ist die Hypothese von der Relaxation der Arterienwände begründet, so muß zwischen diesen und den Wänden des Pl. Santorini offenbar ein antagonistisches Verhältnis bestehen.“

Henle entwickelt im Jahre 1863 von neuem die Theorie der Rolle des Diaphr. urogen. bei der Erektion; in seinem 1871 erschienenen Lehrbuch erhalten wir dann eine noch ausführlichere Darstellung dieser von ihm als neu bezeichneten Theorie. In mehreren Abbildungen (Abb. 403, 404, 405) werden schlingenförmige Muskeln dargestellt, die die Vv. prof. penis umfassen und sie angeblich an den Knochen drücken können. Auch bei den späteren Autoren wird gewöhnlich Henle als der Begründer der Kompressionstheorie hingestellt.

Luschka (1864) und Josef v. Lenhossék (1871) machen sich diese Erklärung ebenfalls zu eigen.

Sozusagen vereinzelt steht mit seiner Ansicht Lesshaft (1873), der über die Tätigkeit des *M. sphinct. urethrae membr.* folgendes angibt: 1. in erster Reihe verengt er den häutigen Teil der Harnröhre, 2. „er spannt bei seinen Kontraktionen die Wände des Venengeflechtes des *Labyrinthus venosus Santorini*, bewirkt eine Füllung dieses Geflechtes und trägt hiermit zu einer leichteren Erschlaffung des erigierten Gliedes bei“.

W. Krause (1876) hält es ebenfalls für möglich, daß der *M. transv. per. prof.* die Venen zusammendrückt.

Sehr bestimmt äußert sich Paulet (1877); er hält es für festgestellt, daß die Muskelwirkung bei der Erektion auch bei Carnivoren, so insbesondere beim Hunde eine Rolle spiele. Bezüglich des Menschen führt er aus, wie verschiedene Ansichten über die Funktionen des *M. transv. per. prof.* geäußert worden sind und gibt dann folgendes an: „J'ai obtenu des resultats qui ne laissent aucun doute dans mon esprit et qui, je l'espère, n'en laisseront pas davantage dans celui de mes lecteurs“ (S. 172). Auch er hält den *M. transv. per. prof.* für einen Kompressor der Penisvenen.

Nach Hyrtl (1889) „übt der *M. transv. per. prof.* eine komprimierende oder wenigstens verengernde Wirkung auf dieses Gefäß (*V. prof.*) aus, welche an der Erektion des Gliedes einen unverkennbaren Anteil nimmt“ (Lehrbuch, S. 841).

Einer eigenartigen Erklärung der Erektion begegnen wir bei Sappey (1889). Er geht von der nach meinen Untersuchungen vollkommen unrichtigen Annahme aus, daß die *V. dors. prof. penis* nicht nur aus den Schwellkörpern der Urethra und der Eichel ihr Blut beziehe, sondern auch aus den *Corpp. cav. penis*, ja letztere sollen die Hauptbezugsquellen dieser Vene sein. Letztere steht nach ihm unter dem Einfluß der den Penis umgebenden elastischen Haut, die bei der Erektion durch ihre Spannung auf die Vene einen Druck ausübe und in ihr eine Stauung hervorrufe. Somit hat die Erektion zwei Ursachen: 1. stärkeren Blutzufluß, 2. die Kompression der Venen durch die soeben erwähnte elastische Haut und durch die glatte Muskelschicht, die sich in zusammenhängender Lage unter der Haut des Gliedes ausbreitet; letztere nennt er „*enveloppe musculaire ou muscle péripénien*“, sie ist identisch mit der Schichte, die neuerdings als *Tun. dartos penis* bezeichnet wird.

Dieser Erklärung schließt sich vollinhaltlich auch Testut an (1894). Die tiefen Venen werden nach ihm durch die *Fascia penis (enveloppe élastique)*, die oberflächlichen durch die *Tun. dartos* komprimiert, daneben spricht er auch dem sog. Houstonschen Muskel, nämlich der sehr fragwürdigen Muskelschicht, die sich vom *M. bulbocavern.* ausgehend über dem Penisrücken quer erstrecken soll, eine ähnliche Wirkung zu, indem derselbe im ganzen Bereich der *V. dors. penis* die Blutstauung fördern soll (*elle amène une stase sanguine*). Auch bei Testut begegnen wir der vollkommen irrümlichen Angabe, daß die *V. dors. penis prof.* die ableitende Vene auch der *Corpp. cav. penis* sei. Den *M. transv. per. prof.* hält er gleich Sappey für ein kontraktiles Diaphragma, doch nimmt er daneben noch eine komprimierende Wirkung desselben auf die Venen an und

hält ihn demgemäß für einen der Faktoren beim Zustandekommen der Erektion (l'un des agents de l'érection; S. 1014).

Denselben Erklärungsversuch lesen wir in der topographischen Anatomie von Testut-Jacob.

Dieser französischen Theorie begegnen wir nur noch bei zwei Autoren, nämlich bei Merkel in seinem Handbuch der topogr. Anatomie und bei Waldeyer in der Monographie über das Becken (1900). Nach Merkel „wird die V. dors. penis durch die Spannung der fibrösen Blätter, zwischen welchen sie verläuft, eingeklemmt und dadurch der Blutabfluß in ihr erschwert“. Im weiteren wiederholt er dann ausführlich Henles Erörterungen über den M. transv. per. prof., denen er sich anschließt. Die Muskeln des Diaphragma urogen. pressen die Vv. prof. penis durch ihren „tonischen Krampf“ an den Knochen, welche Venen — gibt er wiederholt an — die Hauptableitungsvenen des Blutes der Corpp. cav. penis sind. Besonders hervorzuheben ist, daß nach Merckels Darstellung die Schwellkörper des Penis und der Harnröhre miteinander kommunizieren. (Meine Befunde haben das Gegenteil ergeben.) Durch die Kompression „werden die Venen in ihrem Lumen stark verkleinert, vielleicht ganz geschlossen. Die A. prof. penis nimmt im Gegensatz hierzu ihren Weg lateral von den Venen, in dem sehnigen Ursprung der Muskulatur, so daß sie von der Zusammenziehung dieser letzteren nicht beeinflußt werden kann“ (S. 108).

Waldeyer nimmt folgende Momente als Ursachen der Erektion in Anspruch: 1. Erweiterung und Verkürzung der Arterien durch Wirkung der von Eckhardt entdeckten Nervi erigentes, 2. Stauung des Blutes in den Venen durch folgende Ursachen: a) die V. dorsalis wird durch das steife Glied an die Symphyse gedrückt und gleichzeitig durch die gespannte Haut und Fascia penis etwas komprimiert, b) die Zusammenziehung des M. trigoni urogenit., sowie die Schwellung der Corpp. cavernosa hindert den Rückfluß des Blutes in den Vv. circumflexae.

Auch nach Brösike (1908) kommt der Muskulatur des Diaphragma urogenit. die wichtigste Rolle bei der Erektion zu, indem der M. transv. per. prof. die durch ihn hindurchtretenden Vv. prof. penis dermaßen komprimiert, „daß der Blutstrom völlig unterbrochen wird“.

Retterer (1902), der sich neuerdings in einer Reihe von Arbeiten mit der vergleichenden Anatomie der Geschlechtsorgane befaßt hat, hält zwar die Kompression der Venen nicht für den wichtigsten Faktor bei der Erektion, schließt aber die Bedeutung der Muskulatur bei diesem Vorgang doch nicht ganz aus. „Les grosses veines profondes se trouvent plus ou moins fortement comprimées lors de leur passage à travers les plans musculaires du périnée, etc.“ (S. 513).

Die Physiologen sind im allgemeinen zwar keine Anhänger der Hypothese von der venösen Stauung, indem sie die Ursache der Erektion hauptsächlich in den Arterien suchen (Aa. helicinae, Ebnersche Polster), erwähnen aber doch gewöhnlich diese Hypothese, wobei sie sich ohne besondere Stellungnahme auf die Anatomen berufen. Nagel (1907) äußert sich dahin, daß nach den bisherigen Erfahrungen es bestimmt auszuschließen ist, daß die Kompression der Venen die Ursache der Erektion sei, „anderseits kann man aber auch nicht mit Sicherheit eine gewisse untergeordnete Beteiligung dieses Momentes ausschließen“.

In der mir zur Verfügung stehenden Literatur fand ich insgesamt drei Arbeiten, worin auf Grund mikroskopischer Untersuchungen auf das bestimmteste geleugnet wird, daß den Dammuskeln, insbesondere dem *M. transv. per. prof.* irgendwelche komprimierende Wirkung auf die Venen des Gliedes zukomme. Wie wenig diese Äußerungen aber beachtet wurden, zeigt die obige literarische Zusammenstellung.

Cadiat (1877) ist der erste, der auf Grund seiner an Neugeborenen angestellten mikroskopischen Untersuchungen bestimmt angibt, daß die Gefäße des Penis überhaupt in keinen näheren Beziehungen zu den Muskeln stehen, indem sie auch im Bereich des *Diaphragma urogenit.* nicht direkt im Muskel, sondern in einem bindegewebigen Lager verlaufen. Er leugnet auch die Existenz des Wilsonschen und Guthrieschen Muskels¹⁾.

In gleichem Sinne äußert sich Tschaussow (1883) auf Grund viel eingehenderer Untersuchungen. Seine Studien, deren Material den Leichen zweier Erwachsenen, ferner mehrerer einige Monate alter Kinder und einiger Feten entnommen wurde, wurden teils auf dem Wege makroskopischer Präparation, teils an mikroskopischen Schnittserien angestellt. Die Ergebnisse derselben sind folgende: Der äußere, sehnige Rand des *M. transv. per. prof.* wird von 2—4 *Vv. prof. penis* durchbohrt, die *V. pud. comm.* geht hauptsächlich aus dem Zusammenfluß der *V. dorsalis* und der *Vv. prof. penis* hervor. Die aus dem *Bulbus urethrae* kommenden 1—2 kleinen Venen anastomosieren vor dem Anus mit dem *Plexus haemorrhoidalis*. Die mikroskopischen Bilder zeigen, daß im Bereich der *Pars prostatica* und *membr.* die stärkeren Äste des *Plexus Santorini* alle außerhalb der Muskelschichte dicht an deren Rand ihre Lage haben und daß nur ganz unbedeutende und in Begleitung von kleineren Arterien in der Umgebung der Harnröhre in den verschiedensten Richtungen verlaufende venöse Ästchen den Muskel durchsetzen. Diese Ästchen sind aber in ihrer Gesamtheit viel zu schwach, um als wesentlichere Abführwege des Blutes der Schwellkörper in Betracht kommen zu können. Die Präparate Tschaussows zeigten, daß auch die zahlreichen aus den *Crura penis* und dem *Bulbus urethrae* entspringenden Venen, die zu einem Geflecht vereinigt den von *J. v. Lenhossék* beschriebenen *Plexus bulbocavernosus* bilden, mit Ausnahme einiger weniger, durch den *M. bulbocavernosus* und den sehnigen Rand des *M. transv. per. prof.* hindurchtretender Zweige insgesamt außerhalb der Muskeln verlaufen und teils in die *V. pudenda comm.* übergehen, teils mit den *Vv. haemorrhoid.* in Verbindung treten. Demgemäß bezweifelt Tschaussow eine Beteiligung der Muskeln des *Diaphr. urogen.* bei der Erektion. Im letzten Teil seiner Arbeit macht Tschaussow Angaben über die angebliche Anastomose der *Corpp. cavernosa penis* und *urethrae*, über die Ursprungsweise der *V. dors. penis*, sowie über die vermutliche Kompression dieser Vene von seiten des *M. ischiocavernosus* (!), die meinen Erfahrungen gemäß unzutreffend sind und sich gegenseitig auch teilweise widersprechen. Den Hauptfaktor der Erektion erblickt er in dem gesteigerten Zufluß des arteriellen Blutes; „der Muskeleinfluß ist sehr gering, wenn er überhaupt existiert“.

Endlich die dritte in diesem Sinne lautende Äußerung ist die von Kalischer

¹⁾ Im gleichen Band mit der Cadiatschen Arbeit erschien die oben referierte Mitteilung Paulets, die ein ganz entgegengesetztes Ergebnis enthält.

(1900). Es wurden hauptsächlich mikroskopische Serien der Dammuskeln untersucht, und zwar sowohl von Kindern wie von Erwachsenen. Er hebt hervor, daß sich vor dem von ihm „*M. urethro-transversalis*“ genannten *M. transv. per. prof.* kein weiterer Quermuskel befindet; zwischen dem zirkulären *M. sphinct. urethrae membr.* und dem Knochen liegt nur Bindegewebe, das die Blutgefäße umgibt. Demgemäß bezeichnet er es als ausgeschlossen, daß die Kontraktion des *M. sphincter urogenit.* von Einfluß auf die Gefäße sei; wäre übrigens eine solche Beeinflussung auch vorhanden, so könnte sie sich überhaupt nur in einer Erweiterung der Gefäße durch Wirkung des sich zusammenziehenden Muskels äußern.

2. Eigene Untersuchungen.

Der Ausgangspunkt meiner auf das Verhältnis der Dammuskeln zu den Gefäßen des Penis bezüglichen Untersuchungen war das Bestreben, durch eigene Studien mir eine Vorstellung zu bilden über das Zustandekommen der Erektion, die mir durch die bisher vorliegenden Untersuchungen durchaus nicht befriedigend geklärt zu sein schien. Insbesondere schien mir eine Nachprüfung der Angaben zahlreicher Autoren und besonders Henles über die Kompression der Venen geboten, um so mehr, da diese Angaben von Tschaussow und Kalischer bezweifelt worden sind, trotzdem aber in der Literatur auch hernach noch wiederkehren. Die unmittelbare Veranlassung, mich mit der Frage zu beschäftigen, war darin gegeben, daß ich die in Henles Abbildungen dargestellten schlingenförmigen Muskeln vergeblich suchte.

Meine Mitteilungen beziehen sich ausschließlich auf das männliche Geschlecht. Ich habe die Geschlechtsorgane von Neugeborenen, Kindern und erwachsenen Individuen durch makroskopische Präparation und in mikroskopischen Serien untersucht.

Bei der Präparation findet man in dem Winkel zwischen den beiden Crura penis stets eine leicht herauspräparierbare, dreieckige, ungefähr 0,5 cm dicke, feste bindegewebige Platte (Abb. 1), deren Spitze an der Vereinigungsstelle der beiden Crura liegt, während ihre Basis ungefähr entsprechend der mittleren Entfernung zwischen dem *Lig. arcuat. pubis* und dem membranösen Teil der Harnröhre sich unter spitzem Winkel mit der unteren Fläche des *Diaphr. urogen.* vereinigt; die beiden Seitenränder der Platte sind mit der *Tun. alb.* der Schwellkörper des Penis verwachsen. Die obere Fläche dieser Platte liegt dem unteren Teil der Symphyse, dem *Lig. arcuat. pubis* und zu beiden Seiten davon den unteren Ästen des Schambeines an, von welchen sie sich leicht abpräparieren läßt, ihre untere Fläche dagegen erscheint fest verwachsen mit der *Tun. alb.* des *Bulbus urethrae*. Diese Platte, die als *Lamina intercruralis* bezeichnet werden mag, wird schon bei Luschka erwähnt und ebenso auch bei Holl, der sie *Ligam. intercrurale* nennt.

An ihren beiden hinteren Seitenwinkeln entsendet diese *Lam. intercrur.* je eine sich allmählich verschmälernde, streifenförmige Fortsetzung längs der Crura nach hinten, die, einerseits mit den Crura, anderseits mit dem Rand des *Diaphragma* verwachsen, eine Verbindung zwischen diesen beiden Gebilden herstellt. Die Crura stehen mit dem *Diaphragma* bloß durch diese *Lam. intercrur.* in Verbindung. Aus dem Mitzuteilenden wird hervorgehen, daß die eigentliche

Bestimmung dieser Platte darin besteht, die Arterien des Penis aus dem Diaphragma in die Schwellkörper und die Venen desselben aus den Schwellkörpern in das Diaphragma hinzuleiten.

Zur Untersuchung der Blutgefäße des Gliedes stellte ich Injektionspräparate von Erwachsenen her (Abb. 2 und 3). Die Arterien wurden von der A. hypogastr. aus, die Venen von der hinteren Hälfte der V. dors. prof. aus proximal- und distalwärts injiziert, gleichzeitig auch alle drei Schwellkörper durch Einstich durch die Tun. alb. gefüllt. Eine vollkommene Füllung der tiefen Venen ist mit großen Schwierigkeiten verbunden. Im peripherischen Teil der V. dors. gelingt die Injektion leicht, wenn man vorher die im Stamme vorhandenen 1—2 Klappen mit einer Nadel zerstört hat. Auf diesem Wege erhält man eine Injektion der Eichel, des ganzen C. cav. urethrae, des Plexus retroglandularis, der Vv. circumflexae, der die beiden Arterien doppelt begleitenden kleinen Vv. comitantes, der aus dem Bulbus hervortretenden Venen und gelegentlich auch der V. dors. subcutanea; in den zentralen Stumpf der Vene dringt die Masse ohne jedes Hindernis unbegrenzt ein. Es füllen sich hierbei zunächst die starken Äste des Plex. Santorini, dann weiterhin die Vv. pud. comm., die Vv. hypogastr. und wenn man die Injektion noch weiter fortsetzt, die V. cava inf. und weiterhin die Venen des Canalis verteb. bis zum Gehirn hinauf, usw. Da sich in einem so großen Gebiet ein entsprechender Druck nicht erzielen läßt, bleibt die Injektion dieser Äste mehr oder weniger unvollkommen. Stets sehr gut injiziert erschienen in meinen Präparaten die Äste des Plex. prostat. und die abwärts laufenden klappenlosen Venen der Blase. Das Verfahren versagt aber vollkommen bezüglich der für uns wichtigsten Venen, insbesondere der Vv. prof. penis und der aus ihnen entstehenden Geflechte. Diese vereinigen sich, wie wir es noch weiter unten sehen werden, unter spitzem Winkel mit den übrigen Ästen des Plex. Santorini, aus denen die Masse nur rückläufig in sie gelangen könnte, was aber durch die stets vorhandenen Klappen verhindert wird. Zur Füllung dieser Venen bietet sich nur ein Weg, nämlich die Injektion von den Schwellkörpern

Abb. 1. Lamina intercruralis von oben. $\frac{3}{4}$.

a = Lam. intercruralis; b = N. dors. penis.

her durch die Tun. albug. Hier stellen sich aber neue Schwierigkeiten ein, die schon Langer in seiner vielzitierten Arbeit erwähnt¹⁾. Füllen wir nämlich die beiden Schwellkörper des Gliedes rasch und bis zur Spannung, so rufen wir den Zustand der Erektion hervor, wodurch wir künstlich die Abführwege des Blutes verschließen. Mit dem Mechanismus dieses Verschlusses will ich mich im dritten

Abb. 2. Die Venen des kleinen Beckens von vorn. 18 jähr. Mann. Teichmannsche Masse.
Vergr. $\frac{3}{4}$.

a = Plexus diaphragmatis urogenitalis, *b* = Plexus vesico-prostaticus, *c* = V. dors. penis prof., *d* = Vv. prof. penis, *e* = V. prof. (wahrscheinlich eine nährnde Vene der Tunica alb.), *f* = V. pubica int., *g*, *h* = Venen aus dem M. obtur. int., *i* = A. penis.

Teil meiner Arbeit beschäftigen, für die Technik der Injektion ist nur das eine wichtig, daß wir die Injektion nicht sofort bis zur vollen Spannung der Albuginea vollziehen dürfen, sondern sie bei der mäßigen Füllung der Schwellkörper für eine Zeit unterbrechen müssen, wodurch wir erreichen, daß die Cc. cavern. auf Grund ihrer Elastizität die Injektionsmasse allmählich in die Venen treiben,

¹⁾ C. Langer, Über das Gefäßsystem der männlichen Schwellorgane. 1 Tafel. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wissensch. 46. 1862.

was wir durch massierende Bewegung mit der Hand fördern können, indem wir nach Langers Vorgehen die noch flüssige Masse vorsichtig von der Eichel gegen die Crura penis treiben. Die Füllung der Vv. prof. penis gelang Langer auch bei diesem Vorgehen nur zum Teil. Nach meinen Erfahrungen führt die Anwendung der kalten Injektionsmasse eher zum Ziele als die der warmen, doch will ich erwähnen, daß einerseits es mir auch mit der Wachsinjektion in einem Falle bei einem 18jährigen Manne gelungen ist, die tiefen Venen genügend zu füllen und anderseits auch bei Anwendung des kalten Verfahrens der Erfolg nicht sicher ist. Bei nicht vollkommener Füllung der Schwellkörper gelingt es stets manuell die Masse in die tiefen Venen zu drücken, sie werden nach einigen Minuten schlaff, wonach man sie wieder füllen und das Verfahren 3—4 mal wiederholen kann, doch bedeutet dies immer noch keinen vollen Erfolg, da die Masse eventuell stets nur 1—2 größere Venen zum Abfluß benützt und sich so nicht alle tiefen Venen füllen. An den Präparaten, die zu histologischen Zwecken mit physiologischer Kochsalzlösung und Fixierflüssigkeit durchspült wurden, ergab sich auch die Ursache dieser Mißerfolge: einzelne Venen erscheinen durch Blutgerinnsel erfüllt, die sich weder durch das Wasser, noch durch die Fixierflüssigkeit, noch aber — wie es scheint — durch die Injektionsmasse heraustreiben lassen.

An meinen Injektionspräparaten (Abb. 2 und 3) konnte ich in Übereinstimmung mit den mikroskopischen Bildern folgendes feststellen.

1. V. dors. penis subcutanea (nicht gezeichnet). Eine schwächere oder stärkere Vene, die ihr Ursprungsgebiet in der Haut des Gliedes hat. Sie füllte sich oft bei der Injektion der V. dors. prof., was auf die zwischen den beiden vorhandene wohlbekannte Anastomose hinweist. Sie biegt sich nach der einen oder anderen Seite um und mündet in die V. saph. magna.

Es ist merkwürdig, daß trotz der Gegenwart dieser allgemein bekannten multiplen Anastomose zwischen den beiden Venen so viele Autoren in einer Kompression der V. dors. prof. oder des Plex. Santorini von seiten des jenseits dieser Anastomose befindlichen Diaphr. urogen. den wichtigsten Faktor beim Zustandekommen der Erektion erblickten, obwohl die subcutane Vene stark genug wäre, um einen erheblichen Teil des hierdurch am Abfluß gehinderten Blutes abzuleiten.

2. V. dors. penis prof. (Abb. 2). Wir begegnen bei vielen Autoren der Angabe, daß diese Vene nicht nur aus der Eichel und Urethra, sondern auch aus den Schwellkörpern des Penis ihr Blut beziehe [Luschka (1864), Anger (1869), Rüdinger (1873), Richet (1877), Tillaux (1884), Sappey (1889), Gegenbaur (1889), Gray (1890), Debierre (1890), Testut (1894), Delbet (1901), Charpy (1903), Eberth (1904), Testut-Jacob (1906), Rauber-Kopsch (1907), Merkel (1907)]. Die betreffenden Autoren stützen sich wahrscheinlich auf die alten Angaben von Joh. Müller, Kobelt, Kohlrausch und Langer, die sich schon früher in ähnlichem Sinne äußerten und die vermeintlichen Verbindungsäste zwischen den Cc. cav. penis und der V. dors. prof. sogar als Vv. emiss. sup. et inf. mit besonderen Namen versahen. Wenigstens habe ich bei den späteren Verfassern nirgends eine Spur selbständiger Nachforschung gefunden. Nach den Beschreibungen der meisten Autoren handelt es sich hier um wichtige

Abführwege des Blutes der Cc. cav. penis, obwohl der eine oder andere Autor hervorhebt, daß die Hauptableitungswege dennoch die aus den Crura kommenden Vv. prof. sind. Am weitesten geht in dieser Beziehung Benda (1902), in dessen Erklärungsversuch die V. dors. prof. als wichtigste Abflußbahn des Blutes aus den Cc. cav. penis figuriert.

Ich habe diese Verbindung an 15 erwachsenen Individuen vergeblich gesucht. In einem Teil der Fälle habe ich von der hinteren Hälfte der Vene her nach vorheriger Durchstechung der Klappen Teichmannsche oder warme Injektionsmasse, in anderen Fällen reines oder mit Methylenblau oder Fuchsin gefärbtes Wasser, wieder andere Male Äther, Terpentinöl und Luft injiziert mit dem Ergebnis, daß diese Stoffe ausnahmslos in allen Fällen leicht ihren Weg in die Glans und das Corp. cav. urethrae fanden, diese beiden ad maximum zur Spannung brachten, niemals dagegen, auch in Spuren nicht, in die Cc. cav. penis gelangten. Ich dachte an die Möglichkeit, daß eventuell die Klappen der angeblichen Vv. emissariae das Eindringen der Masse oder der Flüssigkeit in sie hinderten. Ich ging deshalb in der Weise vor, daß ich den Penis kurz vor der Symphyse zweimal fest unterband, um ein Abfließen der Masse durch die Vv. prof. zu verhindern und spritzte nun die Masse, resp. die oben erwähnten Flüssigkeiten durch Einstich durch die Tun. albug. mit einer Injektionsnadel ein, in der Hoffnung, die Masse auf diesem Wege in die V. dors. prof. treiben zu können. Es gelang mir die Unterbindung so gründlich vorzunehmen, daß durch sie das Vordringen der Masse in die Crura penis vollkommen unterbrochen wurde; die Schwellkörper füllten sich bis zur vollen Spannung, doch in die V. dors. prof. gelangte auch nicht eine Spur der Masse, ebensowenig, wie in den Schwellkörper der Urethra¹⁾. Die Masse staute sich und drückte nach Aufhören der Injektion den Stempel zurück. Auch bei nicht unterbundenem Penis gelang es niemals durch Injektion des C. cav. penis das C. cav. urethrae zu füllen²⁾. Auch mir ist es bekannt, daß man manchmal ganz dünne Ästchen sieht, die scheinbar aus dem C. cav. penis auftauchen und sich in die V. dors. prof. ergießen, eine Injektion dieser Ästchen zeigte mir aber, daß sich dieselben bloß aus der Tun. albug. herausbilden und in den Schwellkörper gar nicht eintreten. Auch in einer meiner Schnittserien (10 μ) beobachtete ich eine sich mit der V. dors. prof. verbindende Vene, die anscheinend aus dem Corp. cav. penis entsprang, doch ergab sich bei genauerem Zusehen, daß sie alle ihre Wurzeln aus den Capillaren der Tun. alb. bezog. Bisher fand ich auch in meinen aus den mittleren und vorderen Teilen der Schwellkörper des Penis stammenden Serien keine ableitenden Venen.

Trotz diesem durchwegs negativen Befunde möchte ich es dennoch nicht wagen, die Angaben der genannten hervorragenden Forscher als gänzlich unbe-

¹⁾ Merkel gibt eine Kommunikation der beiden Schwellkörper an (Handbuch der topographischen Anatomie 1907): „Zwischen den Corpp. cav. penis und Urethrae sind Kommunikationen vorhanden, welche es erlauben, bei Einstich in eines der ersteren auch das letztere zu füllen. Am leichtesten gelingt dies, wenn man weit hinten einsticht, am schwersten füllt sich bei dieser Prozedur das Schwellgewebe der Eichel.“ Ich bemerke, daß meine Erfahrungen dieser Angabe auf das entschiedenste widersprechen.

²⁾ An den Serienschnitten des Penis eines Neugeborenen konnte ich eine Arterie feststellen, die nach Durchsetzen des Corp. cav. penis und seiner Tun. alb. in das Corp. cav. urethrae eintrat, doch blieben die beiden Schwellkörper vollkommen getrennt.

gründet zu bezeichnen. Mit voller Entschiedenheit möchte ich aber auf Grund meiner Versuche bezweifeln, daß — falls jene, aus den Corp. cav. penis entspringenden Wurzeln der V. dors. gelegentlich auch vorhanden sein mögen — sie bei der Erektion irgendwelche Rolle spielen könnten. Das erektile Gewebe der Corpp. cav. penis und des Corp. cav. urethrae sind sowohl anatomisch wie funktionell scharf getrennte Gebilde, denen auch völlig verschiedene Ableitungswege entsprechen. Die V. dors. prof. dient nur dem Corp. cav. urethrae als Ableitungsbahn. Ihre Kompression durch den Houstonschen Muskel oder die Hüllen des Penis (Sappey) kann bei dieser Sachlage ebensowenig die Erektion des Gliedes fördern, wie ihr Angedrücktwerden an die Symphyse bei gleichzeitiger Streckung der Vv. circumflexae (Waldeyer); Corp. cav. urethrae und Eichel nehmen überhaupt nur in beschränktem Masse an der Erektion teil. Damit verliert natürlich auch die etwas übereilte Folgerung Bendas, derzufolge die in das Lumen vorspringenden muskulösen Polster der V. dors. das Haupthindernis des Blutabflusses und damit der wesentlichste Faktor der Erektion seien, den Boden.

Eine so große Zahl von Vv. circumflexae, wie sie Testut (III. Bd. 1584. Abb.) und nach ihm Eberth angibt (Abb. 217) habe ich niemals gefunden. Ich fand solche Venen stets nur im Bereich des vorderen Drittels des Gliedes. Der Stamm der Vv. dors. oder (wenn sie, wie es manchmal vorkommt, doppelt ist) der Vv. dorsales tritt stets durch die Lamina intercrur. hindurch und mündet in den Plex. Santorini. In einem meiner Injektionspräparate lief in der Lamina parallel mit der Vene, unter ihr eine V. prof. penis, die vor dem Angulus intercrur., d. h. dem von den beiden Schwellkörpern des Gliedes gebildeten Winkel in der Mittellinie hervortrat und sich selbständig in den Plex. Santorini ergoß.

Nicht selten wird es als eine Besonderheit hervorgehoben, daß hier entgegen dem allgemeinen Gesetz der Blutgefäße die V. dors. prof. als einzelne Vene von zwei Arterien begleitet wird. Ich habe feststellen können, daß die Sache doch etwas anders liegt. Die beiden Arterien werden durch je zwei zwirndünne Venen saumartig begleitet, welche, aus dem Sulc. retroglandularis entspringend, mit den beiden Arterien bis in die proximale Hälfte des Gliedes verlaufen und sich dort miteinander zu einem kleinen Stamm vereinigen, der sich nach einem Verlauf von ungefähr 0,5 cm in die V. dors. prof. ergießt. Das sind die beiden den Arterien eigentlich entsprechenden, dem allgemeinen Gesetz gemäß in doppelter Zahl vorhandenen Venen, die große V. dors. prof. dagegen ist ein selbständiges Gebilde, der Abfuhrweg des venösen Blutes der Eichel und des Corp. cav. urethrae, dem keine Arterie entspricht. Wir begegnen hier also denselben Verhältnissen, wie sie L. v. Davida für die Gefäße der Extremitäten¹⁾ und später²⁾ auch für die des Kopfes beschrieben hat. Überall werden die Arterien nach dem genannten Autor an den erwähnten Orten von zwei Vv. comitantes begleitet, daneben kommen noch vielfach selbständige, in der Einzahl vorhandene Venen vor, wie z. B. die V. occipit. oder tempor. superficialis.

3. Vv. profundae penis (Abb. 2 und 3). Über die Zahl und Ursprungs-

¹⁾ L. v. Davida, Die tiefen Venen der Hand und des Fußes. Ungarisch, in der Festschrift für Prof. Purjesz. 1898.

²⁾ L. v. Davida, Beiträge zur Kenntnis der Venen des Kopfes und des Gesichtes. XVI. Congrès International de Médecine. Compte-rendu, Section I, Budapest 1910, S. 143.

weise dieser Venen begegnen wir verschiedenen Angaben. Retterer (1902) sagt: „Chaque corps caverneux est desservi par une veine profonde, qui se jette dans les veines honteuses, branches de l'hypogastrique“ (S. 509). Langer gibt 3—4 als ihre Zahl an, andere Autoren mehr. Meine makroskopischen Präparate ebenso wie auch meine mikroskopischen Serien, die sich auf 8 Individuen verschiedenen Alters (9—53 Jahren) erstrecken, zeigen, daß die Austrittsstelle dieser Venen aus den Schwellkörpern der Angulus intercruralis, d. h. die Begegnungsstelle der beiden Cc. cav. penis ist, wo sie dicht nebeneinander die Tun. albug. durchsetzen. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 1—3 mm, oft sind benachbarte Venen von sehr verschiedener Stärke. Sie sind mit Klappen ver-

Abb. 3. Plexus diaphragmatis urogenitalis von unten. 18 jähr. Mann. Warme Injektionsmasse. *a* = Vv. prof. penis, *b* = aus dem Ende der Wurzel entstammende Venen, die in das Diaphragma nicht eintreten, *c* = Vv. bulbi, *d* = A. penis, *e* = A. bulbi.

sehen. Alle laufen sie in dem straffen Bindegewebe der Lam. intercruralis, bei der Präparation vom Damm her oberflächlicher als die V. dors. und ergießen sich in den zwischen der oberen und unteren Fascie des Diaphr. urog. befindlichen Plexus. Diejenigen Venen, die hinter der Vereinigungsstelle der Lam. intercrur. und des Diaphragma hervortreten und die Tun. alb. unmittelbar neben ihrer Anheftung am Knochen durchbohren, erreichen das Diaphragma nach Durchsetzung der beiden sich verschmälernden, der Beinhaut anliegenden hinteren Fortsetzungen der Lamina und münden in denselben Plexus. Im Bereich des mit dem Knochen bereits verwachsenen hinteren Teiles der Crura, speziell in einer Ausdehnung von 1—1,5 cm von ihren Spitzen her gemessen, sehen wir in der Regel keine einzige Vene hervortreten. In einem einzigen Falle stellte ich an einer meiner mikroskopischen Serien (10 μ) eine verhältnismäßig größere, auf dem Schnitte auch mit freiem Auge erkennbare Vene fest, die gerade aus dem

hinteren Ende des Crus hervortrat. Auch an einem makroskopischen Injektions-Präparate (von einem 18jährigen Individuum) sah ich eine Vene am hinteren Drittel des Crus hervortreten, die aber gar nicht in das Diaphragma sich begab, sondern am unteren Aste des Sitzbeines sich nach hinten schlängelte (Abb. 3b). In keinem Falle entsprang die Vene an dem vom M. ischiocavern. bedeckten Teil des Schwellkörpers, sondern stets wurde die Tun. alb. an ihrem muskelfreien Abschnitt durchbohrt. Aus jedem Crus entsprangen zumindest 5—6 Venen. Meine mikroskopischen Präparate, mit denen ich mich im dritten Abschnitt dieser Arbeit ausführlicher zu beschäftigen gedenke, zeigen auch, daß diese Äste nicht alle gleichwertig sind, es befinden sich darunter nämlich auch solche, die nicht aus den Schwellkörpern entspringen, sondern sich nur aus den Gefäßen der Tunica herausbilden. Letztere laufen gemeinsam mit den aus den Schwellkörpern entspringenden Venen und münden auch in denselben Plexus. Eine derartige Vene ist wahrscheinlich das auf Abb. 2 mit 'e' bezeichnetes Gefäß, wenigstens nach den makroskopischen Verhältnissen geurteilt. Einzelne Äste vereinigen sich schon in der Lamina, andere ziehen selbständig bis zu dem Geflecht. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese tiefen Venen die Hauptableitungswege der Cc. cav. penis sind. Die A. prof. verläuft zwischen diesen Ästen und gelangt ebenfalls in der Lamina intercrur. zu den Schwellkörpern.

4. Vv. bulbi (Abb. 3c). Sie verlaufen in Begleitung der A. bulbi und verlassen den Bulbus an dessen oberer Fläche oder Basis, wo dieser sich dicht der unteren Fläche des Diaphragma anlegt; nach einem queren Verlauf im Diaphragma münden sie in denselben Plexus, wie die Vv. prof. Nach Zeugnis meiner Injektionspräparate und mikroskopischen Serien beträgt ihre Zahl mindestens 3—4 auf jeder Seite. Sie sind mit freiem Auge leicht zu erkennen und unschwer zu präparieren, gleichwohl spielen sie gegenüber der sich aus zahlreichen Wurzeln zusammensetzenden und mächtigen V. dors. prof. nur eine untergeordnete Rolle.

5. Plexus pudendalis (Santorini) und Plex. venosus bulbo-cavernosus (J. v. Lenhossék). v. Lenhossék senior (1871) unterscheidet an dem hinter der Symphyse befindlichen Venen-Geflechte zwei Teile, einen unteren und einen oberen. Der obere ist V-förmig und läßt einen mittleren, dem eigentlichen Plexus Santorini entsprechenden Teil und zwei seitliche, flügel-förmige Abschnitte unterscheiden, welche letztere auch schon Santorini bekannt waren. Die nach Santorini folgenden Autoren belegten diese beiden Abschnitte mit verschiedenen Namen. Der untere Teil breitet sich in Form eines nach hinten offenen Halbringes teils unter dem unteren Abschnitt der Prostata, teils unterhalb letzterer im Diaphragma urogen. aus und steht in Verbindung mit den seitlichen Abschnitten des oberen Teiles. v. Lenhossék bezeichnete diesen unteren Teil des Geflechtes als Cingulus venosus prostatico-urethralis. Die beiden Teile bilden eine Schlinge miteinander, durch die der membranöse Teil der Harnröhre hindurchgeht. Nach v. Lenhossék werden die Venen sowohl des oberen wie des unteren Teiles von glatten und quer gestreiften Muskeln umgeben, die bei der Erektion als wichtige Hemmungsfaktoren den Rückfluß des venösen Blutes verhindern. Nach v. Lenhossék münden in den oberen Teil folgende Venen:

1. Vv. pubicae inferiores. Sie sammeln sich in der Nähe der Symphyse und laufen auf der inneren Fläche des oberen Astes des Schambeines in querer Richtung,

2. Vv. vesicae superiores anteriores. Nach Henle kann eine oder andere dieser Venen ausnahmsweise in die V. dors. penis münden.

3. V. dors. penis.

4. Die beiderseitigen Vv. prof. penis — je eine —; sie treten aus der hinteren Innenfläche des Corp. cavern. penis hervor.

5. Die beiderseitigen Vv. bulbi urethrae

Die unter 4. und 5. genannten Venen bilden sofort nach ihrem Austritt ein Geflecht, den Plex. venosus bulbocavernosus, welcher das Trigonum bulbocavernosum vollkommen ausfüllt. Die Äste dieses Plexus umflechten schlingenförmig die A. prof. penis und die A. bulbi urethrae, nach hinten setzt sich das Geflecht in 2—3 Venen fort, die mit dem Stamm der A. pud. comm. verlaufen. Nach v. Lenhossék wird der Plex. ven. bulbocav. von den Fasern des M. transv. per. prof. umgeben, welcher Muskel auf das Geflecht einen Druck ausübt und dadurch bei der Erektion eine Rolle spielt.

Meine eigenen Erfahrungen ergeben, daß sich ein Plex. Santorini und Plex. bulbocav. höchstens in der Mittellinie einigermaßen trennen läßt und daß die beiden Geflechte im Grunde genommen eine anatomische Einheit bilden. Das ganze Geflecht breitet sich innerhalb des Raumes zwischen den beiden Fascien des Diaphragma urogen. aus und begreift sämtliche im Diaphragma befindlichen Venen in sich. Ich möchte daher für das Geflecht die Bezeichnung Plexus diaphragmatis urogenitalis vorschlagen (Abb. 2 a und 3).

In diesen Plexus münden folgende Venen:

1. V. dors. prof. penis (Abb. 2 c). Diese Vene behält bis zu einem gewissen Grade auch noch innerhalb des Geflechtes ihre Selbständigkeit, insofern als sie sich nach den beiden Seiten hin gabelförmig in je einem starken Ast fortsetzt, der als eine stärkere Vene in den mikroskopischen Schnitten auch mit freiem Auge zwischen den mit ihr parallel verlaufenden schwachen Ästen zu erkennen ist, was schon bei einigen Autoren Erwähnung gefunden hat. Natürlich steht dieses stärkere Gefäß in anastomotischer Verbindung mit den übrigen Ästen des Geflechtes.

2. Vv. pubicae internae. Darunter verstehen wir weniger bedeutende, an der Symphyse und an der inneren Fläche der beiden Corpp. ossium pubis befindlichen Venen. In den meisten Fällen finden wir eine in der Mittellinie abwärts ziehende derartige Vene, die sich in der Nähe der V. dors. in das Geflecht ergießt (Abb. 2 f). Die von v. Lenhossék erwähnten Vv. pub. infer. laufen horizontal und verbinden sich von der lateralen Seite mit dem Plexus.

3. Vv. vesicae anteriores. 2—3 Äste, die vor dem Plexus vesicalis (Pl. vesico-prost.) von oben nach unten verlaufen und in der Regel gegenüber der V. dors. prof. in den Plexus münden. (In der Abbildung nicht dargestellt.)

4. Vv. musculares. Entspringen in der Substanz des M. obturator int. Es findet sich wenigstens eine 2—3 mm dicke Vene auf jeder Seite (Abb. 2 g, h).

5. Vv. communicantes. Zahlreiche kleinere oder größere, dicht nebeneinander laufende Äste aus dem Plexus vesicalis (z. B. die hinter ,g' befindlichen Äste in der Abb. 2). Infolge dieser Verbindung füllt sich bei der Injektion des Plex. diaphr. auch der höher oben befindliche Plex. vesic.

6. Vv. prostaticae. Sie kommen von der Prostata her und treten in den untersten Teil des Plex. vesic. ein (in der Abbildung nicht zu sehen).

7. Vv. prof. penis (Abb. 2 d, 3 a).

8. Vv. bulbi urethrae (Abb. 3 c).

Die Abführwege des ganzen Geflechtes bilden die Vv. pudendae internae.

Schon bei der Betrachtung des Geflechtes mit freiem Auge wird es klar, daß dasselbe keine einzige Stelle hat, an der die Kompression der Gefäße ausschließ-lich in den Venen des Gliedes eine Stauung herbeiführen könnte. Wo immer eine Kompression zustande käme, müßte als Folge davon in den Gebieten sämtlicher genannten zuführenden Äste mit Ausnahme der Vv. prof. eine zwecklose ja schädliche Stauung resultieren. Die Vv. prof. erreichen nach kurzem Verlauf den Plexus, sie sind im allgemeinen dickwandig und laufen alle in straffem Bindegewebe besonders in der Lam. intercruralis. Trotz dieser Umhüllung, durch die sie verstärkt und geschützt scheinen, bezweifle ich es, daß sie den enormen, bei der Erektion im Gliede zustande kommenden und die Tun. albuginea zu einer fast knorpelharten Haut ausspannenden Druck aushalten könnten ohne zu platzen, falls sie einer Kompression ausgesetzt wären. Die V. dors. penis muß den Druck aushalten, welcher in dem auch auf dem Höhepunkt der Erektion komprimierbaren Corp. cav. urethrae zustande kommt, doch ist sie — wie wir das bei der histologischen Betrachtung der Venen sehen werden (III. Teil) — darauf auch eingerichtet. Hieraus dürfen wir schon jetzt so viel folgern, daß zur Hervorbringung und Aufrechterhaltung der Blutstauung in den Schwellkörpern schon vor der Austrittsstelle der Vv. prof. eine Einrichtung vorhanden sein muß und daß der Umfang des Erektionsgebietes durch die Tun. alb. bestimmt wird.

Bei der Untersuchung des Diaphr. urogen. wird es uns sehr bald klar, daß der Nachweis oder die Widerlegung der Gegenwart der von der Kompressions- theorie angenommenen, die Venen komprimierenden Muskeln makroskopisch ein Ding der Unmöglichkeit ist. Sehr oft läßt es sich gar nicht sagen, ob sich im fraglichen Gebiet Muskelfasern befinden oder nicht. Nun haben aber die oben genannten Anhänger der Kompressionstheorie ausschließlich mit freiem Auge gearbeitet, wenigstens wird von keinem derselben mikroskopischer Unter- suchungen Erwähnung getan, auch Henle nicht ausgenommen, obgleich er am M. transv. per. prof. drei Muskelschichten von verschiedenen Verlaufsrichtungen beschreibt. Cadiat, Tschaussow und Kalischer, die zuerst das Mikroskop zur Untersuchung dieser Verhältnisse in Anspruch nahmen, haben sich gegen die Kompressionstheorie ausgesprochen, ohne aber mit ihrer Ansicht durch- zudringen.

Ich habe das Diaphr. urogen. von 10 Individuen verschiedenen Alters (2 Neugeborene, je ein Individuum von 6, 9, 21, 22, 27, 35, 41 und 53 Jahren) mikroskopisch auf Serienschnitten untersucht¹⁾. In vier Fällen davon (Neonatus,

¹⁾ Ein Teil dieser Serien wurde noch in Kolozsvár im Institut des Herrn Prof Apáthy mit den von ihm eingeführten mikrotechnischen Methoden angefertigt: das Material wurde stets nach der Apáthyschen Methode doppelt (in Celloidin und Paraffin) eingebettet. Ich möchte dankbar der Hilfe gedenken, die mir bei diesen Untersuchungen nach der tech- nischen Seite hin von Herrn Privatdozenten Dr. J. Gelei im genannten Institut zuteil wurde.

9-, 21- und 27 jähriges Individuum) wurde das Diaphr. in eine lückenlose Serie von zumeist 10 μ Dicke zerlegt und zwar teilweise parallel mit der Fläche des Diaphragma, teilweise frontal und teilweise senkrecht auf den Verlauf der Gefäße, d. h. in einer entsprechenden schiefen Ebene. Die erhaltenen vielen Tausende von Schnitten wurden nach verschiedenen Methoden gefärbt, zumeist nach van Gieson und mit der Apáthyschen Dreifachfärbung (Hämatein I. A.-Picrorubin).

Ich möchte von einer ausführlichen Darstellung der Muskulatur des Diaphragma urogen. absehen, da dieser Gegenstand in der Literatur schon erschöpfend behandelt ist. Meine Präparate zeigen zwei distinkte Muskeln im Diaphragma: den M. sphincter urethrae membr. und den M. transv. per. prof. (Abb. 4).

Ich habe weder zwischen den Ästen des Geflechtes noch um das Geflecht herum quergestreifte oder glatte Muskeln gefunden. Der M. transv. per. prof. ebenso wie der vor ihm gelegene, von ihm halb und halb unabhängige M. sphinct. ur. membr. haben zu den Venen keine andere Beziehung, als daß sie ebenso wie letztere zwischen den beiden Fascien des Diaphragma neben ihnen ihre Lage haben. Alle Arterien und Venen sind während ihres Durchtrittes durch das Diaphragma sowohl vor und neben dem M. sphincter, wie auch in dem von diesem und dem M. transv. gebildeten Winkel überall von Bindegewebe umgeben. In der linken Hälfte der Abb. 4 stehen die vor dem M. sphinct. befindlichen Äste, die die V. dors. prof. aufnehmen und zu dem eigentlichen Plex. Santorini gehören, in breiter Anastomose mit den seitlichen Venen, welche aus den Vv. prof. hervorgehen. Es ist auch nicht richtig, daß die Arterien im Diaphragma anders gelagert seien als die Venen (Abb. 4).

Henle hat in die Schwellkörper des Gliedes Luft hineingetrieben, tauchte das ganze Präparat unter Wasser und übte auf den Penis einen Druck aus, hierbei sah er die Luftblasen zu beiden Seiten des Diaphragma angeblich durch die zwischen den Muskelfasern hindurchtretenden Venen herauskommen. Das schien ihm ein Beweis dafür, daß letztere mit den Vv. prof. penis identisch sind. Auf Grund des oben Erwähnten ist es klar, daß die eingeblasene Luft durch welche in den Plexus diaphr. mündende Vene immer ihren Ausweg finden kann.

Auch die Annahme Lesshafts, daß der M. sphinct. urethrae durch seine Zusammenziehung die Äste des Plexus Santorini erweitere und dadurch die Erschlaffung des erigierten Gliedes fördere, entbehrt jeder Grundlage.

Die mikroskopischen sowohl wie die makroskopischen Verhältnisse beweisen auch, daß kein Grund vorliegt darauf Gewicht zu legen, daß die V. dors. in dem Raum zwischen Ligam. arcuat. pubis und Lig. transv. pelvis das Becken betritt, während die Vv. prof. durch das Diaphragma ihren Weg nehmen. Die kleinen Venen, die innerhalb des M. sphinct. die Urethra umgeben (Abb. 4h), sind unbedeutende, aus den hier befindlichen Geweben hervorkommende Ernährungsgefäße. Der M. transv. per. prof. besteht in der rechten Hälfte desselben Präparates, das in Abb. 4 dargestellt ist, ausschließlich aus glatter, in dessen linker Hälfte ausschließlich aus quergestreifter Muskulatur. Mit den Gefäßen steht weder die eine, noch die andere in Verbindung.

In zwei Fällen fand ich außer diesen zwei Hauptmuskeln noch sonstige glatte Muskeln im Diaphragma. Die eine Serie von einem 6jährigen Knaben

(Fixierung mit Sublimat) zeigt vor dem M. sphincter, also im Bereich des eigentlichen Plexus Santorini im Bindegewebe zerstreute, zusammenhanglose, quer verlaufende glatte Muskelzellen, welche von den Gefäßen unabhängig sind und sich im erwähnten Gebiet gleichmäßig verteilen. Die Gegenwart dieser Bündel und

Abb. 4. Diaphragma urogenitale eines neugeborenen Knaben, vom Knochen abgelöst. Flächenschnitt. Sublimat-Fixierung in situ. Einbettung in Celloidin-Paraffin nach Apáthy. 10 μ . Van Giesonsche Färbung. Zeichenapparat. Vergr. 8fach.

a = Plexus diaphragmatis urogenitalis, *b* = Art. penis, *c* = N. pudendus, *d* = M. sphincter urethrae membran., *e* = M. transvers. perinei prof. (links aus quergestreiften, rechts aus glatten Muskeln), *f* = M. levator ani, *g* = Längsmuskulatur der Urethra, *h* = eigene Venen der Harnröhre, *i* = M. obturator internus.

das in Abb. 3 dargestellte merkwürdige Verhalten, daß die eine Hälfte des M. transv. per. prof. ausnahmsweise aus glatter, die andere aus quergestreifter Muskulatur bestehen kann, spricht für die Annahme französischer Autoren (Sappey, Testut, Delbet), daß das Diaphr. urogen. eine bewegliche Lamelle ist, deren Muskeln dazu dienen, das durch die Wirkung der Bauchpresse beim Atmen, beim Urinieren, bei der Defäkation usw. verlagerte Diaphragma wieder in seine ursprüngliche Lage zurückzuführen.

Die zweite Serie, in der ich glatte Muskeln fand, stammt von einem

35jährigen Manne (Fixierung in Müllerscher Flüssigkeit + Formol). Die Serie begreift nur die laterale Hälfte des Diaphragma in sich, die flächenhaft in Schnitte zerlegt wurde. Hier erschienen in einem Teil der Schnitte um 2—3 aus dem hinteren Teil des Plexus entspringende Venen scheinbar schlingenförmige, an die Henleschen Figuren erinnernde glatte Muskelbündel. Die genaue Durchprüfung der lückenlosen Serie ergab aber, daß diese glatten Muskeln nirgends die Beinhaut erreichen und daß sie auch nicht schlingenförmig sind, sondern konzentrisch die genannten Venen umgeben. Derartige mit bindegewebigen Elementen durchsetzte, unzweifelhaft zu der Venenwand gehörende, konzen-

Abb. 5. Querschnitt vor der Vereinigungstelle der Lamina intercruralis mit dem Diaphragma. 9jähr. Knabe. Fixierung in situ mit Pikroformol. Doppelte Einbettung. 15 μ .

Leitz Obj. 1, Oc. 3. Zeichenapparat. $\frac{9}{10}$.

a = Diaphragma urogenitale von der darunter liegenden Lamina intercrur. abgetrennt, *b* = Crus penis, *c* = V. dors. penis prof., *d* = A. dors. penis, *e* = A. prof. penis., *f* = V. prof. die Tunica durchsetzend. Sämtliche, in der Lamina noch ersichtbaren Gefäße sind Vv. prof.

trische Muskeln finden wir — wie wir es bei den Venen noch sehen werden — auch anderweitig, obwohl nicht so stark entwickelt wie hier. Ich kann das Ergebnis meiner Befunde dahin zusammenfassen, daß ich außer der eigenen Muskulatur der Gefäße im Diaphragma nirgends und in keinem Präparat Muskeln gefunden habe, welche das Lumen der Gefäße auch nur im geringsten beeinflussen könnten. Ich habe mich auch vergeblich bemüht festzustellen, welche Umstände die Anhänger der Kompressionstheorie zu ihrer Ansicht geführt haben mochten. Ihr größter Irrtum bestand darin, daß sie sämtliche, in dem Plexus zusammentreffende Venen zu der Erektion in Beziehung brachten, während von den vielen Venen, die das Geflecht bilden, gerade nur die Vv. prof. penis aus dem Erektionsgebiet herkommen. Als besonders verfehlt müssen wir jene Theorie bezeichnen, die die Blutstauung im Glied aus einer Kompression der V. dors. zu erklären sucht. Es erscheint kaum nötig, besonders zu erwähnen, daß die gegenseitige Annäherung des Bulbus und der beiden Crura penis infolge der mit der Erektion einhergehenden unzweifelhaft starken Schwellung ebenfalls keine wesentliche Kompression der Gefäße hervorrufen kann.

Auf einem Querschnitt der Lamina intercrur. (Abb. 5) sehen wir nebeneinander die meisten Gefäße des Gliedes. Diese Platte besteht im ganzen aus dichtem Bindegewebe, das auch mikroskopisch gegen die Tun. albug. der Crura penis nicht abzugrenzen ist. In ihre untere Aushöhlung legt sich das Corpus cav.

urethrae, während ihre obere Fläche (Abb. 1 u. 5) mit der ebenfalls aus festem Bindegewebe bestehenden vordersten Abteilung des Diaphragma urogen. in Beziehung steht.

Auf senkrechten Schnitten, die durch das Diaphragma und den hinteren Teil des Bulbus urethrae hindurchgehen (Abb. 6), erkennen wir die beiden sich nach hinten erstreckenden Schenkel der Lamina intercruralis (*g*), die in dem Winkel zwischen dem muskulösen Teil des Diaphragma und der Beinhaut (*h*) ihre Lage haben. Eigentlich sind es nicht selbständige Gebilde; die Annahme derartiger besonderer Fortsätze der Lamina rechtfertigt sich nur als Hilfsmittel zum Verständniss des Verhältnisses zwischen den Crura und dem Diaphragma.

Abb. 6. Querschnitt des Diaphragma urogenitale durch den Bulbus urethrae. Material wie Abb. 5. 15 μ . Vergr. 5 fach. Zeichenapparat. $\frac{9}{10}$.

a = Crus penis, *b* = Bulbus urethrae (mit den Ästen der A. bulbi), *c* = Plexus diaphragmatis urogenitalis, *d* = Gland. bulbourethralis, *e* = M. transv. per. prof., *f* = A. penis. (Arterien schwarz), *g* = Bindegewebe zwischen dem Crus und dem Diaphragma, *h* = Beinhaut.

Man könnte dieses Verhältnis auch in der Weise schildern, daß nach hinten von der Vereinigungsstelle der Lam. intercrur. mit dem Diaphragma beide Crura in unmittelbare Nachbarschaft der Diaphragma gelangen und die aus ihnen hervorgehenden Gefäße in ein schwaches Bindegewebslager eingehüllt in die Substanz des Diaphragma eintreten. Die Gefäße (*c*, *f*) laufen auch in der Ebene dieser Figur beiderseits außerhalb des M. transv. in lockerem Bindegewebe, somit ist ihnen also im ganzen Gebiet des Diaphragma eine freie, gegen jede Druckwirkung gesicherte Bahn gewährleistet.

II. Teil.

Die Arterien des Penis.

Die Angaben dieses II. Teiles meiner Arbeit beziehen sich ebenfalls nur auf den erwachsenen Mann. Ich habe die Frage in drei Teile geteilt: 1. anatomische Verhältnisse, 2. histologische Gestaltung und 3. physiologische Folgerungen.

1. Anatomische Verhältnisse.

Das Studium dieser Arterien überzeugt uns sofort, daß ihr Ursprung und ihre Teilungsart keineswegs so gleichförmig ist, wie das nach den allgemeinen Beschreibungen der Lehrbücher zu erwarten wäre. Jene wenigen Autoren, die sich mit diesen Arterien näher beschäftigt haben, beschreiben ebenfalls sehr mannigfaltige Verästelungsarten.

Langer z. B. (1862), dessen Angaben ich an meinen Präparaten nahezu ausnahmslos bestätigt gefunden habe, gibt an, daß aus dem vorderen Teil der A. dors. penis das C. cav. penis umfassende Äste (*Arteriae circumflexae*) für das C. cav. urethrae entspringen können, die dort mit den Ästen der A. bulbourethralis anastomosieren. Ich kann diese Angabe bestätigen und füge noch hinzu, daß ich in einem meiner Serienschnitte daneben noch eine kleine circumflexe Arterie fand, die der hinteren Penishälfte angehörte, aber nicht die Tunica albuginea der Urethra, sondern die des Penis, neben dem Sulcus urethralis durchbohrt und sich im C. cavernosum verästelte. In Begleitung dieser Arterie fand sich nur ein kleiner sympathischer Nerv, aber keine Vene.

Aus jedem ihrer Abschnitte kann die A. dors. penis — ebenfalls nach Langer — Äste in das C. cav. penis entsenden, andererseits kann auch aus dem Corpus cavernosum eine Arterie zum Dorsum penis austreten, die dann die A. dors. ersetzt. Die Art. dors. und die Art. prof. können in gleicher Weise nutritive Äste zu der Tunica und zum Septum entsenden und an diesen Stellen miteinander auch kommunizieren.

Die A. prof. kann aus dem C. cav. penis auch durch die Tunica Äste in das C. cav. urethrae entsenden, diese gelangen dort mit den Ästen der A. bulbourethralis in Verbindung. Wie ich im I. Teil bereits betont habe, stehen nach meinen Serienschnitten auch entlang eines solchen übertretenden Astes die beiden kavernen Gewebe in keinerlei Kommunikation.

Nach Langer treten 3—4—5 Aa. prof. in die Crura ein. Es kommt vor, daß aus dem einen C. cav. penis durch das Septum hindurch Äste in das der anderen Seite übertreten und dasselbe in einem gewissen Abschnitt versorgen. Bereits Langer erwähnt Fälle, wie sie später auch von Waldeyer (*Das Becken*, 1900) und Forster (1903) beschrieben werden, daß die Arterie zum Penis nicht aus der A. pudenda int., sondern direkt aus dem Becken kommt. Alle diese Variationen erklärt Langer aus den auch unter normalen Verhältnissen vorhandenen Anastomosen.

Mit der Anatomie der Arterien des menschlichen Penis hat sich bisher am eingehendsten A. Forster (1903) beschäftigt, der auch nach älteren Autoren mehrere interessante Anastomosen erwähnt. Er schildert 14 von Erwachsenen stammende Präparate mit Illustrationen. Auch unter seinen Fällen finden sich solche, wo die A. dors. in das C. cav. penis eindringt; häufig sendet die A. penis Äste in das Crus der anderen Seite. Er fand in mehreren Fällen, daß die beiderseitigen Aa. penis durch starke Äste anastomosieren, in zwei seiner Fälle verbanden sich der rechte und linke Stamm zu einem nach vorne konvexen starken Bogen, aus welchem erst 8—10 Aa. prof. für die beiden Crura entstammen. Auch fand er Fälle, wo die Äste für die Schwellkörper aus der A. obturatoria oder A. vesicalis kamen.

Über die vergleichende Anatomie der A. pud. int. veröffentlichte E. Zucker-

kandl (1900) eine umfangreiche Beschreibung. Für die Erektion ist aus seinen Darlegungen wichtig, daß die *A. pud. int.* bei der überwiegenden Mehrzahl der angeführten Tierarten die gerade, ohne Knickung verlaufende Fortsetzung der *A. hypogastrica*, bei den übrigen aber einer der Endäste derselben ist, so daß bei der Erektion der Penis in die reiche Blutbahn der *A. hypogastrica* unmittelbar eingeschaltet wird.

Diese literarischen Angaben sowie auch meine eigenen Präparate beweisen daher, daß die Verästelungsweise der *A. penis*¹⁾ sehr variabel ist. In der Mehrzahl der von mir makroskopisch untersuchten 15, sowie der histologisch aufgearbeiteten 9 Fälle zeigen die beiden *Aa. penis* nicht die gleiche Stärke; es kommt nicht selten vor, daß der Stamm der einen Seite nur eine sehr enge Arterie bildet, von welcher zum Penis kaum 1—2 dünne Äste gelangen.

Fassen wir die Verzweigung der *A. penis* zusammen, so finden wir, daß sie ihre Äste nach folgenden vier Richtungen entsendet: a) in den *Bulbus urethrae*; b) in die *Cc. cav. penis*; c) längs des Penis-Rückens, hauptsächlich in das *C. cav. glandis*; d) in das Gewebe des *Diaphragma urogen.* und der *Lamina intercruralis*.

a) In den *Bulbus urethrae* geht entweder nur ein einziges Gefäß (*A. bulbi*) oder distalwärts von diesem, wo der *Bulbus* schmaler wird, noch ein zumeist schwächerer zweiter Ast (*A. urethralis*). Die *A. bulbi* verläuft im Gewebe des *Diaphragma urogen.* zwischen den Fasern des *M. transv. perinei prof.* und liegt in allen Präparaten der *Gl. bulbourethr. eng. an.* An der *Bulbusbasis* eintretend, zerfällt sie im *Bulbus* bald in mehrere Äste, die starke Windungen bilden und reichlich ebenfalls gewundene Äste für die Kavernen abgeben. Die *A. urethralis* oder der gleichnamige Ast der *A. bulbi* verläuft der *Urethra* entlang in der Substanz des *C. cav. urethrae* nach vorne bis zur *Glans*. Auf dieser ganzen Strecke entspringen aus ihr dünne, geschlängelte Äste. Alle Arterien des *Corp. cav. urethrae* sind daher nach ihrer Form *Aa. helicinae*, welche fast alle in die Kavernen münden, und nur ein kleiner Teil derselben löst sich in den Geweben zu ernährenden *Capillaren* auf.

b) Die in die *Cc. cav. penis* eindringenden tiefen Äste (*Aa. prof.*) verlaufen in dem dichten Bindegewebe der *Lam. intercrur.*, weshalb ihre vollständige Präparation immer schwierig ist. Nach meinen Serienschnitten (von 9 Erwachsenen) dringen in je eine Wurzel wenigstens 2, im allgemeinen aber 3—4 Äste ein. Das Eindringen geschieht gewöhnlich im *Angulus intercruralis*, indem jeder Ast die *Tunica* einzeln für sich durchbohrt. Ihr Lumen ist verschieden groß, der eine Ast kann doppelt so stark sein wie der andere. In Begleitung dieser Äste verlaufen oft Nerven und Venen, aber jedes dieser Gebilde kann auch separat durch die *Tunica* hindurchtreten. Gleich Forster, finde ich ebenfalls an meinen Präparaten als sehr häufiges Verhalten, daß die *A. penis* auch zur gegenseitigen Wurzel einen Zweig hinüberschickt.

c) Die *A. dorsalis* bildet die direkte Fortsetzung des Stammes der *A. penis*; sie verläuft ebenfalls in der *Lam. intercrur.* In einem meiner Fälle drang die linke Arterie in der vorderen Hälfte des Gliedes in das *C. cav. penis* ein. Am Rücken des Penis gibt sie nur dünne Äste für die Hüllen des Penis ab, sie teilt sich

¹⁾ Unter *A. penis* verstehe ich die mit dem Eintritt in das *Diaphr. urog.* beginnende Fortsetzung der *A. pud. int.*; die *A. perinei* entspringt zumeist unmittelbar vor dieser Grenze.

in dem dicken, straffen Bindegewebslager zwischen der Glans und den Spitzen der *Co. cav. penis* in ihre Endäste, die in die Glans eindringen.

d) In der Substanz des *Diaphr. urogenit.* und der *Lam. intercrur.* entspringen sowohl aus dem Stamme, wie auch aus den Ästen der *A. penis* zahlreiche kleine Arterien, die sich schon in den hier befindlichen Geweben verteilen. Ihre besondere Aufzählung gehört mehr in das Gebiet der mikroskopischen Abteilung dieser Arbeit.

2. Histologische Einrichtungen.

Art. pud. int. und *A. penis*. Über die mikroskopischen Verhältnisse derselben fand ich in der Literatur keinerlei Angaben vor. Über den histologischen Bau des distalen Abschnittes der *A. pud. int.* wäre nur soviel zu erwähnen, daß sich in der Intima eine Längsmuskulatur findet, welche aus 2—3 Zellschichten besteht. Solche Muskulatur wurde schon beim Menschen und bei Tieren in zahlreichen Arterien beschrieben.

In der Intima der *A. penis* finden sich bereits auffallendere Gebilde¹⁾. Nach dem Eintritt in das Diaphragma vermehren sich die Längsmuskeln der Intima, die entweder gleichmäßig um das Lumen zu finden sind oder auf der einen oder anderen Seite eine dickere Schicht bilden. Mehr nach vorne wird diese Verteilung der Muskeln noch unregelmäßiger; sie sind an irgendeiner Stelle des Lumens wulstförmig, in anderen Fällen halbmond- oder sogar ringförmig verdickt. Diese Verdickungen bestehen zum größten Teil aus locker geflochtenen kollagenen und elastischen Fasern, zum kleineren Teil aus in diese eingebetteten glatten Muskelzellen. Stellenweise finden sich auch ringförmig verlaufende Muskelzellen in ihnen, diese können sogar eine zusammenhängende

¹⁾ Diese Arterien untersuchte ich nach 2 Methoden: Zuerst präparierte ich das *Diaphr. urogen.* und nach Fixierung in situ schnitt ich quer zum Verlauf der Blutgefäße — separat rechts und links — das Diaphragma in Stücke; diese ungefähr 0,5 cm breiten Stücke nummerierte ich auf Grund einer topographischen Zeichnung, die vom ganzen Diaphragma aufgenommen wurde, sodann fertigte ich von diesen Serienschnitte an, indem ich immer von der hinteren Oberfläche derselben ausging. Derart gewann ich Bilder von den Verhältnissen der die Arterien begleitenden Venen, Nerven und des umgebenden Bindegewebes, sowie der evtl. vorhandenen Muskeln. Später habe ich in 2 Fällen die *A. penis* mit ihren sämtlichen makroskopisch sichtbaren Ästen aus der Substanz des Diaphragma und der *Lam. intercrur.* herauspräpariert, indem ich nach vorne bis zur Nähe des *Angulus intercrur.* vordrang; die derart präparierten Arterien habe ich abgezeichnet und nach einem vorher festgestellten Plan abschnittsweise in Schnitte zerlegt. Nachdem die im *Angulus intercrur.* befindlichen tiefen Äste mit freiem Auge kaum mehr alle präparierbar sind, habe ich dieses Gebiet mit den *Crura* zusammen in Querschnitte zerlegt, und das Schneiden so lange fortgesetzt, bis auch die letzte *A. prof.* in den Penis eingetreten war. Die Schnittrichtung war sowohl am Stamm, wie auch an den Ästen (z. B. *A. bulbi*) auch jetzt immer identisch mit der Strömungsrichtung des Blutes. Derart gewann ich vom Stamm und von den Ästen dieser 4 *Aa. penis* vollkommene Serien, die je nach Bedarf 5—30 μ dick angefertigt wurden. Selbstverständlich wurden aus diesen Arterien viele Tausend Schnitte erhalten; das Schneiden, Aufkleben und die weitere Behandlung der Schnitte erfolgte nach den von Prof. Apáthy angegebenen Methoden, die sich vollkommen bewährten. Obwohl am wenigsten verbreitet, bewährte sich dennoch am besten die kombinierte Einbettung (Celloidin und Paraffin) von Apáthy. Sind die Schnitte bereits auf den Objektträger aufgeklebt, so können diese ohne die geringste Gefahr der Abschwemmung nach jeder Methode behandelt und gefärbt werden. Ich benützte am häufigsten die van Giesonsche und die Apáthysche dreifache Färbung, zur Darstellung der elastischen Elemente das Weigertsche Resorcin-Fuchsin.

Schicht bilden. An mancher Stelle findet sich zwischen zwei elastischen Lamellen eine zirkuläre Muskelschicht. Diese Hervorwölbungen sind auf den Querschnitten den in den Schwellkörpern befindlichen Ebnerschen Pölstern ähnlich, im Verhältnis zum Lumen erreichen sie jedoch in keinem meiner Präparate jenen Umfang, den wir an einem großen Teil der Ebnerschen Pölder sehen können. Die Leiste erreichte in keinem meiner Fälle $\frac{1}{3}$ des Lumens. In ihrer Substanz findet sich auch weniger Muskulatur. Ebner schreibt in seiner ersten Publikation (1900), daß die von ihm in den Arterien des Penis beschriebenen, als Pölder bezeichneten Verdickungen 1 mm lang, manchmal auch länger sind, es muß aber schon jetzt betont werden, daß sowohl diese, wie auch die in den Ästen der A. penis zu beschreibenden Gebilde keine kurzen, 1—2 mm langen „Pölder“, sondern längeren Abschnitten der Arterien entlang verlaufende Leisten sind. Die Leiste bildet sich z. B. sehr bald nach dem Eintritt in das Diaphr. urogen. und erreicht dann, obwohl in etwas geänderter Form, ohne Unterbrechung die Ausgangsstelle der A. bulbi. Nach dem Austritt der A. bulbi verschwindet entweder die Leiste vollständig und das Blutgefäß unterscheidet sich in keiner Weise von einer normalen Mittelarterie, oder sie verkleinert sich. Verschwindet die Leiste bei dem Ursprung der A. bulbi vollständig, so treten die Längsmuskeln nach einer kurzen Distanz (1—3 mm) wieder auf und in der Intima bildet sich von neuem entweder eine Leiste oder eine halbmondförmige, evtl. ringförmige Verdickung, die in ihrer Dimension und ihrer Form mit den vor der A. bulbi befindlichen Gebilden annähernd, in ihrem inneren Bau aber vollkommen übereinstimmt.

An den mit Resorcin-Fuchsin gefärbten Schnitten ist folgendes zu sehen. Im unteren Abschnitt der A. pud. int. finden sich in der Intima überall zwei elastische Lamellen, die je nach der Dicke der Intima in kleineren oder größeren Abständen verlaufen¹⁾. Die äußere Lamelle verläuft ungeteilt, die innere spaltet sich auf im Gebiet der Längsmuskeln und Leisten. Die Verdickung der Intima fällt, gleichviel ob sie nur aus Bindegewebe besteht oder auch Längsmuskeln enthält, immer zwischen diese beiden Lamellen.

Die Leisten der A. penis finden sich ebenfalls zwischen diesen beiden elastischen Membranen. Die innere, welche die eigentliche Elast. interna bildet, teilt sich an der Stelle der Muskeln und Leisten auch hier in Lamellen (Abb. 8, 9, 13). Die äußere, die erheblich dünner als die innere ist, nimmt an dem Aufbau der Leisten nicht teil, sondern verläuft immer unter den Muskeln und Leisten an der inneren Grenze der Media ringsherum (el). Finden sich in der Intima Ringmuskeln, so lagern sich auch diese einwärts von dieser Membran und in solchen Fällen verläuft die Membran zwischen zwei Ringmuskel-Schichten. An den besonderen Veränderungen, welche dem Ursprung von Ästen vorausgehen (Auftreten von Längsmuskeln, Spaltung der El. interna) nimmt diese Membran gleichfalls nicht teil, sondern sie verläuft auch hier ohne Unterbrechung an der Grenze zwischen Intima und Media²⁾.

¹⁾ Ich rechne die Membr. elast. int. abweichend von Bonnet und seinen Schülern nach der Einteilung von Schiefferdecker noch zur Intima.

²⁾ Wegen der schwierigen Verhältnisse mußte ich die Zahl meiner Abbildungen stark reduzieren, darum kann ich nicht für jede der beschriebenen Arterien und Venen (z. B. A. penis) Abbildungen geben.

Eine Verdoppelung der *El. interna* wurde schon bei mehreren Arterien beschrieben. Grünstein fand (1896) am Beginn der *A. iliaca communis* und an einzelnen Stellen der *A. femoralis* eine doppelte *Lam. elast. ext. und int.*, nach ihm aus Teilung der *El. interna* stammend. Ähnliche Verhältnisse wurden von Triepel (1897) bei Menschen und von seinem Schüler Schöppler (1900) in den Gehirnarterien des Pferdes gefunden. Diese Lamellen stammen auch nach Triepel aus der *El. int.* und wurden von ihm als primäre und sekundäre, von Schöppler als Haupt- und Nebenlamellen bezeichnet. Triepel gibt an, daß vor ihm schon Thoma und seine Schüler solche Spaltungen gefunden haben. Nach Ebner (1902) kommt diese Erscheinung in den *Aa. digitales* sowie in vielen anderen Arterien vor. An Stellen, wo gegenüber der Leiste selbst Längsmuskeln fehlen, sieht man, daß die äußere, dünnere Membran ebenfalls aus der ursprünglichen *El. int.* stammt. Nachdem aber sowohl in der *A. penis*, wie besonders in deren Ästen diese Membran durch lange Abschnitte vollkommen separiert verläuft und ohne Teilung immer an der inneren Grenze der *Media* liegt, werde ich sie von nun an als *Membrana elastica limitans* bezeichnen.

Arteria bulbi. In der Intima dieser Arterie fand ich immer erhebliche Mengen von Längsmuskeln, und zwar auf zweierlei Weise angeordnet. In der einen Gruppe — an den Schnitten der Arterien mit größerem Lumen — finden sich zwar wenige Längsmuskeln überall in der Intima, aus der einen Seite des Umfanges wölben sie sich jedoch in viel größerer Masse halbmondförmig in das Lumen vor (wie in Abb. 7, *a, b, c*). Auch hier haben wir es nicht mit einem 1—2 mm langen „Polster“, sondern eher mit einer längeren Leiste zu tun, welche sich z. B. vom Ursprung der *A. bulbi* bis zu deren Eintritt in den Schwellkörper erstreckt und nahezu unverändert hervorragt. Von den Intimaverdickungen, die außerhalb der Schwellkörper vorkommen, stimmen diese am meisten mit der Struktur der in den Schwellkörpern befindlichen Ebnerschen Polster überein: ich fand in jedem Falle nur Längsmuskeln; zwischen welchen die *Elastica int.* sich aufblättert.

Bei dem anderen Typus, den ich in den engeren Arterien fand, erheben sich diese Längsmuskeln nicht längs einer Linie, sondern sie sind rings um das Lumen gleichmäßig verteilt. Auch dieser Typus findet sich nicht abschnittsweise, sondern in einer zusammenhängenden Strecke. Dieser Typus erstreckt sich z. B. in einer Serie ungefähr von der Mitte des Stammes bis zur Verästelung im Bulbus.

Die *Elastica int.* teilt sich bei beiden Typen in Lamellen und sämtliche Längsmuskelzellen sind von elastischen Hüllen umgeben (wie in Abb. 9 u. 13). Die *Elastica limitans* verläuft immer unter diesen Gebilden an der inneren Grenze der *Media* ringsherum¹⁾.

Häufiger finden wir, daß diese Gebilde der *A. bulbi* schon beim Ursprung des Gefäßes auftreten und nachdem sie ihren größten Durchmesser erreicht haben, denselben in der ganzen Länge der Arterie beibehalten, während sie in anderen Fällen schon früher allmählich aufhören. Wie bereits erwähnt, haben

¹⁾ Von meinen histologisch aufgearbeiteten Fällen fand sich in keinem eine *A. urethralis*. Es kann vorausgesetzt werden, daß auch in dieser eine ähnliche Einrichtung vorhanden sein mag; die Benennung *A. urethralis* ist übrigens auch überflüssig, nachdem ihr Auftreten als eine Verdoppelung der *A. bulbi* aufgefaßt werden kann.

sich in einem Fall die Längsmuskeln erst in der Mitte der Arterie erheblicher vorzuwölben begonnen. In dem leistenfreien Abschnitt fand ich in der Intima mehr oder weniger Längsmuskeln, die aber im Vergleich zu den Leisten einen sehr kleinen Teil des Lumens in Anspruch nehmen. Ich habe aus 6 Aa. bulbi der ganzen Länge nach Querschnittsserien angefertigt und in jeder derselben die eine oder die andere Form der Leisten vorgefunden. An einzelnen Stellen verlaufen auch in der Adventitia Längsmuskelbündel.

Aa. profundae penis. Für sämtliche tiefe Arterien ist es charakteristisch, daß im größeren Teil ihres Verlaufes in der Intima eine zumindest aus 2—3 Zell-

Abb. 7. Aa. prof. penis. (27jähr. Individuum. † Tbc. pulm.) Sublimat.-Färbung nach van Gieson. Leitz Oc. 4 Obj. 3. $\frac{9}{10}$.

a = A. prof. mit einer aus Längs- und circulären Muskeln bestehenden Leiste, *b* = Ast der Arterie *a* kurz nach deren Abgang, *c* = Ast von *b* ebenfalls in der Nähe der Abzweigung.

reihen bestehende Längsmuskulatur zu finden ist, welche von der Media ebenfalls durch eine *Elastica limitans* geschieden wird.

In der Mehrzahl (zumindest $\frac{3}{4}$) dieser Arterien häufen sich die Muskeln der Intima stellenweise so an wie in der A. penis und A. bulbi. Diese Gebilde treten auch hier am häufigsten mit dem Ursprung des Gefäßes auf und — gleichviel ob sie ringförmig oder leistenförmig sind — erheben sie sich allmählich, verlaufen einige Millimeter hindurch in der gleichen Höhe und nehmen nach und nach ab.

Nach meinen Serien kommen in diesen Arterien zwei Formen dieser Intima-einrichtungen vor: bei der einen Form finden sich nur Längsmuskeln, bei der anderen daneben auch ringförmige.

Bei dem ersten Typus stimmt die Anordnung der Längsmuskeln und der Verlauf der zwischen diesen befindlichen elastischen Elemente im Wesen mit

den ähnlichen Gebilden der *A. bulbi* überein: in einem Fall bilden die Muskeln eine vorgewölbte Leiste (Abb. 7, b, c), im anderen Fall lagern sie sich in zusammenhängender dicker Schicht rings um das Lumen.

Bei einer zweiten Form der Leisten der *A. profunda* kommt zu den bei der anderen Leistenform erwähnten Schichten noch eine zu innerst dicht unter der Intima gelegene zirkuläre Schichte hinzu (Abb. 10 u. Tafel I Abb. 1 cc), so daß die Längsmuskeln des Polsters hier zwischen zwei Ringmuskelschichten, nämlich derjenigen der Media und der soeben erwähnten zu innerst gelegenen Schichte ihre Lage haben. An der Bildung dieser Pölster beteiligt sich aber außer den

Abb. 8. *A. prof. penis*. (35 jähr. Individuum. † Struma. Oedema glottidis.) Sublimat-Resorc. Fuchs. (Dasselbe Präparat wie Tafel I Abb. 1.) Leitz Oc. 3. Obj. 3. $\frac{9}{10}$.

el = Membran. elast. limitans.

Muskeln und elastischen Lamellen auch noch ein dritter Bestandteil: ein aus sehr feinen kollagenen Fasern bestehendes, lockeres Bindegewebe, welches in einem Falle (Abb. 8, 10 u. Tafel I Abb. 1 k) unmittelbar unter der erwähnten innersten zirkulären Schicht, und zwar nur unter einer Strecke ihres Verlaufes, im anderen Falle zwischen den zwei Lagen der Längsmuskulatur des Polsters sich ausdehnt. In einer Serie tritt einer solchen Leiste gegenüber allmählich eine ausschließlich aus Längsmuskeln gebildete zweite Leiste hervor (Abb. 10 lg), die distalwärts parallel mit der Abnahme und dem schließlichen Schwund der vorher erwähnten Leiste stufenweise höher wird und schließlich die Größe erreicht, wie z. B. die Leiste an der Abb. 7 a, b, wobei sie auch in ihrer Struktur mit dieser vollkommen übereinstimmt. Diese mit zwei Leisten versehene Arterie konnte ich in einer Serie in einer Länge von mehr als 2 cm verfolgen und selbst im letzten Schnitt wölbt sich noch die Leiste unvermindert vor.

Die elastischen Elemente zeigen in diesen Gefäßen einen noch verwickelteren Verlauf (Abb. 8, 9). An der Grenze der Längsmuskelschicht und der Media finden wir auch hier überall die *Elastica limitans*, welche die ganze Einrichtung umfängt (Abb. 8, 9 *el*). Die *Elastica int.* splittert sich innerhalb der Längsmuskellage ebenso in eine Anzahl von Lamellen auf, wie bei den früher beschriebenen Arterien und zwar in eine so große Anzahl, daß jede einzelne Muskelzelle auch hier von einer elastischen Hülle umgeben ist. Auch zwischen den Elementen der inneren Ringmuskelschichte finden sich mit diesen parallel verlaufende dünne elastische Fasern, während im vorhin erwähnten lockeren Bindegewebe (*k*) nur kaum in Betracht kommende sehr feine Fäserchen nachweisbar sind.

Welche Umstände dafür maßgebend sind, daß die Leisten einmal nur mit Längsmuskeln, in anderen Fällen auch mit Ringmuskeln versehen sind, konnte ich auf Grund meiner Fälle nicht feststellen. Der eine Fall (Tafel I Abb. 1) stammt von einem 53jährigen, der andere (Abb. 9) von einem 46jährigen und der dritte (Abb. 10) von einem 27jährigen Individuum, soviel scheint also sicher, daß die Anordnung der Muskeln vom Alter unabhängig ist. Bei denselben Individuen finden sich in den anderen Aa. profundae ausschließlich aus Längsmuskeln bestehende Leisten. Eine solche Bildung (Tafel I Abb. 1) begann, gleich nachdem sich die A. pro-

funda von der A. dors. getrennt hat, sie findet sich daher in einem Stamm, aus welchem noch mehrere Aa. prof. abzugehen haben, die andere (Abb. 9) findet sich gleich vor dem Eintritt in das Crus, wo diese Arterie längs der Tun. albuginea läuft. Eine dieser Arterien (Tafel I Abb. 1) zeigt das größte Kaliber von sämtlichen untersuchten tiefen Ästen, von den zwei anderen kann aber das nicht behauptet werden. Auf Grund meiner Präparate scheint es daher, daß in der Intima der Aa. prof. zweierlei Einrichtungen vorhanden sein können: die eine nur mit Längsmuskeln und die andere mit Längs- und Ringmuskeln versehen. Von der Media sind beide durch die Membr. el. limitans getrennt.

Stark gewölbte muskulöse Leisten beginnen zumeist beim Ursprung der Äste vom Stamm und können in einem Falle bis zur Endverzweigung des Astes

Abb. 9. A. prof. penis. (46 jähr. Individuum. † Pneumonia croup.) Sublimat. Resorein-Fuchs. Leitz Oc. 3. Obj. 3. $\frac{9}{10}$

el = Membran. elast. limitans, *r* = Seitenast, Kleine weiße Felder im Gebiet der Leiste = elastische Hüllen für die einzelnen Längsmuskelzellen.

verfolgt werden, im anderen Falle aber hören sie schon früher auf. Ich fand aber Arterien, die mit regelmäßig kreisförmigem Lumen entsprangen und in denen erst nach einem bestimmten Verlauf allmählich ein, eventuell zwei einander gegenüberliegende Leisten hervortreten begannen, die aber aufhörten, bevor die Arterie auch noch einen einzigen Seitenast abgegeben hatte. Der Abgang von Ästen, die viel kleiner sind als der Stamm, bleibt ohne Einfluß auf die Gestaltung und Größe der Leiste.

Zur Feststellung des Lumens der Arterie vor, im Bereich und nach der Leiste, habe ich mit dem Abbeschen Zeichenapparat die verschiedenen Abschnitte

Abb. 10. A. prof. penis. (27 jähr. Individuum. † Tbc. pulm.) Sublimat, van Gieson-Färbung. Leitz Oc. 3. Obj. 3. $\frac{9}{10}$. Zweierlei Leistentypen in demselben Gefäß.

lg = Leiste mit Längsmuskulatur, cc = cirkuläres Muskelbündel, k = lockeres Bindegewebe.

der Arterien gezeichnet und bin dabei unerwartet zu sehr wechselnden, einander vollkommen widersprechenden Resultaten gelangt. Es gibt Serien, wo das Lumen auch im Bereich der größten Vorwölbung der Leiste weiter erscheint als nach dem Aufhören derselben, obwohl inzwischen kein einziger Seitenast abgegangen ist, wogegen in anderen Fällen das Lumen mit dem Aufhören der Leisten auffallend zunimmt. Ich habe auch dem Verhalten der Media besondere Beachtung geschenkt und fand auch diese bald im Gebiet der

Leiste, bald vor, bald nach derselben stärker. Für die Beurteilung der funktionellen Rolle dieser Leisten bereitete mir dieser Umstand naturgemäß Schwierigkeiten und lenkte die Untersuchung wiederholt in falsche Richtungen. Die Ursache dieser Variabilität liegt in dem verschiedenen Kontraktionszustand, in dem sich die Media postmortal und durch die Reagenzien fixiert auch im mikroskopischen Präparat befindet. Der eine Abschnitt einer und derselben Arterie ist kontrahiert, der andere bleibt im schlaffen Zustand¹⁾.

¹⁾ Von meinem Untersuchungsmaterial habe ich einen Teil schon 2—3 Stunden nach dem Tode fixiert, es ist daher nicht ausgeschlossen, daß hier dieselbe Erscheinung im Spiele war, die wir auch bei Tieren einige Stunden nach der Tötung beobachten, daß nämlich die glatten Muskeln (z. B. im Magen und in den Därmen) auf mechanische und chemische Reize hin sich noch lebhaft kontrahieren und in diesem Zustande verbleiben.

An den engeren Stellen bildet die Membr. el. limitans ausgesprochen tiefere Wellen, sie ist mehr gefaltet als in den weiteren Abschnitten. Bei der Berücksichtigung dieser Erscheinungen kommen wir zu dem Resultat, daß die Leiste, gleichviel ob sie beim Ursprung des Gefäßes beginnt oder in dem Abschnitt zwischen dem Ursprung und der Verzweigung liegt, sich immer auf Kosten des Lumens vorwölbt und dasselbe je nach ihrer Masse mehr oder weniger verengt ¹⁾. Im Gebiet der Leisten scheint die Media zumeist einen weiteren Kreis zu bilden als ob das Gefäß an dieser Stelle spindelförmig erweitert daraus kann wäre, man aber aus den angeführten Gründen nach keiner Richtung hin Schlüsse ziehen.

Während in der A. penis die niedrigen bindegewebigen Leisten in keinem der von mir untersuchten Gefäße fehlten, waren in der A. profunda die beschriebenen Einrichtungen nur ungefähr in der Hälfte der Äste zu finden. In der Intima der übrigen sieht man nur einige Schichten von Längsmuskelzellen. Innerhalb der Tun. alb. finden sich aber in den Ästen sämtlicher tiefen Arterien Ebnersche Pölster.

Abb. 11. A. prof. penis. Verbindungsast. Von demselben Individuum wie Abb. 10. Resorcin-Fuchs. Leitz Oc. 3. Obj. 3. $\frac{9}{10}$ (siehe auch Abb. 12).

el = Membran. elast. limitans, r = Seitenast. In den Maschen der elastischen Elemente sind regelmäßig angeordnete glatte Muskelzellen zu finden (elastische Hüllen).

Zwischen den Aa. prof. eines 27 jährigen Individuums fand ich eine eigenartige, bisher noch unerklärte Anastomose. Eine linksseitige A. prof. (Abb. 12a) spaltet sich in zwei nahezu gleichstarke Äste. Der stärkere (b) verläuft eine Strecke hindurch ohne Leiste zum Crus derselben Seite, während der andere (c) sofort mit ringförmig gelagerten Längsmuskeln abgeht. Diese Längsmuskeln vermehren sich rasch, wodurch das Lumen sich trichterförmig verengt, so daß schließlich innerhalb der mächtigen Wand nur ein unverhältnismäßig enges

¹⁾ Zur histologischen Untersuchung des Stammes und der Äste der A. penis hat mich eben der Umstand angeregt, daß bei der Injektion der A. hypogastrica die Masse sehr selten und auch dann nur unvollkommen in den Penis gelangte, obwohl gleichzeitig auf den übrigen Gebieten der Hypogastrica selbst die kleinsten, mit freiem Auge noch sichtbaren Äste sich ganz gut gefüllt hatten. Bei dem vorsichtigen Aufschneiden der Arterien sind die größeren Leisten auch mit freiem Auge ganz gut sichtbar.

Lumen zu finden ist. Die Verdickung der Intima zeigt die Struktur der gewöhnlichen Leisten: sie besteht aus Längsmuskeln, die in elastische Hüllen eingelagert sind. Das hierdurch verengte Lumen geht nahezu vollständig in einen kleinen Seitenast über (Abb. 11—12 *r*), der sich im Gewebe der *Lam. intercur.* verteilt. Die Wand bleibt auch nach Abgabe dieses Astes unverändert dick, während das verbliebene Lumen so eng ist, daß es von 2—3 roten Blutkörperchen ganz ausgefüllt wird. Trotzdem finden wir eine noch weitere Teilung des Lumens in drei noch engere Äste (Abb. 12), die alle zwischen den Längsmuskeln verschwinden, ohne daß der Umfang der Media oder der Intima vermindert wäre. Diese lumenlose Arterie vereinigt sich mit einer A. prof. (Abb. 12d) der anderen Seite, in welcher an Stelle der Vereinigung eine dicke Leiste auftritt. Im anderen Ast der Arterie „a“ (im Ast *b*) treten nach einem längeren Verlauf in einem vollkommen astfreien Abschnitt zwei einander gegenüberliegende gleichstarke Leisten auf, die noch vor der Tunica. alb. aufhören, bevor noch die Arterie einen Ast abgegeben hätte. Im Schwellkörper zeigt diese Arterie die gewöhnlichen Verhältnisse.

Abb. 12. Schematische Darstellung der in Abb. 11 gezeichneten Arterie. *a, b, d* = Aa. prof. penis, *c* = Verbindungsast, *r* = Seitenast, $\rightarrow$ = Richtung des Blutkreislaufs, *s* = Stelle der Abb. 11.

Weder in der lumenlosen Arterie, noch in den übrigen Gefäßen zeigt sich eine Spur von pathologischen Veränderungen. (Todesursache: Tbc. pulm.) Eine solche Verbindung kommt höchstwahrscheinlich selten vor, ich fand sie nur in diesem einzigen Fall. Die wahre Bedeutung dieses Befundes (Entwicklungsanomalie. Versicherungsabfluß während der Erektion) ist mir vorläufig unbekannt. An pathologische Veränderung können wir wegen der regelmäßig angeordneten Muskelzellen nicht denken.

Art. dorsalis penis. Auch in dieser Arterie finden wir nahezu in sämtlichen Abschnitten die aus einigen Zellenreihen bestehende Längsmuskulatur der Intima, sowie die in mehrere Lamellen gespaltene *Elastica int. vor.* Die Längsmuskeln lagern sich halbmondförmig oder ringförmig um das Lumen und wölben sich ein wenig gegen das Lumen der Arterie vor. Im Stamm der A. dors. fand ich nur in einem einzigen Falle eine aus Längsmuskeln bestehende Leiste, die mit den ähnlichen Gebilden der Aa. prof. vollkommen übereinstimmte, dieses Gefäß

drang aber im mittleren Drittel des Penis mit Ausnahme eines dünnen oberflächlichen Astes in den Schwellkörper ein und verteilte sich dort ebenso, wie alle übrigen Aa. prof. Die durch die Längsmuskeln gebildeten kleinen wellenförmigen Erhebungen sind nicht als Ebnersche Pölster zu betrachten.

Sobald die Art. dors. in das Bindegewebe zwischen den Spitzen der Cc. cav. penis und der Glans eintritt, beginnt sie sich zwischen den aus der Glans stammenden zahlreichen Venen in ihre Endäste zu verteilen. Unmittelbar vor dieser Verästelung finden wir im Stamme eine ebenso starke Intimaleiste wie im Lumen der Aa. prof. oder der A. bulbi. In zwei Fällen ließ sich die Leiste über einen Abschnitt von 6—7 mm verfolgen, ohne daß ihr Querschnitt kleiner wurde, während ihre Form sich einigermaßen änderte. In den Endästen der Arterie fand ich keine Intimaverdickung. In einer Arterie (Abb. 13) lagen zwei Leisten vor. Das Verhalten der elastischen Elemente derselben unterscheidet sich nicht von dem der früher beschriebenen Arterien. Die *El. int.* teilt sich in parallel ver-

laufende Lamellen und die El. limit. verläuft auch hier ohne Unterbrechung ringsherum. Ein auffallender Unterschied besteht nur darin, daß sich hier nur einzelne spärliche Längsmuskelzellen finden, so daß die Leisten hauptsächlich aus Bindegewebe bestehen, welches sich lebhaft färbt und von besonders fester Beschaffenheit ist. Ähnliche bindegewebige Leisten, die noch zäher, konsistenter als die muskulösen erscheinen, kommen übrigens auch in den Aa. prof. vor.

Abb. 13. A. glandis (A. dors. penis.) 21 jähr. Individuum. † Otitis media. Abscessus cerebri. Sublimat. Resorcin-Fuchs. Leitz Oc. 4. Obj. 3. $\frac{9}{10}$. Zwei Leisten mit der gleichen Struktur.

Kleine runde Stellen in den Leisten = elastische Hüllen für die einzelnen Längsmuskelzellen.

Die Arterien der Corp. cav. penis innerhalb der Tunica. Die auf die Penisarterien bezüglichen bisherigen Untersuchungen beschränken sich eigentlich alle auf dieses Gebiet. Die Literatur dieser Frage stützt sich hauptsächlich auf drei Autoren: auf die Angaben von Joh. Müller (1837), Langer (1862) und Ebner (1900).

Die Existenz der von Joh. Müller entdeckten, lange Zeit angezweifelte Aa. helicinae gilt bekanntlich in der Literatur seit Langers Untersuchungen aus den 60er Jahren als gesichert. Sie sind nicht nur an Corrosionspräparaten, sondern auch in Serienschnitten gut sichtbar und bis zu ihrer Mündung verfolgbar. Die Literatur hat in der Zeit vor den Mitteilungen Langers (Valentin,

Arnold, Henle u. a.) das Vorhandensein oder das Fehlen derselben mit allzu großem, die Bedeutung dieser Arterien überschätzendem Eifer diskutiert, wogegen Joh. Müller selbst in seinem wenige Jahre nach seiner Originalabhandlung erschienenen Lehrbuch (1840) ihnen keine besondere Wichtigkeit bei der Erektion zuschreibt (Hdbuch. der Phys. 1840, B. II, S. 642).

Die Beschreibungen, welche die Verästelungsweise der Aa. prof. und deren Einmündung in die Kavernen behandeln, stützen sich alle auf die Untersuchungen von Langer. Da meine Präparate den Verlauf und die Einmündung der Endäste dieser Arterien in einem wesentlich anderen Licht erscheinen lassen, sehe ich mich veranlaßt, diese etwas eingehender zu erörtern.

Langer stellte Corrosionspräparate her, für deren Herstellung er die von Lieberkühn empfohlene Mischung (Wachs und Colophonium aa) benützte. Diese färbte er mit irgendeinem (er teilt nicht mit, mit welchem) auffallenden und feinkörnigen Farbstoff. Zur Corrosion benützte er Salzsäure verschiedener Konzentration. Er trieb die Masse durch eine in die Tun. alb. angelegte Öffnung ein, aus seiner weiteren Beschreibung scheint aber hervorzugehen, daß, da auf diesem Wege es ihm nicht gelang, die Arterien der Schwellkörper zu füllen, er diese nach der Füllung der Schwellkörper noch besonders injizierte.

Er teilt den Querschnitt des Corp. cav. penis in eine aus größeren Hohlräumen bestehende zentrale und eine kleinere Hohlräume aufweisende Rindenzone ein. Die Rindenzone besteht nach ihm abermals aus zwei Teilen, nämlich aus einer größeren inneren und aus einer feineren äußeren Schicht. Über das Crus gibt er an, daß er dessen periphere Zone von den zentralen Hohlräumen aus zu füllen nicht instande war, weil sie von letzteren immer komprimiert wurde. Zur Erzielung vollkommener Resultate empfiehlt er den Tubus nur in die periphere Zone einzuführen, damit erst diese und nachher die zentralen Höhlen gefüllt werden. Aus der Prüfung dieser Füllungserscheinungen und der corrodierten Masse leitet er nachstehende Folgerungen ab: „Nach allem, was ich beobachtet, kann es gewiß keinem Zweifel unterliegen, daß nicht capilläre Zweige der Arterien, — denn sie hatten ungefähr einen Durchmesser von nur 0,03 W.L., — direkt in das Schwellnetz übergehen; es geschieht dies aber immerhin durch den feineren, erst mit einer Lupe zugänglichen peripherischen Anteil desselben. Die leichte Füllung des Schwellnetzes an der Peripherie der Injektionen der Arterien ist durch diese Übergangsweise genügend begründet. Neben diesem Übergange größerer Arterienzweige in die gröbere Rindenschichte besteht an der Peripherie noch eine Übergangsform, welche durch wahre Capillaren vermittelt wird, nämlich durch das feinere capillare Rindennetz.“

Er gibt ferner von den Arterien folgendes an: „Die Gesamtperipherie des Schwellkörpers ist daher das Hauptatrium, durch welches das arterielle Blut in das Schwellnetz gelangt; aber nicht ausschließlich, da auch im Inneren desselben Übergänge stattfinden und zwar, wie ich mit Bestimmtheit angeben kann, unmittelbare, und mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, auch capillarer Natur.“ Als Endresultat seiner Untersuchung gibt Langer an, daß das arterielle Blut auf drei Wegen in den Penis gelangt: 1. größere Arterienäste münden unmittelbar in die größeren Venen (unter letzteren versteht er die größeren Kavernen), 2. es gibt eine Kommunikation im Wege der größeren

Rindenzone, in welche Äste münden, die wir auf Grund ihrer Größe mehr als Arterien denn als Capillaren betrachten können; 3. das Blut gelangt durch Vermittlung wahrer Capillaren in die Kavernen, wie sich solche in der feinen Rindenzone, in den Arterienwänden und zweifellos auch in den Balken finden. Er fügt sogleich hinzu: „Die Mehrzahl der Arterienzweige übergeht durch Netze in die Venen; die Mehrzahl der Übergänge dürfte besonders in der vorderen Hälfte des Penis in die Peripherie des Schwellkörpers fallen.“ Die Kavernen haben also nach seiner Ansicht zweierlei Zuführungen: die Rindenzone und die direkte Einmündung der größeren Arterien im Inneren des Venenkonvoluts. Seine letzte Folgerung aber ist: „Das Schwellnetz ist daher ein wahres Venennetz“.

Für das Studium der Verästelungsweise der Arterien und der Einmündung ihrer Endäste benutzte ich ebenfalls Serienschritte¹⁾. Ich habe solche Serien vom Crus und von verschiedenen Abschnitten des Corpus von der Vereinigungsstelle beider Schwellkörper bis zu deren vorderen Spitzen angefertigt. Zu diesem Zweck ist infolge seiner leichteren Behandlung und besseren Übersicht der Kinderpenis (vom Alter von 6—8 Jahren angefangen) sehr geeignet²⁾.

Die Trennung in eine zentrale und eine Rindenzone ist nach meinen Untersuchungen am besten in der Gegend des Angulus intercrur. ausgesprochen. Sie ist aber auch sowohl weiter vorne, wie auch weiter hinten in den Crura leicht erkennbar. Die Trennung des Rindengebietes in ein gröberes und feineres Kavernensystem, wie sie Langer beschreibt, gelingt in keinem Schnitt an der ganzen Peripherie. Gelang es mir ab und zu, in einzelnen Schnitten die beiden Systeme stellenweise zu unterscheiden, so änderte sich an derselben Stelle der folgenden Schnitte die Größe der Kavernen wieder vollkommen und von den beiden Langerschen Zonen war wieder nichts zu sehen. Die engmaschige Rindenzone beschränkt sich, wie es bei der Besprechung der Venen näher beleuchtet werden soll, auf eine bestimmte Stelle und ihr Auftreten hat ihre bestimmte Ursache; sie ist keineswegs in der ganzen Länge der Schwellkörper zu finden. Es genügt vollkommen, wenn wir zwei Teile unterscheiden, die schon auf den ersten Blick auffallen, nämlich: einen zentralen Teil mit dickeren Balken und weiteren Maschen, die miteinander vielfach kommunizieren, und eine periphere Zone mit dünnen Balken und engen Maschen, die weniger miteinander in Verbindung stehen. Die Rindenzone kann nur unter der Tun. alb. vorkommen, neben dem Septum penis sind der ganzen Länge nach nur klaffende zentrale Venen zu finden.

Wo immer eine Arterie eindringt, beginnt sie sich innerhalb der Tunica bald zu verästeln und gibt reichlich Zweige ab, die einen mehr oder minder geschlängelten (helicinen) Verlauf aufweisen. Das typische Verhalten ist, daß im Bereich der zentralen Kavernen in der Nähe des Septums in beiden Schwellkörpern

¹⁾ Schnitte, die mehr als 10 μ dick sind, sind ungeeignet, weil die kleinsten Arterien, deren Lumen zumeist gar nicht sichtbar ist, in ihrem geschlängelten Verlauf zwischen den Balkenmuskeln nicht mehr verfolgt werden können.

²⁾ Ich habe sämtliche Penis mittels einer in die Tun. alb. eingestochenen Nadel zuerst mit 0,9 proz. Kochsalzlösung wiederholt durchgewaschen, sodann mit der Fixierungsflüssigkeit durchgespült und schließlich den Penis in toto in das Fixiermittel eingelegt. Die Schwellkörper wurden nach Möglichkeit nur bis zum halberigierten Zustand gefüllt und ich war bestrebt, sie in diesem Zustand zu fixieren. Ich habe den Penis immer erst nach der Fixierung in Stücke zerlegt.

je ein Arterienstamm nach vorne verläuft, nicht selten verlaufen aber streckenweise 2—3 gleich starke Arterien parallel miteinander, wobei alle fortlaufend ihre geschlängelten Äste abgeben. Wie sämtliche Autoren betonen, besitzen alle Arterien eine ungewöhnlich starke Media. Die feinsten Äste dieser Arterien sind kleine Gefäße mit sehr engem Lumen und auffallend dicker Media, diese münden in die Kavernen. Sie verlaufen zuerst gerade, ihre überwiegende Mehrzahl verläuft in den Längsbalken, ein kleinerer Teil in den Querbalken. Bevor sie in die Kavernen münden, beschreiben sie stark gekrümmte Windungen, die mehr Wellenlinien als Schneckenlinien entsprechen; ihr Lumen ist in diesem Abschnitt so eng, daß es zumeist gar nicht sichtbar ist, die Stelle desselben wird nur durch die Kerne des Endothels bezeichnet.

Die Muskulatur der Media ist im ganzen Verlauf gleichstark, sie besteht aus äußeren und zirkulären inneren Längszellen, die bei der Einmündung in die Kavernen plötzlich aufhören. Diese kleinen Äste sind die eigentlichen Müllerschen Aa. helicinae. Eine El. int. findet sich auch im geschlängelten Abschnitt, sie ist nur auf einem kurzen Stück vor der Einmündung nicht mehr zu sehen. Nach Ebner (1900) wird das elastische Gewebe schon in den Arterien von 0,1 mm seltener, in den Aa. helicinae mit einem Durchmesser von 0,06—0,08 mm fehlt dasselbe fast vollkommen und speziell fehlt eine zusammenhängende El. int. Diese sind im wahren Sinne des Wortes Endarterien, sie teilen sich nicht mehr und anastomosieren auch mit einander nicht. Neben diesen geben die Arterien in den Schwellkörpern auch kleine Äste ab, die abweichend von den Aa. helicinae sich in der Balkensubstanz in Capillaren auflösen und offenbar der Ernährung der Gewebe dienen. Aus diesen sammeln sich dann kleine pcst-capillare Venen, die nach einem Verlauf von 30—40 μ in die Kavernen münden.

Was den näheren Verlauf und die Einmündungsweise der Aae. helicinae betrifft, so fand ich, daß der größte Teil dieser präkavernösen Arterien in der Nähe der Hauptstämme in dem Balken der großen zentralen Kavernen und in der hinteren Hälfte des Corpus penis verläuft, wo sich infolge der reichen Teilung der nahe zu einander eintretenden Arterienstämme zahlreiche solche kleine Arterien bilden, diese verlaufen in mehr oder minder großen Gruppen, man könnte sagen, in Scharen ihren Ursprungsstämmen entlang. Ich habe in meinen Serien den Verlauf von vielen derartigen kleinen Arterien verfolgt; alle mündeten in die zentralen Kavernen. Manche verliefen in Wellenlinien gegen die periphere Zone hin, aber auch diese mündeten in Kavernen, die mit den zentralen Kavernen breit kommunizierten. In die eigentliche periphere Zone mit engen, dünnwandigen Kavernen sah ich keine einzige solche Arterie münden, diese Kavernen hängen nämlich nicht mit den Arterien, sondern mit den Venen zusammen. Aus diesen Serien kann daher festgestellt werden, daß nur ein verschwindend geringer Teil der Endäste der Aa. prof. sich in Capillaren teilt, die aber nicht in die kavernösen Räume übergehen, sondern zur Ernährung des Balkenwerkes dienen, alle übrigen behalten ihre im Verhältnis zum engen Lumen mächtige Media und münden nach dem geschilderten Verlauf ohne jede Besonderheit in die zentralen Kavernen. Es sind das der Form nach helicine, der Anordnung nach präkavernöse Arterien. Nach dieser Feststellung ist es leicht zu konstatieren, ob die Kavernen venöse oder arteriöse Höhlen sind. Die

Physiologie lehrt schon seit langer Zeit, daß bei der Erektion der Penis sich mit arteriösem Blut füllt: die präkavernösen Arterien bilden die Bestätigung dieser Behauptung.

Die von Langer angegebenen Einmündungsarten finden in meinen Präparaten keine Stütze. Er gründete seine Behauptungen auf Korrosionspräparate, die zu allgemeinen Folgerungen nicht geeignet sind und leicht Mißverständnisse herbeiführen können. Wenn wir die Füllung der Kavernen nicht gewaltsam erzwingen — wie das Langer getan hat — so zeigen die Korrosionsbilder der Arterien dasselbe wie das mikroskopische Bild: die seidenfadendünnen Aa. helicinae sind gut sichtbar, die nicht nur von den kleinsten Ästen, sondern unmittelbar auch von den diesen vorausgehenden größeren Arterien ausgehen können. Langer hat die Ursprungsweise der Venen — worauf er doch seine ganze Erektions-Theorie gründete — wie aus der näheren Besprechung derselben (III. Teil) hervorgehen wird, vollkommen unrichtig von seinen Präparaten abgelesen und bei der Lektüre seiner Arbeit taucht immer wieder der Gedanke auf, daß er bestrebt war, auch für die Arterien eine ähnliche Ursprungsweise nachzuweisen, wie er sie fälschlich bei den Venen beschreibt.

Die dritte wichtige Angabe zur Erektionsfrage lieferte Ebner (1900), dessen halbmondförmige Polster von Eberth (1904) dadurch ergänzt wurden, daß er neben diesen in den Arterien auch ringförmige Intimaverdickungen nachwies. Beide beschreiben nur Längsmuskeln in den Pölstern, nach meinen Präparaten finden sich jedoch auch in einwärts von der Tunica befindlichen Arterien ebenso zweierlei Verdickungsformen, wie vor dem Penis, nämlich: die eine ausschließlich aus Längsfasern bestehend, die andere — vielleicht seltenere — neben solchen auch noch mit inneren zirkulär verlaufenden Muskeln versehen. Wie in den außerhalb der Tunica befindlichen Arterien, sind auch hier in den polsterfreien Abschnitten gleichmäßig um das Lumen verteilte, in 1—3 Schichten angeordnete Längsmuskelzellen zu finden. Sie wölben sich kaum in das Lumen vor und bedingen höchstens eine schwache Wellenlinie des inneren Konturs. Die El. int. zerfällt auch zwischen diesen in Fasern und umgibt jede Muskelzelle mit einer besonderen elastischen Scheide. Zu dem über die elastischen Elemente der Pölster nach Ebner und Eberth Mitgeteilten wäre nur noch hinzuzufügen, daß die von der El. int. abgespaltene Membr. elast. limitans unter den Pölstern auch hier als vollkommen selbständige und ungeteilte Membran verläuft.

Eine von den im Wesen miteinander übereinstimmenden Angaben Ebners und Eberths abweichende Darstellung der elastischen Elemente der Pölster gibt Rothfeld (1908). Nach seiner Darstellung sind „die elastischen Lamellen des Intimapolsters keineswegs abgezweigte Blätter der *Elastica int.* Sie stammen vielmehr aus der Spaltung der subepithelialen elastischen Lamelle, die das ganze Arterienlumen unmittelbar unter dem Endothel auskleidet. Sie spaltet sich an der Basis der Verdickung und gibt einige Blätter an das Intimapolster ab“. „Die *Elastica interna* läuft ununterbrochen rings um die Intima, ohne sich irgendwo zu spalten.“ Er erklärt ferner: „Die Arterien der Sexualorgane unterscheiden sich — was die elastischen Elemente betrifft — nicht wesentlich von den Arterien anderer Körperteile.“ (S. 254.)

Aus Rothfelds Darstellung geht hervor, daß ihm nur ein einziges Ebnersches Polster in einem Ast der A. dors. penis vorlag. Die Abbildung, die er davon gibt, weist tatsächlich eine einheitliche El. int. und innerhalb derselben eine dünne unmittelbar unter dem Endothel gelegene elastische Membran auf, die sich im Polster in einige dünne diskontinuierliche Lamellen teilt. Aus der Zeichnung scheint hervorzugehen, daß das fragliche Polster hauptsächlich eine zirkuläre, und zwar bindegewebige Struktur aufwies, wenigstens sehe ich keine Spur von Längsmuskeln oder ihnen entsprechende ungefärbt gebliebene Räume, die in meinen Präparaten bei einer ähnlichen Färbung der elastischen Elemente immer gut hervortreten (z. B. seine Abb. 21, 22) und auch Rothfeld selbst macht keine Erwähnung von Muskelzellen. Nach alledem scheint es sicher, daß Rothfeld kein eigentliches Polster vor sich hatte, woraus sich der Widerspruch der beiderseitigen Beschreibungen hinlänglich erklärt.

Eine selbständige subendotheliale Membran, wie sie Rothfeld angibt, habe ich nirgends in meinen Präparaten gefunden, die El. int. verhält sich in allen meinen Präparaten in der Weise, wie das von Ebner und Eberth beschrieben wurde.

Längsmuskelbündel, die in der Adventitia der Arterien der Schwellkörper verlaufen, wurden bereits von Stilling beschrieben (1872). Ich finde aber, daß solche auch in den noch diesseits der Schwellkörper befindlichen Abschnitten der Arterien vorhanden sind. In einigen meiner Präparate finden sich um die A. bulbi und einzige Aa. prof. herum solche Bündel mit kürzerem oder längerem Verlauf. Golowinski (1905) knüpft in seiner Abhandlung über die Arterien der äußeren Geschlechtsorgane an die Beschreibung dieser Muskeln der Schwellkörper folgende Bemerkung: „Die Hauptsache ist, daß sie nur dicht an der Media sitzen und durch ihre Kontraktionen eine Wirkung auf die Gefäße ausüben, welche in bezug auf die lokale Zirkulation des Blutes dasselbe leisten, wie die klappenartigen Vorrichtungen“ (S. 660). Unter den letzteren versteht er die Ebnerschen Pölster.

Es war mir möglich, diese Längsmuskeln an mehreren hundert Schnitten, wo sie sich vorfanden, zu prüfen. Sie verlaufen nicht dicht an der Media, sondern im Bindegewebe der breiten Adventitia eingebettet in gesordneten Bündeln; auch an jenen wenigen Stellen, wo sie ausnahmsweise tatsächlich knapp an der Media liegen, kann keine Rede davon sein, daß sie auf das Lumen auch nur die geringste Wirkung ausüben könnten. S. Exner (1877) schreibt den in der Wand von röhrenförmigen Organen (Darm, Tube, Blutgefäße) angebrachten Längsmuskeln gerade im Gegenteil eine erweiternde Wirkung zu. In der Zeichnung von Golowinski finden sich zwar zwei ungewöhnlich dicke Muskelbündel, aber wir haben keinen Grund, von diesen ebensowenig wie von den normalen dünnen Bündeln vorauszusetzen, daß sie eine verengernde oder erweiternde Wirkung auf das Lumen ausüben könnten. Wie ich später im III. Teil meiner Arbeit darlegen werde, sind diese Muskeln ebenso wie die longitudinal verlaufenden Muskelbündel der Trabekel und der Tunica dartos penis nichts anderes als einfache Retraktoren, die während des Aufhörens der Erektion den Ruhezustand wieder herstellen.

Golowinski nimmt neben der verengernden Wirkung dieser adventitiellen Muskeln mit Ebner auch die gleiche Wirkung der Pölster an, er hat sogar, wie

es aus seiner Arbeit ersichtlich ist, mit allzu großem Eifer die Ebnerschen Pölster gesucht und er glaubte sie daher auch an solchen Stellen gefunden zu haben, wo diese in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind. Auf die Angabe Ebners hin, daß die Pölster besonders an den Ursprungsstellen der Äste vorkämen, prüfte er besonders solche Stellen, und als Ergebnis dieser Untersuchung schreibt er, daß sich außer den Ebner-Pölstern „jedoch auch solche fanden, die von v. Ebner nicht erwähnt wurden: vor der Abzweigung findet sich die Spaltung der *Elastica interna*; dazwischen liegen, mit deutlichen elastischen Fasern gemengt, parallel der *Media* verlaufende Bündel glatter Muskelfasern“ (S. 658). Er erblickt daher in den Besonderheiten der Teilungsstellen (Längsmuskeln in der *Intima*, Spaltung der *Elast. int.*) der Arterien „klappenartige Vorrichtungen“ und schreibt diesen eine ähnliche absperrende Wirkung zu, wie Ebner seinen Pölstern. Man kann leicht erkennen, daß die in Abb. 5 Golowinskis dargestellten zwei einander gegenüberliegenden kleinen Erhebungen nichts als Teilungsstellen sind, während im Gegenteil die einzige Erhebung in Abb. 2, die als Teilungsklappe bezeichnet wird, ein charakteristisches Ebnersches Polster zu sein scheint.

Bei Golowinski begegnen wir noch zwei weiteren willkürlichen Annahmen hinsichtlich der Ebnerschen Pölster, die ebenfalls richtig zu stellen sind. Die eine seiner Hypothese, daß die Längsmuskeln der Pölster aus den zirkulären Muskeln der *Media* entspringen, und erst nach einer starken Krümmung in die longitudinale Richtung einlenken, aber am Ende des Polsters in derselben Weise wieder in die normale Muskulatur der *Media* sich zurückbiegen. Irrtümlich ist zweitens die willkürliche Abbildung im Text, worin die Äste der *A. labialis post.* mit lauter kurzen und gleich dicken Ebnerschen Polstern vollgezeichnet und was noch fehlerhafter ist, auch in den entsprechenden Venen in gleichen Abschnitten solche Pölster dargestellt sind.

Die Gebilde der *Intima* der Arterien wölben sich sowohl im Gebiet vor dem Eintritt durch die *Tunica albuginea penis*, wie auch innerhalb letzterer selbst in sehr verschiedenem Maße vor und bilden wie bereits erwähnt nicht kurze Pölster, sondern 2—3—4 mm lange, manchmal sogar noch längere Leisten; die ausschließlich aus Längsmuskeln bestehenden Balken der Venen verlaufen aber überhaupt nicht abschnittsweise, sondern längs der ganzen Länge des Gefäßes und hören nur an solchen Stellen auf, wo sie straff mit dem *Periost* verbunden sind. Die *Intimaleisten* der Arterien setzen zumeist erst nach den Verzweigungsstellen ein, die vor der Abgabe von Ästen auftretenden Teilungsleisten zeigen wohl einige Ähnlichkeit mit den Ebnerschen Pölstern, sind aber in Wirklichkeit von diesen durch gewisse Einzelheiten ihrer Struktur zu unterscheiden.

Was den Sitz der Ebnerschen Pölster betrifft, so ließ sich dasselbe nachweisen, was ich bereits bezüglich der analogen Bildungen der *Aa. prof.* erwähnt habe, daß sie nämlich zumeist gleich an der Ursprungsstelle der Äste beginnen; nur selten finden sie sich in den Abschnitten zwischen den Verzweigungen. Jene klappenförmige Anordnung an den Teilungsstellen, die Ebner erwähnt und abbildet (Köllikers Handbuch III. Abb. 1192) sah ich an keinem einzigen Präparat; beginnt das Polster gleich mit dem Ursprung des Astes, so kann es wohl mit dem

ähnlichen, im Hauptstamm evtl. weiter verlaufenden Gebilde zusammenhängen, doch fand sich weder vor der Tunica noch innerhalb derselben eine derartige Lagerung oder ein derartiger klappenförmiger Wulst, welche die Zirkulation des Blutes nach der einen oder der anderen Richtung hin auch nur im geringsten beeinflussen oder sogar hemmen könnten. Nur an schiefen Schnitten entstanden Bilder, die denjenigen Ebners ähnlich sind, die aber als solche durch die Form des Lumens oder durch den Verlauf der Muskeln stets erkannt werden konnten.

Ich fand die Leisten verschieden lang; doch können wir als Durchschnittslänge die Ebnersche Angabe: 1 mm oder etwas mehr, gelten lassen, vielleicht beträgt die Länge eher noch etwas mehr. Bezeichnender als die Angabe ihrer absoluten Länge ist die an den Pölstern, die der Länge nach getroffen sind, eruierbare Feststellung, daß ihre Länge mindestens 8—10 mal ihre Breite übertrifft, ja diese Zahl dürfte noch mehr betragen, da infolge des geschlängelten Gefäßverlaufes nur ein Teil der Länge im Bilde enthalten ist.

Das Verhalten der Arterien des Corpus cav. urethrae einwärts von der Tunica.

Es findet sich hier keine wesentliche Abweichung gegenüber den Gefäßen des Corp. cav. penis; innerhalb des Schwellkörpers zeigen die Arterienstämme denselben helicinen Verlauf, sie teilen sich ebenso häufig und die aus der Teilung hervorgehenden Äste sind gleichfalls dickwandige präkavernöse Arterien (Aa. helicinae), die in ähnlicher Weise in die Kavernen einmünden. Bekanntlich findet sich im C. cav. urethrae eine ähnliche periphere Zone wie im Schwellkörper des Gliedes weder im Bulbus, noch in den weiteren Abschnitten. Sämtliche Kavernen hängen weit miteinander zusammen; daher die zutreffende Bezeichnung der Franzosen und Engländer: Corp. spongiosum. Das Ergebnis ist daher gleich, in welche Kaverne auch die Arterie einmündet. Langer gibt in seiner vorhin geschilderten Arbeit über die Verteilung und Einmündung dieser Arterien nichts an. Ebner hat seine Pölster zuerst im Bulbus gesehen, wo die Intimaverdickungen ebenso halbmondförmig oder zirkulär sein können wie in den Schwellkörpern des Penis. Die Einmündung der Endäste der A. dors. penis in das Kavernensystem der Eichel unterscheidet sich im Wesen ebenfalls nicht von jener der A. bulbi. Die Arterien geben auch hier Ernährungsäste an die Trabekeln ab, aus welchen ebenso wie im Corp. cav. penis 30—40 μ lange postcapillare Venen sich sammeln, um dann in die Kavernen zu münden.

Frey (1880) fand in der Glans des Hundepenis, daß sich alle Arterienäste in Capillaren teilen, die sich dann in normaler Weise in Venen sammeln; erst diese sollen in die Schwellkörper münden, an deren entgegengesetztem Pol sodann die V. dors. entspringt.

Von den Gefäßen des Corp. cav. penis und urethrae macht er keine besondere Erwähnung, so daß man nach dem Titel und nach dem Text seiner Arbeit annehmen muß, daß seine Angaben auch für diese gelten, d. h. daß die geschilderte Art der Zirkulation für sämtliche Schwellkörper maßgebend sei, was jedenfalls ein prinzipieller Unterschied gegenüber dem Menschen wäre, bei dem die Blutzirkulation der beiden Schwellkörper bei gleicher arterieller Zufuhr im Endergebnis dennoch verschieden ist. Bezüglich der Glans scheint dies sicher zu sein.

Ob auch der Mechanismus der Erektion bei den verschiedenen Tieren so verschiedenartig ist wie die äußeren morphologischen Verhältnisse des Gliedes, das müssen weitere vergleichende Untersuchungen zeigen.

Die nutritiven Arterien des Diaphr. urogen. und der Lamina intercruralis.

Diese kleinen Gefäße gelangten vom ganzen Gebiet des Diaphragma recht zahlreich in die Serien. Zu betonen ist, daß in ihrer Intima sich abschnittsweise rings um das Lumen eine ähnliche aus 2—3 Zellreihen bestehende Längsmuskulatur findet wie in den Penisarterien. Gegen das Lumen zu bilden auch diese niedrige, wellenförmige Erhebungen; zwischen den Muskelreihen und den einzelnen Muskelzellen spaltet sich die El. int. ebenso in Lamellen. Wo die Zellen in 2—3 Reihen übereinander liegen, ist auch die sich aus der El. int. abzweigende Membrana elast. limitans zu finden. So ausgesprochene Leisten, wie in den Penisgefäßen, fand ich hier in keinem Fall¹⁾

Die physiologische Rolle der Arterien.

Die erste nennenswerte Erklärung der Erektion stammt von Joh. Müller (1837), dessen Ausführungen über den Verlauf und die Funktion der Aa. helicinae auch heute noch als grundlegend in den meisten Beschreibungen eine Rolle spielen, obwohl er selbst einige Jahre später (1840) die Wichtigkeit dieser kleinen Gefäße eingeschränkt hat, wie dies aus folgender Stelle hervorgeht: „Welcher Anteil“, schreibt er in seinem Lehrbuche, „den quastartigen Anhängen der Arterien, Aa. helicinae, bei der Erektion zukomme, ist vollends unbekannt. Auf jeden Fall kann die Erektion nicht von ihnen abhängen, da sie bei mehreren Tieren wie beim Elephanten ganz fehlen und schon bei den Pferden nur Spuren

¹⁾ Als Ebner-Pölster oder Intimaleisten bezeichne ich nur solche Erhebungen, die $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ des als Kreis gedachten Lumens in Anspruch nehmen, ohne Rücksicht darauf, ob die Form eine halbmondförmige oder ringförmige ist. Jede Intimamuskulatur, die geringere Maße aufweist — zumeist zeigen die hierher gehörigen Muskelzellen einen Längsverlauf —, ist, ob sie nun in den Schwellkörpern oder in den nutritiven Gefäßen des Diaphragma vorkommt, in derselben Weise aufzufassen wie die in der Intima der Arterien anderer Körperteile vorkommende Längsmuskulatur. Ich habe an einer früheren Stelle schon erwähnt, daß in der Literatur mehrere solche Gefäße erwähnt werden (siehe z. B. Ebner, Arterien in Köllikers Handbuch), und ich kann noch hinzufügen, daß sich ebensolche Längsmuskeln in einzelnen Abschnitten der A. lingualis, A. vesicalis und mit etwas abweichender Lagerung (außerhalb der Elast. int. unter die zirkulären Mediamuskeln gemischt) in den Arterien des menschlichen Funiculus spermaticus finden. Aus der Gesamtbetrachtung der in der Literatur erwähnten solchen Arterien (Carotis, Subclavia, Axillaris, Poplitea, Lienalis, Hepatica, Mesenterica, Gastrica usw.) geht hervor, daß es sich bei allen um Gefäße handelt, die einer Lageveränderung, ja auch einer Verlängerung ausgesetzt sind, und aus diesem Grunde habe ich auch die Arterien der Zunge, der Harnblase und des Funiculus spermaticus untersucht, in welchen sich tatsächlich eine Längsmuskulatur findet. In der A. lingualis und Carotis communis zerfasert sich zwischen diesen Längsmuskeln die El. int. ebenso, wie es in den Arterien des Penis oder des Diaphragma urogen. und wahrscheinlich auch in den übrigen Gefäßen in ähnlicher Weise der Fall ist. Diese Längsmuskeln sind gewiß nichts anderes als einfache Retraktoren. Bei der Berücksichtigung dieser Befunde und der Querschnitte der Pölster werden sich die Fundorte der wahren Ebner-Pölster gewiß verringern. Paladino (1887) beschreibt solche (ohne Illustration) in den Arterien des Eierstockes, Golowinski in seiner erwähnten Publikation in der A. labialis. In den Illustrationen aber, die der letztere Forscher gibt, findet sich kein einziges ausgesprochenes Ebner-Polster.

davon vorhanden sind“ (II. Bd., 1840, S. 642). Auf derselben Seite schreibt er dann noch folgendes: „Die Erektion erfolgt durch Zurückhaltung des Blutes in den kavernösen Körpern, welches, wie Krause (Müllers Archiv. 1837) sehr wahrscheinlich macht, durch die Wirkung der Mm. ischiocavernosi geschieht, welche die tiefen Venen, die aus den Cc. cav. hervorkommen, zusammendrücken, auf die Vena dors. aber wohl kaum einen Einfluß haben können.“

An Korrosionspräparaten überzeugt man sich, daß die regelmäßigsten Wellenlinien (nicht Schraubenzüge) in der Tat von den Aa. helicinae von Müller, d. h. den präkavernösen Endästen gebildet werden, daß aber auch die Arterienstämme der Schwellkörper des Penis, sowie der Urethra, ja sogar auch die diese begleitenden Nerven einen ähnlichen, stark geschlängelten (helicinen) Verlauf erkennen lassen. Der geschlängelte Verlauf im Ruhezustande ist eine Reservevorrichtung, die diese Gebilde befähigt, der mit der Erektion einhergehenden Verlängerung folgen zu können. Die Helicinität selbst kann weder ein wesentliches Hindernis für die Blutzirkulation bilden, noch aber kann sie im Gegenteil einen reicheren Blutzufluß fördern. Wir finden keine Einrichtung, keinerlei Muskulatur, die auch nur die kleinsten Gefäße aus ihrem geschlängelten Ruhezustand ausstrecken könnten würde aber die Erektion in erster Linie auf der Tätigkeit der Aa. helicinae beruhen, so müßten diese den ganzen Prozeß einleiten, d. h. der erste Akt müßte eine Streckung dieser Gefäße sein, was jedoch ganz unmöglich ist. Die Helicinität verhält sich passiv und wird durch die auf irgendeine Weise bereits eingeleitete Volumenzunahme des Penis überwunden.

Die Theorie von Valentin (1838) und Herberg, nach welcher die Erektion durch Kontraktion der trabekulären Muskeln verursacht werde, ist schon zu ihrer Zeit widerlegt worden.

Die auf die Rolle der glatten Muskeln bezüglichen Ausführungen Köllikers (1851) werden im Wesen sowohl durch die Ergebnisse der Physiologie (aktive Hyperämie), wie auch durch meine eigenen Untersuchungen bestätigt. Kölliker gab eine ganz richtige Darstellung der Muskulatur der Trabekeln; sie verlaufen in der Tat, wie dieser Forscher feststellte, in zwei Hauptrichtungen, in der Längs- und in der Querrichtung und nur im Ruhezustand bilden sie ein scheinbar regelloses Gewirr. An den Serien, die ich aus dem im künstlichen Erektionszustande fixierten Glied angefertigt hatte, kann dieser Muskelverlauf in beiden Arten des kavernösen Gewebes, besonders aber an den vorderen Spitzen der Corpp. cav. penis gut studiert werden. Von der Muskulatur der Arterienwandung kannte Kölliker nur die dicke Media und übersah eigenartigerweise die Längsmuskeln der Intima und der Adventitia. Nach seiner Theorie tritt bekanntlich eine Erschlaffung all dieser Muskeln ein, infolgedessen das Blut ungehindert in größeren Mengen in die Kavernen einströmen kann. Zur Stützung seiner Auffassung beruft sich Kölliker auf die Analogie der Funktion des Schließmuskels der Blase und des Mastdarmes, sowie auf die Erweiterung der Arterien bei seelischen Erregungen. Seiner Auffassung nach dauert die Erektion so lange, bis diese Muskeln erschlafft bleiben, und sie hört auf, sobald sie sich wieder zusammenziehen, wodurch sie das Blut in die Venen pressen. Als weitere Stütze dieser Retraktionswirkung der Trabekeln führt er den M. retractor penis der Tiere an. Den Unterschied in der Erektion der Cc. cav. penis et urethrae läßt er un-

erwähnt und spricht auch nicht über die elastischen Elemente der Arterien oder deren eventuelle Rolle.

Diese Erklärung fand aber Köl liker selbst nicht zureichend und ergänzte sie in derselben Arbeit noch durch den Hinweis auf die Rolle der Venen als Bewirker einer Stauung des Blutes. Diesbezüglich sagt er, daß die Venen die Tunica albuginea in schiefer Richtung durchbohren, infolgedessen sie bei der Erektion gespannt werden. Sie zeigen einen geschlängelten Verlauf, anastomosieren miteinander, wodurch die Blutströme in ihnen zusammentreffen und sich gegenseitig behindern: „Die Hemmnisse für das Fließen des Blutes und der daraus resultierende Seitendruck werden dann noch vermehrt dadurch, daß die venösen Bahnen nicht nur vielfach sich winden, sondern auch durch das ganze Glied so kommunizieren, daß keine bestimmt vorgezeichneten rückführenden Kanäle vorhanden sind, wodurch natürlich die Blutströme vielfach aufeinander treffen und sich hemmen müssen, ein Verhältnis, das man bisher noch gar nicht gewürdigt hat, obschon es sicherlich nicht ohne bedeutenden Einfluß auf die Blutbewegung im Penis ist“ (S. 128). Für diese letzteren Darlegungen bringt aber Köl liker keinerlei positiven Beweise bei, und ich muß hervorheben, daß auch ich in meinen Untersuchungen nichts gefunden habe, was dafür sprechen würde. Die vielfachen Anastomosen der zahlreichen Venen können den Abfluß nur fördern¹⁾.

Zur Erklärung Ebners (1900) möchte ich folgendes bemerken: Die Längsmuskeln der Intima sind vor allem in zwei Gruppen zu teilen: die eine Gruppe umfaßt die Fälle, wo diese Muskeln sich so weit vorwölben, daß sie ungefähr $\frac{1}{3}$ oder zumeist $\frac{1}{4}$ des Durchmessers des ursprünglichen Gefäßlumens in Anspruch nehmen; die andere aber diejenigen, wo diese Längsmuskeln — seien sie nun zirkulär oder halbmondförmig angeordnet — auch an ihrem höchsten Punkt nur eine dünne Schicht bilden. In dieser letzteren Form finden wir sie im Diaphr. urogen., in der Lam. intercur. und in den Ernährungsarterien der Penishaut sowie in den schon früher erwähnten außerhalb des Geschlechtsapparates befindlichen Gefäßen vertreten; die El. int. zerfällt zwischen diesen Muskeln in derselben Weise wie in den wahren Ebner-Pölstern. Mit Rücksicht darauf, daß diese Arterien wohl in nicht erektilen Gewebe, aber dennoch an Stellen vorkommen, die der Zerrung und Verlängerung ausgesetzt sind, haben wir diese Längsmuskeln der Intima als einfache Retractoren zu betrachten. Die Funktion der glatten Muskeln, die im M. transv. per. prof. sowie im Diaphr. urogen. vereinzelt vorkommen, besteht in der Wiederherstellung der normalen Lage nach den aus verschiedenen Ursachen (Atmung, Defäkation, Urinieren) erfolgten Lageveränderungen, es ist daher verständlich, daß auch die in diesen verlaufenden Arterien mit ähnlichen Muskeln versehen sind. Die Muskeln der Schwellkörper zeigen Längs- und Querrichtung, auch in der Penishaut verlaufen die Muskeln in diesen beiden Richtungen. Die beiden Arten von Muskeln wirken der entsprechenden Ausdehnung entgegen; die hier verlaufenden Arterien werden in ähnlicher Weise nach der mit der Erektion verbundenen Verlängerung durch Muskeln verkürzt. Bei einzelnen Tieren dient zur Zurückziehung des Penis ein selbständiger Längsmuskel: der M. retractor penis.

¹⁾ Mit der zeitlich nun folgenden (1863) Kompressionstheorie Henles habe ich mich im I. Teil dieser Arbeit beschäftigt.

Ebner gibt wohl in der ersten Mitteilung, worin er die Pölster beschreibt, die Erweiterung und Zusammenziehung der Media zu, aber sowohl er, wie später auch andere Autoren erblicken die Hauptursache der Erektion dennoch darin, daß sich die Pölster abflachen, wodurch das Lumen erweitert wird. Ich bin schon zu Beginn meiner Untersuchung zur Ansicht gelangt, worin ich durch die späteren Bilder immer mehr bekräftigt wurde, daß die Abflachung der Pölster allein keinen großen Gewinn bedeuten würde. Jene häufig auftretenden Pölster, welche ein Drittel oder die Hälfte des ursprünglichen Lumens okkupieren, würden, selbst auf die Hälfte abgeflacht, nur einen Raumgewinn von $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ bedeuten. Von den hauptsächlich aus Muskeln, zum geringeren Teil aus elastischen Elementen und aus sehr wenig Bindegewebe bestehenden dichten Pölstern kann unmöglich angenommen werden, daß sie auf die Hälfte ihrer Ausdehnung reduziert werden könnten; würden sie auch der Dicke nach abnehmen, so müßten sie der Breite nach um ebensoviel zunehmen, so daß ein Gewinn hieraus nicht resultieren könnte. Damit der Polster um die Hälfte seines Durchmessers kleiner werde, müßte er sich auf das Doppelte seiner Länge im Ruhezustand ausdehnen, aber die muskulösen Leisten der A. bulbi und der Aa. prof. liegen in Gebieten (dichtes Bindegewebe des Diaphr. urogen. und der Lam. intercrur.), wo eine namhaftere Streckung auf keinen Fall, höchstens nur eine ganz geringe Verschiebung möglich wäre. Ich habe die Leiste in der A. bulbi vom Ursprung bis zum Eintritt verfolgt; damit sich diese auf die Hälfte abflache, wäre die doppelte Gefäßlänge notwendig; diese Arterie ist aber kaum einer Dehnung ausgesetzt. In den Endästen der A. dors. (A. glandis), im Stamm der A. penis sowie in einzelnen Aa. prof. besteht die Leiste nicht so sehr aus Muskeln, als hauptsächlich aus kollagenem Bindegewebe und elastischen Elementen, eine Struktur, die weder für eine Dehnung, noch für eine nennenswerte Kompression geeignet ist; geradezu unmöglich ist aber, daß die wenigen in diesen befindlichen Muskelzellen sie vorwölben könnten. Gebe es nur kurze Pölster, so könnte man sich eher eine Dehnung vorstellen, bei den langen Leisten aber müßten sich lange Abschnitte der Arterien erheblich verlängern, wogegen derselbe Einwand angeführt werden müßte, wie gegen die primäre Streckung der Aa. helicinae: wenn nämlich die sich abflachenden Pölster die Blutzufuhr einleiten würden, so müßte das erste Moment deren Verlängerung sein, während doch zu dieser Zeit die Verlängerung der Schwellkörper noch gar nicht eingesetzt hat. Beruht aber die Erweiterung der Hauptsache nach dennoch auf dem Spiel der Media, wie sollen wir dann die nur stellenweise auftretenden Pölster oder Leisten erklären, wo doch in den Zwischenabschnitten die Aufgabe der Media allein zufallen muß? Wir müssen daneben auch noch den Umstand berücksichtigen, daß, wenn es auch stärker vorgewölbte Leisten gibt, die meisten derselben aber doch nur ungefähr die Hälfte des Lumens erfüllen, so daß von einem vollkommenen Abschluß der Arterie selbst im Ruhezustand keine Rede sein kann. Nach alledem müssen wir zur Ansicht gelangen, daß diese Intimaverdickungen mit der Erektion doch in einer bestimmten Weise zusammenhängen.

Die Funktion der Penisarterien und die Rolle der Pölster resp. Leisten erkläre ich mir folgendermaßen:

Die im Stamm der A. pud. int. und der A. penis auftretenden niederen

Leisten, die aus Bindegewebe, elastischen Fasern und höchstens einigen wenigen Längsmuskelzellen bestehen, sind nichts anderes als Faltungen der Intima, bestimmt, bei der Ausdehnung des Gefäßes ausgeglichen zu werden. Diese Falten weisen darauf hin, daß die Media schon hier einer erheblichen Dehnung ausgesetzt sein kann. Auch die in den Ästen der A. penis auftretenden ähnlichen Gebilde, unter welchen ich also jene Erhebungen verstehe, die weniger als $\frac{1}{4}$ des Lumens in Anspruch nehmen, geben gleichfalls von solchen Dehnungen Zeugnis. Aus diesen und aus den noch später darzulegenden Ursachen ist daher die Erklärung von Kölliker annehmbar, daß die glatten Muskelzellen sowohl in den Arterien (und zwar schon vom unteren Abschnitt der A. pud. int. angefangen) wie auch im kavernösen Gewebe, ja auch in der Haut eine Relaxation erfahren, diese werden von dem ständig wirkenden Blutdruck bis zur Möglichkeit ausgedehnt. Das erste Moment bildet daher das Aufhören des Tonus der glatten Muskeln. Im Ruhezustande wirken auf dem ganzen erektilen Gebiet, sowohl in den Arterien, wie in den Kavernen zwei Kräfte einander entgegen: die eine ist der Blutdruck, der zu erweitern trachtet, die andere, welche dieser entgegenwirkt, der Tonus der elastischen Elemente und der glatten Muskeln. Im Ruhezustand halten sich die beiden Kräfte vollständig das Gleichgewicht, sobald aber der Tonus der glatten Muskeln aufhört, überwindet der Blutdruck die sich selbst überlassenen elastischen Elemente und dehnt diese sowohl in den Arterien als auch in den Schwellkörpern mit den Muskeln zusammen aus. Der wellenförmige Verlauf der elastischen Membranen kennzeichnet den Ruhezustand.

Die Zirkulation in den zuführenden Arterien der Schwellkörper hängt aber von den dickeren Leisten der Intima ab, welche das Lumen an gewissen Stellen verengern. Ein Axiom der Mechanik ist, daß, wenn wir eine Röhre an einem beliebigen Punkt verengern, das für die Zirkulation ebensoviel bedeutet, als ob wir die Röhre in ihrer ganzen Länge verengert hätten. Im Ruhezustand lassen die Leisten einen gewissen Teil des ursprünglichen Durchmessers der Kavernenarterien frei, durch diesen kann nur so viel Blut einströmen, als ohne Stauung auch abfließen kann. Wenn wir den freigebliebenen Durchmesser einer durch eine Leiste verengten Arterie im Ruhezustand und im Dehnungszustand der Media vergleichen, so gelangen wir zu einem eigenartigen Resultat.

Als Beispiel wählte ich eine A. bulbi, die ich mit dem Abbeschen Apparat abgezeichnet habe. Das Lumen der Media (ursprüngliches Lumen) war ein nahezu regelmäßiger Kreis und ich zeichnete einen dementsprechenden Kreis (Abb. 14 a). Die Leiste okkupierte ungefähr $\frac{3}{4}$ des Lumens, da sie aber keine regelmäßige Kreisform hatte, habe ich, um bei der Berechnung nicht zu hoch zu greifen, sie nur als um ein Geringes umfangreicher als die Hälfte des ursprünglichen Lumens angenommen (Abb. 14 b). Es kommen sowohl außerhalb der Tunica (Abb. 7) wie auch innerhalb derselben auch höhere Leisten vor, andererseits gibt es auch flachere. Bei einer solchen Art der Berechnung gelangen wir nun zu folgendem Resultat:

Durchmesser des Kreises „a“	$d_a = 68$ mm
Flächeninhalt des Kreises „a“	$t_a = 3630$ qmm
Umfang des Kreises „a“	$k_a = 214$ mm
Flächeninhalt der Leiste	$t_b = 1954$ qmm
Flächeninhalt des freien Lumens	$t_1 = t_a - t_b = 1676$ qmm.

Wenn wir von der unwahrscheinlichen Annahme ausgehen, daß sich die Leiste auf die Hälfte abflachen kann, so ist der Raumgewinn — ohne Berücksichtigung der Dehnung der Media — die Hälfte von t_b ; der Flächeninhalt der abgeflachten Leiste ist also:

$$t_{b_1} = 977 \text{ qmm.}$$

Der Umfang des freien Querschnittes (vergrößerten Lumens) ist daher:

$$t_a - t_{b_1} = 2653 \text{ qmm.}$$

Wenn wir nun fragen, wie stark die Erweiterung einer Arterie und einer Media ohne Leiste sein müßte, um denselben Raumgewinn zu erzielen, so finden wir, daß sich ein Kreis mit dem Durchmesser von 46 mm auf 58 mm erweitern müßte, wobei sich seine Zirkumferenz von 144 mm auf 182 mm erhöhen würde, d. h. die Media müßte um 24% ihrer Länge im Ruhezustand gedehnt werden (Abb. 15).

Abb. 14. Schematische Darstellung der Rolle einer Arterienleiste. $\frac{9}{10}$. (Erklärung siehe im Text.)

Abb. 15. Schematische Darstellung der Erweiterung einer Arterie ohne Leiste. $\frac{9}{10}$. (Erklärung siehe im Text.)

Eine 50proz. Abflachung der Leisten erzielen wir also durch eine 24proz. Erweiterung einer freien Arterie.

Wäre aber in den zur Berechnung benützten Arterien (Abb. 14 a) keine Leiste vorhanden, so könnte die mit weiterem Lumen versehene Arterie den Gewinn der halben Abflachung, 977 qmm noch leichter erreichen, ihr Flächeninhalt müßte von 3631 auf 4608 sich erhöhen, wobei der Umfang von 214 auf 242 steigen würde (Abb. 14, Kreis c).

Die extreme (50proz.) Abflachung der Leiste wird daher von der Media spielend erreicht, wäre aber die Leiste nicht imstande, sich zumindest auf die Hälfte abzuflachen, dann hätte eine derartige Funktion derselben überhaupt nicht viel Sinn. Einen andersartigen, überraschenden Vorteil des Vorhandenseins der Leiste zeigt uns aber folgende Überlegung.

Aus dem bereits vorher erwähnten mechanischen Gesetz, daß eine Verengung des Lumens einer Röhre an einer einzigen Stelle die Zirkulation in der ganzen Länge der Röhre verändert, folgt, daß die Zirkulation auch in den Penisarterien vom Zustande der verengten Stellen abhängt. Ich habe bereits bei der Schilderung der mikroskopischen Bilder betont, daß eine erhebliche Kompression der dichtstrukturierten Leisten kaum denkbar ist, die mitgeteilten Berechnungen bewiesen aber mathematisch, daß wenn auch eine irgend nennenswerte Abflachung (auf die Hälfte) der Trabekeln zustande kommen könnte, diese gegenüber der Erweiterung der Media noch immer sehr im Nachteil bliebe. Auch dieses mathematische Resultat weist in dieselbe Richtung wie das mikroskopische Bild, nämlich auf eine Erweiterung der Media. Durch diese Erweiterung wird nämlich die Leistenbasis breiter und infolgedessen wahrscheinlich die Leiste wohl etwas flacher, ein Gewinn folgt hieraus jedoch keineswegs, denn soviel die Leiste in der Höhe verliert, ebensoviel muß sie in der Breite zunehmen. Infolge der Dehnung der Kavernenarterien nimmt die Höhe der Leisten gewiß ebenfalls ab, wodurch das Lumen etwas zunimmt, da jedoch dieser Umstand in den hinter dem Penis befindlichen Gefäßen ohnehin keine Rolle spielen kann, können wir diesen Vorteil vernachlässigen und annehmen, daß nur die Media sich erweitert. Der Einfachheit halber wollen wir davon ausgehen, daß durch diese Erweiterung das Lumen um so viel zunimmt als durch die Abflachung der Leisten auf die Hälfte, also 977 qm. Wäre im Falle einer solchen Erweiterung in der Arterie keine Leiste vorhanden, so müßte ihr Lumen

von 1667 qm auf 2654 qm

steigen, was eine Zunahme von 58,2% wäre, also mehr als um die Hälfte gegenüber dem früheren Viertel. Ich wiederhole, daß, während die Media dieses Resultat durch eine Erweiterung um 13% erzielt, die Leiste dasselbe nur durch eine 50proz. Abflachung erzielen könnte. Wenn wir eine beliebige geringere Ausdehnung annehmen, z. B. eine Zunahme des Durchmessers der Media von 68 mm auf 80 mm, so ist das Ergebnis ebenso augenscheinlich.

Ohne Leiste:

I. Lumen mit 68 mm Durchmesser = 36 qcm	} Zunahme 14 qcm = 38 %.
„ „ 80 „ „ = 50 „	

Bei Vorhandensein der Leiste:

II. Lumen mit 68 mm Durchmesser = 16 qcm	} Zunahme 14 qcm = 83%.
„ „ 80 „ „ = 30 „	
III. Umfang bei 68 mm Durchmesser = 21 cm	} Zunahme 4 cm = 17%.
„ „ 80 „ „ = 25 „	

Zur Erzielung der bei Vorhandensein einer Leiste erreichten Erweiterung müßte eine Arterie ohne Leiste mit folgendem Durchmesser die nachstehend berechnete Erweiterung erleiden (siehe II).

IV. Umfang eines Lumens von 16 qcm = 14 cm	} Dehnung 5 cm = 34%.
„ „ „ „ 30 „ = 19 „	

Bei derselben Dehnung (17%) beträgt daher der Raumgewinn ohne Leiste 38%, mit Leiste 83%, und während eine mit Leiste versehene Arterie diesen Gewinn mit einer Dehnung von 17% erzielen könnte, benötigt dazu ein Gefäß

ohne Leiste gerade doppelt soviel, nämlich 34%. Der Vorteil ist dem größeren Umfang des mit einer Leiste versehenen Gefäßes zuzuschreiben. Zur Erzielung desselben Raumgewinnes müßte sich der Querschnitt der Leiste von 19,5 qcm auf 5,6 qcm abflachen, d. h. sie müßte 71% ihres Volumens zum Verschwinden bringen, was kaum zu begreifen wäre. Der wahre (absolute) Raumgewinn ist selbstverständlich in beiden Fällen gleich groß (14 qcm). Dieser wird aber bei fehlender Leiste zur Vergrößerung von 36 qcm, bei vorhandener Leiste aber von 16 qcm verwendet, deshalb ist der letztere Gewinn relativ größer. Nachdem aus den früher erwähnten mechanischen Gründen die Zirkulation in den Arterien von den verengten Stellen abhängt, so kann nur der Raumgewinn dieser Stelle in Rechnung kommen¹⁾.

Die Funktion jener Arterien, in deren Leisten an der Lumengrenze auch eine zirkuläre Muskulatur vorhanden ist (Abb. 7—10), scheint noch viel ausgiebiger. Hier tritt zu dem Vorteil, den die Leiste bietet, auch noch die Dehnung dieser sekundären Wand, welche durch den Blutstrom auf Kosten des darunter liegenden lockeren Gewebes vorgewölbt werden kann. In diesem aus sehr dünnen kollagenen und elastischen Fasern bestehenden Gewebe kann eine Kompression schon mit mehr Recht vorausgesetzt werden, so daß an diesen Stellen die Arterie noch über den Wert der Dehnung der Media hinaus Raum gewinnen kann. Dieses zirkuläre Muskelbündel wird durch dieselben zwei Kräfte in der Ruhelage gehalten, wie die Media und die Leiste an allen Stellen, nämlich durch den Tonus der mit den Muskeln parallel verlaufenden elastischen Elemente und der Muskulatur. Zu diesen tritt noch die wohl geringfügige Stützung durch das darunter befindliche lockere Bindegewebe hinzu. Auch hier wird das Gleichgewicht durch die Erschlaffung der Muskeln gestört und der Blutdruck überwindet den Widerstand der elastischen und kollagenen Fasern.

Auf Grund dieser Erwägungen und Berechnungen über die geschilderten Einrichtungen finden wir das Verständnis für noch weitere Befunde.

Aus den Gesetzen der Verengung folgt, daß diese am erfolgreichsten am Anfang eines Rohres ist, weil damit die Zirkulation in der ganzen Röhre und in der von dieser abgehenden sämtlichen Zweigen entschieden ist; es ist daher verständlich, daß in meinen Serien die Leisten regelmäßig nach den Verzweigungsstellen, d. h. zu Beginn der Röhre auftreten. Es kommt aber — wie bereit erwähnt — auch vor, daß die Leiste an einem astfreien Abschnitt beginnt und noch in dessen Bereich aufhört. Im Endergebnis gibt es zwischen den beiden Lagen keinen wesentlichen Unterschied.

Die Funktion dieser Einrichtungen kann am einfachsten mit der eines Hahnes der Wasserleitung verglichen werden. Obwohl das Rohr vor dem abschließenden Hahn und auch nach demselben eine genügende Weite besitzt, so hängt dennoch die Menge des ausfließenden Wassers von der Stellung des Hahnes ab, ganz frei aber kann das Wasser nur fließen, wenn wir den Hahn ganz herausdrehen. Bei den Arterien wird eine ähnliche Regulierung durch die Media besorgt

¹⁾ Die oben erwähnten Angaben beziehen sich auf kreisförmige Lumina, in der Wahrheit — bei halbmondförmigen Innenräumen — sind die Raumgewinne den mathematischen Regeln entsprechend noch größer. Während der Kreis sich mit r^2 vergrößert, geschieht die Vergrößerung bei halbmondförmigen Innenräumen mit ungefähr r^4 .

und je nach deren erweitertem oder verengtem Zustand steht die Leiste, welche die Lumenweite regelt, mehr nach außen oder nach innen. Wir sehen ferner, daß es keinen Unterschied ausmacht, wo der Hahn liegt, mag er wo immer sein, näher oder weiter vom Ende des Rohres, der Zufluß des Wassers hängt stets von seiner Stellung ab. Wir können die Ausflußmenge sämtlicher Hähne eines Hauses schon bei dem zuführenden Hauptrohr des Hauses regeln; öffnen wir den hier befindlichen Haupthahn nur mäßig, so wird aus sämtlichen Röhren des Hauses — obwohl in der Straßenleitung voller Druck herrscht — wenig Wasser unter niedrigem Druck abfließen und daran wird gar nichts geändert, wenn wir auch sämtliche Hähne des Hauses vollkommen öffnen¹⁾.

Aus alledem ist verständlich, daß nicht in jeder A. prof. Leisten vorhanden sein müssen; die Regulierung der Zirkulation kann auch in einem früheren oder späteren Gefäßabschnitt erfolgen.

Eine Verengung in der Mitte einer astfreien Arterie finden wir in den zwei Arteriae umbilicales unmittelbar innerhalb des Nabelringes. Mit der Histologie dieser Einrichtung hat sich meines Wissens nur Strawinski beschäftigt (1874). Nach seinen Darlegungen hat ein französischer Autor, Notta, schon im Jahre 1855, dann Rudolf Virchow 1856 angegeben, daß die in der A. umbilic. des Neugeborenen vorkommenden Blutgerinsel an einzelnen Stellen dünner sind, an einzelnen Stellen ist das Gefäßlumen sogar vollkommen abgeschlossen, so daß das Coagulum dort eine Unterbrechung erleidet. Strawinski stellte fest, daß innerhalb der Media der A. umbilic. aus Längsmuskeln bestehende „Polster“ vorkommen, die, wie er angibt, ungefähr 1 cm einwärts vom Nabelring am ausgesprochensten sind. Nach demselben Forscher sind diese polsterförmigen Einrichtungen an jener Stelle eigentlich überflüssig, weil die muskulöse Wand, die der elastischen Fasern ermangelt, schon an sich genügen würde, um diese Arterien vollkommen zu verschließen, für die günstigsten Stellen hält er trotzdem diejenigen, wo einwärts von den zirkulären Muskeln auch Längsmuskeln vorhanden sind, weil die Kontraktion der beiden das Lumen stärker verringern kann. Im wesentlichen faßt daher schon Strawinski diese Einrichtung ebenso auf, wie später Ebner die nach ihm benannten Polster.

Nach meinen Präparaten (Abb. 16) stimmen diese Längsmuskelbündel der A. umbilic. mit den Leisten der Penisarterien im ganzen und großen überein. Die Längsmuskeln erschienen hier nicht in der Form von 1—2 Leisten, sondern sie verlaufen in Ringform um das Lumen und wölben sich in Wellenlinien in das Lumen vor. Auf Grund der angeführten Berechnungen verursacht diese Einrichtung mathematisch keinen Unterschied. In der A. umbilic. finden wir sowohl einwärts wie auch auswärts vom Nabel eine dünne Elast. interna, welche zwischen diesen Längsmuskeln sich ebenfalls in mehrere Lamellen auflöst. Die Leisten sind aber hier dennoch viel ärmer an elastischen Elementen, als in den Penisarterien: es fehlen die zusammenhängenden, mit einander parallel ver-

¹⁾ Aus dem Umstand, daß bei den Gefäßen die vor der Verengung liegenden Abschnitte sich gleichfalls erweitern, entsteht noch ein besonderer Vorteil. Wollten wir jedoch auch diesen Umstand berücksichtigen, so würden die Berechnungen zu langen mathematischen Ableitungen führen. Die Technik ist meines Wissens überhaupt nicht imstande, diese Einrichtungen und Vorteile der elastischen Röhren anzuwenden.

laufenden zirkulären Lamellen, die Muskelzellen sind nicht von elastischen Scheiden umgeben und an der Grenze zwischen longitudinaler und zirkulärer Schicht findet sich keine Lam. termin. Nur in der Nähe des Lumens sieht man dünne, sporadische elastische Fasern. Entsprechend dem Gebiet dieser Längsmuskeln finden wir beim Neugeborenen die Media im Vergleich mit den höheren Abschnitten um soviel enger, daß die innen liegenden Längsmuskeln das Lumen nahezu vollkommen verlegen (Abb. 16 b), ja beim Lebenden dasselbe gewiß auch vollkommen verschließen können. Die erhebliche Zusammenziehung der Media ist augenscheinlich, die Annahme hat jedoch keinerlei Begründung, daß die Vor-

Abb. 16. A. umbilicalis, von einem neugeborenen Mädchen. † Asphyxia intrauterina. Formalin, van Gieson-Färbung. Gezeichnet bei Leitz Oc. 2. Obj. 1. $\frac{3}{4}$.

a = Schnitt aus dem Abschnitt bei der Blase, *b* = dieselbe Arterie ungefähr 0,5 cm innerhalb des Nabelringes. *v* = Venen in der Adventitia.

wölbung oder Abflachung der Längsmuskeln das Lumen wesentlich regulieren könnte. Das würde erstens selbst bei einer hochgradigen Verkürzung (z. B. auf die Hälfte) nicht viel bedeuten, zweitens aber haben wir gar keinen Grund vorzusetzen, daß die A. umbil. sich verkürzt, umso weniger, weil das Gefäß gerade in diesem Abschnitt in sehr dichtes Bindegewebe eingebettet ist. Eine aktive Rolle besitzen also auch bei dieser Arterie nur die zirkulären Muskeln, gerade so, wie bei den Arterien des Penis. Die geringe Zahl elastischer Elemente beweist, daß diese Arterie nicht für Erweiterung, sondern für Verengung eingerichtet ist und dabei nicht für eine wiederholte, sondern nur für eine einmalige Funktionierung. Durch den Besitz von Längsmuskeln erzielt die Media dasselbe, wie die Penisarterien: bei größerem Umfang wird durch geringfügigere Kontraktion eine erhebliche Verengung, eventuell ein vollkommener Verschluß erreicht.

Wir können vielleicht auch mit Recht annehmen, daß die Media allein garnicht imstande wäre, das Lumen der Arterie zu verschließen¹⁾.

Die Längsmuskeln der Leisten haben — sowohl in den Arterien des Nabels, wie auch in denjenigen des Penis — ebenfalls eine mechanische Bedeutung. Obwohl sich die Leisten an diesen Stellen sehr allmählich erheben, so bilden sie dennoch ein gewisses Hindernis in der Blutbahn, der Blutstrom stößt auf den Anfangsteil der Leisten an und übt auf diese einen Druck in der Richtung von hinten nach vorne aus. Dieser Druck hat das Bestreben, die Substanz der Leiste vor sich her zu schieben, wodurch aber in den folgenden Abschnitten eine Substanzvermehrung entsteht, und das Blut geradezu sich selbst den Weg versperren würde. Auf die Leisten wirkt also die Kraft nicht von oben nach unten, sondern von rückwärts nach vorne und die Längsmuskeln halten dieser formändernden Kraft gegenüber die ursprüngliche Form der Leisten aufrecht. Ich habe erwähnt, daß mit der Erweiterung der Media die Leiste eine Formänderung erleiden muß, die Wiederherstellung der Ruhelage kann ebenfalls durch die Längsmuskeln besorgt werden. Wahrscheinlich kommen sie nebstbei in den kavernenösen Körpern auch noch als Retraktoren zur Geltung.

Ein gesetzmäßiges Verhalten bei der Strömung in Röhren ist, daß bei stationärer Strömung an Stelle der Verengung die Geschwindigkeit zunimmt, der Druck dagegen abnimmt. Nach der einfachen mechanischen Formel wird ein Teil der Kraft an der engen Stelle zur Steigerung der Geschwindigkeit verwendet. Vor und nach den Leisten ist daher der Druck größer, als an deren höchster Stelle, woraus folgt, daß die Leisten (Polster) im Ruhezustand von ihren beiden Enden her einem ständigen vorwölbenden Druck ausgesetzt sind, welchem ebenfalls die Längsmuskeln und der Tonus der elastischen Elemente entgegenwirken. Es besteht daher das Gegenteil der nach der Annahme von Ebner bestehenden abflachenden Kraft²⁾.

Dieser Umstand widerspricht noch nicht einer Erweiterung der Leisten, die mit zirkulären Muskeln versehen sind. Auch diese seltener vorkommenden Leisten zeigen in ihrem Anfangsteil einen Bestand an Längsmuskeln und erst nach der Erreichung ihrer vollen Höhe tritt in ihnen das zirkuläre Bündel auf, das mit der Abnahme der Höhe wieder Längsmuskeln Platz macht. Bei der Erschlaffung des zirkulären Bündels bleibt an dieser Stelle ein so geringer Widerstand, daß selbst der geringe Druck, der an der Verengungsstelle herrscht, imstande ist diesen zu überwinden. Die Längsmuskeln vor und nach dem zirkulären Bündel sichern diesem Abschnitt sozusagen eine geschützte Stelle für die Erweiterung.

¹⁾ Zu den in Abb. 16 abgebildeten zwei Arterien ist zu bemerken, daß wir auf Grund der histologischen Bilder mit Sicherheit behaupten können, daß die Arterie im Bereich der Längsmuskelleisten, d. i. etwas einwärts vom Nabelringe (Abb. b) selbst zur Zeit der placentaren Zirkulation kein so weites Lumen besitzen kann, wie in höher oben gelegenen Abschnitten, z. B. an ihrem Ursprung oder während ihres Verlaufes zu beiden Seiten der Blase (Abb. a). In dem aus dichtem Bindegewebe bestehenden Nabelring steht nämlich den beiden Arterien nur so viel Raum zur Verfügung, daß der Nabelring schon durch eine einzige so weite (a)-Arterie allein vollkommen ausgefüllt würde.

²⁾ Im Gegensatz ist der Innendruck an erweiterten Stellen des Rohres größer. Fassen wir die Corpp. cav. penis als einen solchen erweiterten Röhrenabschnitt auf, so erklärt sich der während der Erektion in ihnen bestehende größere Druck. Dieses hydrodynamische Gesetz kommt also im Mechanismus der Erektion zur Geltung.

Das zirkuläre Bündel und das darunter liegende lockere Bindegewebe bilden zusammen genommen eine schwächere Wand als die normale Media, und daß diese dennoch imstande sind den Ruhezustand zu erhalten, kann ebenfalls nur aus dem hier herrschenden geringeren Druck erklärt werden. Es ist eigenartig, daß zu der Erreichung desselben Zieles, für die Regulierung der Blutzufuhr zweierlei Einrichtungen vorhanden sind und obwohl alle Momente gegen eine Kompression der Längsmuskeln sprechen, können wir uns auf Grund des mikroskopischen Bildes der Erklärung nicht verschließen, daß die zirkulären Bündel durch Erschlaffung und Vorwölbung an dieser Funktion teilnehmen.

Aus dem größeren Druck vor und nach der Verengerung ist auch zu erklären, daß die Media dieser Gefäße im Vergleich zu anderen Arterien gleichen Kalibers auffallend dick ist.

Ein interessantes Beispiel für den Synergismus der glatten Muskeln und der elastischen Elemente bieten die Leisten. Wie ich wiederholt erwähnt habe, ist jede Längsmuskelzelle von einem elastischen Ring umgeben (Abb. 8, 9, 11, 13) resp. jede derselben liegt in einer elastischen Scheide. Sie widerstehen gemeinsam dem Blutdrucke, eine Formänderung (Dehnung, Verbreiterung oder Kompression) kann nur erfolgen, wenn es die Erschlaffung der Muskeln zuläßt und nur in einem durch das Maß dieser Erschlaffung bestimmten Umfange.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen bezüglich der Arterien des Penis lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Zwischen dem Corp. cav. urethrae und den beiden Cc. cav. penis besteht in betreff der Blutzufuhr weder im schlaffen noch im erigierten Zustande ein Unterschied.

Im Ruhezustand lassen die in den Arterien befindlichen Verengerungen nur soviel Blut in die Schwellkörper gelangen, als durch die Venen ohne Stauung abfließen kann.

Die Erektion beginnt mit einer Erschlaffung sämtlicher glatten Muskeln der Arterien und der Schwellkörper (im Sinne von Kölliker). Der Blutdruck überwindet den noch übrig bleibenden elastischen Widerstand, dehnt die Media aus, wodurch die durch die Polster verengten Stellen rascher erweitert werden, als dies bei einem regelmäßigen kreisförmigen Lumen der Fall sein würde, so daß durch diese Stellen relativ viel mehr Blut durchfließen kann, als es bei in gleichem Maße erweiterten leistenfreien Arterien desselben Kalibers möglich wäre.

Die Erweiterung der Arterien beginnt schon eine beträchtliche Strecke vor ihrem Eintritt in den Penis (A. pud. int., A. penis).

Der wellenförmige Verlauf (Helicinität) der Gefäße und Nerven stellt nur eine auf die mit der Erektion verbundene Dehnung beziehbare nebensächliche Eigenschaft dar, der für die Einleitung der Erektion keinerlei Rolle zukommt (im Widerspruch zur Theorie von Joh. Müller).

Das bei der Erektion zur Blutmenge des Ruhezustandes hinzutretende Blut ist rein arteriell; es ergießt sich unmittelbar auf dem Wege der präkavernösen Arterien zum größten Teil in die zentralen, zum geringeren Teil in die mit diesen kommunizierenden oberflächlicheren Kavernen, nicht aber, wie das Langer angibt, in die sogenannte periphere Zone.

Meine Untersuchungen stützen auch die Theorie von Ebner nicht vollständig; in den Gefäßen finde ich keine Polster, sondern Leisten, die nicht, wie Ebner annimmt, durch ihre Abflachung zur Erweiterung des Gefäßes beitragen, sondern in der Weise, daß sie durch die erschlaffte und erweiterte Media ohne nennenswerte Abflachung nach außen verlagert werden.

Die Erektion wird durch dieselben Gebilde aufgehoben, welche sie eingeleitet haben, nämlich durch die zirkulären Muskeln der Arterien. Während dort eine Erschlaffung der Muskeln im Spiele war, wird jetzt ihre Kontraktion wirksam, wodurch das dem Penis zuströmende arterielle Blut wieder auf das Ruhequantum zurückgeht, während der in den Schwellkörpern befindliche Überschuß durch die sich kontrahierenden glatten Muskeln der Trabekeln mit Unterstützung der zwischen diesen sowie in der Tun. albug. befindlichen elastischen Elemente in die Venen gepreßt wird.

Den außerhalb der Leisten in der Intima der Arterien befindlichen Längsmuskeln kommt ebenso, wie den Längs- und Quermuskelbündeln der Penishaut, gleicherweise wie auch denen der Schwellkörper bei der Retraktion eine funktionelle Bedeutung zu.

Der ständig wirkende Blutdruck findet im Ruhezustand im Widerstand der elastischen Elemente und der tonisch kontrahierten glatten Muskulatur eine Schranke; sobald die Muskulatur erschlafft, werden die allein zurückbleibenden elastischen Elemente vom Blutdruck sofort überwunden und wird der Gleichgewichtszustand aufgehoben. Die gesteigerte Blutzufuhr stellt nur den einen, u. zw. den aktiven Faktor der Erektion dar, mit dem anderen, dem passiven will ich mich im folgenden Teil meiner Arbeit beschäftigen.

III. Teil.

Die Venen des Penis.

Die mit dem unbewaffnetem Auge sichtbaren Verhältnisse der Penisvenen beschrieb ich schon im ersten Teil dieser Arbeit ausführlich, so daß ich im folgenden bloß die mikroskopischen Eigenheiten dieser Venen zu behandeln habe. Meine Befunde beziehen sich ebenso wie die früheren, nur auf den erwachsenen Menschen.

1. Eigene Untersuchungen.

a) Mikroskopische Befunde.

Vv. prof. penis. Ich habe diese Venen auf denselben Serien untersucht, auf denen auch die entsprechenden Arterien untersucht worden sind. Bereits in der ersten Mitteilung beschrieb ich, daß die meisten Venen des Schwellkörpers aus dem Angulus intercruralis austreten und wir nur hie und da einem Zweig begegnen, der aus der hinteren Hälfte der Crura oder vorwärts von ihrer Vereinigung die Tunica durchbohrt. Manche Autoren (Kölliker, Langer) schreiben dem Umstande, daß diese Venen in schiefer Richtung die Tunica durchbohren, eine Bedeutung zu, da sie aus diesem Grunde bei der Erektion von der angespannten Tunica komprimiert werden können. Meine Serien, die von 8 Individuen (im Alter von 9—53 Jahren) stammen, bestätigen, daß der größte Teil dieser Venen

tatsächlich in schiefer Richtung durch die Tun. alb. hindurchzieht, obschon man das ungefähr von einem Drittel nicht behaupten kann, auch was die Kompression seitens der Tunica betrifft, konnte ich nichts vorfinden, was nach dieser Richtung hin überzeugend wäre. Man kann also diesem schiefen Verlauf der Venen durch die Tunica eine besondere Rolle bei der Erektion zuschreiben; da die Crura fest mit dem Knochen verwachsen sind, können sie sich auch nicht erheblich verlängern. Der größte Teil der tiefen Venen tritt selbständig durch die Tunica hindurch und nur ein kleinerer Teil wird in Begleitung von Arterien und Venen angetroffen.

Verfolgte ich in meinen Serien die Venen in peripherer Richtung bis zu ihrem Ursprung aus den Kavernen des Schwellkörpers, so habe ich fast ausnahmslos folgende Verhältnisse angetroffen. Die Vene besitzt innerhalb der Tunica fast gar keine Muskulatur, die wenigen Längsbündel, die man manchmal hier antrifft, gesellen sich den Venen aus der Muskulatur der Trabekeln hinzu. Diese dünnwandige Vene spaltet sich alsbald in Zweigchen, die sich wiederum rasch in noch kleinere postkavernös gelagerte Venen zerteilen. Die letzteren kommunizieren wohl miteinander, doch sind sie von den Kavernen ganz konsequent abgesondert. Die postkavernösen Zweigchen die einer Vene angehören, sind also knapp nebeneinander anzutreffen und sie verlaufen in einer Länge von 3—400 μ und noch mehr Mikren unmittelbar unter der Tunica, ohne mit den Kavernen in Verbindung zu treten. Ihre Wandung besteht bloß aus dünnem Bindegewebe (aus kollagenen und elast. Fasern) und Endothel und bloß zwischen den Venen findet man einzelne Muskelzellen eingelagert. Die Venen sammeln sich meistens von vorne nach hinten, doch manchmal auch umgekehrt. Diese postkavernösen Venen bilden insgesamt eine besondere Schichte unter der Tunica: von den älteren Autoren schon als periphere oder Rindenzone benannt (Abb. 17 b). Natürlich existiert eine Rindenzone nur in der Nähe des Austrittes der Venen und je mehr Venenstämme nebeneinander austreten (z. B. im Angulus intercruralis), umso voluminöser und augenfälliger erscheint diese äußere Schicht am Durchschnitte des Schwellkörpers. Daher ist es auch verständlich, warum Langer diese Zone hauptsächlich in der Peniswurzel antraf. Da entlang dem Septum keine Venenstämme austreten, ist es klar, daß neben dem Septum seiner ganzen Länge nach bloß große, zentrale Kavernen vorhanden sind. Da vorne vor dem Angulus intercrur. keine bedeutenden Venen auszutreten pflegen, so ist am Querschnitt des Corp. penis keine ausgesprochene Rindenzone vorzufinden. Die postkavernösen Venen beginnen erst nach ihrem erwähnten Verlauf von 3—400 μ , oder öfters nach einem doppelt so langen Weg einzeln in solche Kavernen einzumünden, die entweder mittelbar oder unmittelbar mit den zentralen Höhlen in Verbindung stehen. Fassen wir also den Begriff der Rindenzone nach meiner Beschreibung auf, so kann nicht von der Behauptung Langers die Rede sein, wonach der größte Teil des arteriellen Blutes sich vorerst in das venöse System der Rindenzone ergießt, um dann in die zentralen Lakunen zu gelangen. Wie ich (II. Teil meiner Arbeit) erörterte, ergießen sich die Arterien des Schwellkörpers durch präkavernöse Zweigchen unmittelbar in die Kavernen (zentrale Zone), die postkavernösen Venen sind bloß zum Abzug des Kavernenblutes da. Wo immer eine Vene aus dem Schwellkörper des Gliedes austritt, fand ich sie stets aus solchen postkavernösen Zweigchen hervorgegangen.

Während die Venen die Tunica alb. passieren, ergießen sich in dieselbe auch Venen, die aus der Tun. selbst hervorgehen. Ein Teil dieser letzteren konfluiert aber in selbständige Venen, die sich ebenso in den Plex. diaphragmatis urogenitalis ergießen, wie die Venen aus dem Kavernensystem. Der tatsächliche Ursprung der tiefen Vene läßt sich also nur mikroskopisch und nicht durch die bloße Besichtigung feststellen. Der Umstand, daß Venen aus den Kavernen und den

Abb. 17. Querschnitt des Crus penis. (27jähr. Individuum. † Tbc. pulmon.) Sublimat. Färbung nach van Gieson. Leitz Oc. 3. Obj. 3. $\frac{3}{4}$.
a = zentrale Zone, *b* = periphere Zone. *vp* = Vv. prof., *t* = Tunica albuginea.

Geweben in gleicher Weise durch das Diaphragma passieren, ist ebenfalls ein Beweis gegen die Kompressionstheorie.

Selbst während des Durchtrittes der V. prof. durch die Tunica ist die Venenwand überaus dünn und besteht bloß aus Endothel und spärlichem Bindegewebe, welch letzteres in das Gewebe der Tunica ohne scharfe Grenze übergeht. So wie die Vene aus der Tunica austritt, erhält sie also gleich eine ansehnliche Muskulatur, die hauptsächlich longitudinal verläuft, doch findet man hier und da auch zirkuläre Bündel, die die ersteren umfassen. Die longitudinalen Muskel-

zügen wölben sich in derselben Weise ins Lumen, wie es bei der Intima der Arterien der Fall ist, deswegen werden sie auch von Eberth „Intimapolster“ benannt. Doch sind in diesen Venen nicht bloß 1—2 solche Vorwölbungen, sondern sie liegen zahlreich nebeneinander im ganzen Lumen, weswegen das letztere eine unregelmäßige Form annimmt. Nannten wir die Vorwölbungen schon bei den Arterien Leisten, so kann bei den Venen schon gar nicht von Intimapolstern, sondern nur von Leisten die Rede sein, denn so wie sie sich an der äußeren Grenze der Tunica bildeten, hören sie entlang der ganzen V. prof. nicht mehr auf. Sei es, daß die Vene alsbald in den Plex. diaphragmatis urog. sich ergießt, oder vorerst die ganze Länge der Lam. intercruralis durchsetzt, fehlen diese Gebilde nirgends, sogar im Plex. urogen. nicht und sind auch in den von da hervorgegangenen Vv. penis und Vv. pud. int. vorzufinden¹⁾. Die Wandung von all diesen Venen wird von einer kräftigen Längsmuskulatur gebildet, die nur hier und da von einem nicht zusammenhängenden zirkulären Muskelbündel umkreist wird. Färbt man mit Resorcin-Fuchsin, so gewahrt man zwischen den Muskeln überall dünne, lose elastische Fasern bzw. Lamellen und da eine einheitliche Elast. int. oder Elast. limitans nirgends zu finden ist, können wir die Muskeln als zur Media gehörig aussprechen. Der Muskelschicht schließt sich unmittelbar die Intima an.

Außer den gewöhnlichen tiefen Venen des Schwellkörpers fand ich noch zwei eigenartige venöse Abzugswege. Der eine Fall bezieht sich auf einen 35-jährigen Mann (Abb. 2, Tafel I). Eine starke V. prof. tritt aus dem Penis ungefähr in der Mitte der Wurzel hervor (*vp*), die sich aus den beschriebenen unter der Tunica verlaufenden Venen (Rindenzone) sammelt, jedoch auch einen Nebenzweig besitzt (*vr*), der unmittelbar einer großen, zentralen Kaverne entsprungen ist und die periphere Zone durchsetzt hatte, ohne mit der letzteren in Anastomose zu stehen. Beim Eintritt dieses Zweiges in den Stamm entsteht die auf der Abb. 2, Tafel I sichtbare Konfiguration: Man sieht auf Längsschnitten unter der Intima zwei gegenüberliegende, lippenförmige Verdickungen, die das Lumen der Vene so sehr für sich in Anspruch nehmen, daß bloß ein dünner Kanal zentralwärts übrig bleibt. Es ergibt sich aus der Serie, daß diese Konfiguration nicht aus zwei gegenüberliegenden Teilen besteht, sondern sie ist ein zusammenhängender, geschlossener Ring, in dessen Mitte das eingeengte Lumen verbleibt. Die Substanz dieses Ringes ist noch derberes Bindegewebe, als das der Tunica, ohne elastische Fasern zu führen. Wir haben es also bei der Einmündung dieses Zweiges mit einem derben Ring zu tun, dessen Struktur einer Kompression ebenso wie einer Dilatation in gleicher Weise zu widerstehen vermag.

Der zweite Fall betrifft einen 22jährigen Mann, mit einer dem Wesen nach ähnlichen Einrichtung in einer V. prof., die aus dem Angulus intercruralis hervorgegangen ist. Auch diese Vene verfolgte ich peripherwärts in der Serie; so wie ich ihr von der Lam. intercrur. bis zur Tunica in den Querschnitten folgte, entdeckte ich in ihrem Lumen einen Ring (Tafel I, Abb. 3 an), der mit einem kleinen Anteil an die Venenwand angeheftet war. Das Lumen des Ringes war an seinem Beginn so eng, daß es nur für 3—4 rote Blutkörperchen durchgängig schien. Doch war das Lumen des Ringes gradatim größer, je mehr ich mich in

¹⁾ Den hinteren Teil der V. pud. int. habe ich mikroskopisch nicht untersucht.

den Schnitten den Kavernen näherte, bis endlich solche Schnitte kamen, wo der Ring fast so weit wurde, wie das Lumen der Vene (Abb. 4, Tafel I). Die Peripherie des Ringes ist hier an zwei gegenüberliegenden Stellen mit der Venenwandung vereint und er besteht sowie auch weiter peripherwärts, aus zwei bindegewebigen Schichten, zwischen die sich eine dünne elastische Lamelle einschleibt. Die äußere Schicht ist konsistenter und färbt sich auch intensiver als die innere. Die Färbung und Konsistenz der äußeren Schichte ähnelt der der Tun. alb., während die innere Schichte — was Färbung und Konsistenz betrifft — mit dem Bindegewebe Ähnlichkeit aufweist, das in den Trabekeln der Schwellkörper vorhanden ist. Auf einem weiter peripher gelegenen Abschnitt ist der Ring in der Venenwandung schon fast ganz aufgegangen. An dieser Stelle sieht man schon, wie sich die Vene aus ihren Zweigchen, die aus den postkavernösen Venen hervorgingen, sammelte. Auf einem weiteren Abschnitt sieht man schon den Ring mit der Venenwandung bis auf eine kleine Lücke ganz verschmolzen. Von da angewahrt man nacheinander die Zweigchen, aus denen sich die beschriebene Vene sammelte, die in derselben Weise unter der Tunica hinziehen, wie die postkavernösen Zweigchen der gewöhnlichen Venen. Der eigentliche Stamm dieser Vene kam aber, die Rindenzone durchsetzend, aus der Tiefe, aus einer großen zentralen Kaverne. Auf Textabb. 18 sind diese Verhältnisse skizziert. Es handelt sich also eigentlich um einen starrwandigen, langen Trichter in der Vene, in dessen breiten peripheren Teil sich auch gewöhnliche postkavernöse Venen (*vc*) ergießen, eigentlich besteht aber ein direkter Zusammenhang mit den zentralen Kavernen ebenso, wie beim vorigen Fall¹⁾.

Es ist selbstverständlich, daß ich bestrebt war, auch im weiteren Material ähnliche Einrichtungen aufzufinden und habe deshalb 5 eingebettete Peniswurzeln in longitudinale und quere Schnitte zerlegt, doch war es mir nicht gelungen, ähnliches zu entdecken, obschon zahlreiche größere und kleinere tiefe Venen in die Schnitte gerieten²⁾.

Abb. 18. Schematische Darstellung einer Vena prof. mit Trichtereinsatz.

t = Tunica albug., *tr* = Trichter, *vc* = Vv. postkavernosae, → = Richtung des Blutes.

¹⁾ In beiden Fällen habe ich nach pathologischen Veränderungen gesucht, jedoch weder in den Geweben, noch in den Blutgefäßen dergleichen vorgefunden.

²⁾ Bemerkt sei, daß ich beide Crura desselben Individuums noch nicht vollständig zerlegte.

In den tiefen Arterien des Penis habe ich zwei Arten von regulierenden Leisten beschrieben. Die eine Art besteht nur aus longitudinalen, die andere aus longitudinalen und zirkulären Muskeln; es ist nicht ausgeschlossen, daß auch in den Venen diese zwei Arten von Ringen ein und demselben Zwecke dienen.

V. dors. penis. prof. Diese Vene ist — wie ich es schon in der ersten Mitteilung beschrieb — der Hauptabzugskanal für den Schwellkörper der Harnröhre. Sie entspringt in wesentlich anderer Weise aus den Kavernen, als die tiefen Venen. Es ist bekannt, daß man im Schwellkörper der Harnröhre keine zentrale und periphere Zone unterscheiden kann, wir finden bloß große, mit-

Abb. 19. Doppelte V. dorsalis prof. aus der proximalen Hälfte des Penis. (27 jähr. Individuum. † Thc. pulmon.) Sublimat. Leitz Oc. 2. Obj. 3. $\frac{3}{4}$.

a = V. dorsal. mit starker Wand ohne Leisten, *b* = V. dorsal. mit Leisten, *cc* = zirkuläre Muskelfasern, *l* = longitudinale Muskeln, *r* = Seitenast, *tr* = Querbalken im Lumen.

einander vielfach anastomosierende Höhlen in jedem Abschnitt des Schwellkörpers, ebenso in der Mitte, wie unter der Tunica. Die Zweige der V. dorsalis — die Vv. circumflexae ebenso wie die Vv. retroglandulares — stammen mit weiten Mündungen aus den Kavernen und streben auf je kürzerem Wege die Tunica zu durchsetzen. Bekanntlich besteht die Glans eigentlich aus einem Venenkonvolut, diese Venen sind nichts anderes als die Endzweige der V. dors. prof., die aus dem Schwellkörper der Urethra hervorkommen. Daher ist es erklärlich, warum man so leicht mit verschiedenen Flüssigkeiten die V. dors. durch den Schwellkörper der Urethra hindurch injizieren kann, oder umgekehrt von der V. dors. aus — natürlich nach Durchstechung der Klappen — den ganzen Schwellkörper der Harnröhre auszufüllen vermag. Über die besonders starke Muskulatur

der V. dors. prof. habe ich folgende Befunde. In der Glans besitzen die Venenwandungen keine Längs- und keine zirkulären Muskeln. Die Muskulatur beginnt erst da in der Venenwand zu erscheinen, wo die Venen das Bindegewebe zwischen der Glans und den Corp. cav. penis erreichen. Je oberflächlicher sie werden, desto stärker wird ihre Muskulatur, die hauptsächlich aus longitudinalen Zellen besteht. Unter die Fascie angelangt, zeigt sie schon dasselbe charakteristische Bild, wie im Stamm der Vene. Die dicke Wand der Vena dors. prof. besteht aus Bindegewebe und Längsmuskeln, zu denen sich nur hier und da zirkuläre gesellen, doch auch diese bilden keine zusammenhängende Schicht. In das Lumen stülpen sich ringsumher aus Bindegewebe und longitudinalen Muskeln bestehende Leisten, die in jedem Abschnitt der Vene von der Fossa retroglandularis bis zur Symphyse zu finden sind (Abb. 19). — Sie sind so geformt, wie die ähnlichen Gebilde der V. prof. und lassen sich ebenso wie die letzteren im ganzen Verlaufe der Vene ohne Unterbrechung verfolgen.

Zwischen den Muskeln sind viele elastische Fasern anzutreffen, die aber nirgends eine zusammenhängende Lamelle bilden. Bloß eine Stelle fand ich an der Vene, wo sowohl die Muskulatur, wie auch die Leisten fehlen und dies ist die Stelle unter der Symphyse, wo die Vene in die Lamina intercruralis eintritt und mit dem unteren Teil der Symphyse durch ein starkes, derbes Bindegewebe verbunden ist. Hier besteht in einer ungefähr 0,5 cm langen Strecke die Venenwand bloß aus Bindegewebe, die Vene klafft, sie zeigt keine Leisten und ist von der Umgebung nicht scharf abgegrenzt. Hinter der Symphyse, noch im Gefüge der Lamina intercruralis, erscheinen neuerdings die Längsmuskeln und die Leisten. Sobald sich die Vene in den Plex. diaphr. urogen. ergießt, verliert sie naturgemäß ihre Selbständigkeit und unterscheidet sich im weiteren Verlauf durch nichts von den anderen Venen des Plexus¹⁾.

Vv. bulbi. Wie ich in meiner I. Mitteilung erörterte, sind diese die Abzugskanäle zweiter Ordnung für das Corp. cav. urethrae neben der V. dors. prof. Sie entspringen an der Basis des Bulbus und verlaufen im Gefüge des Diaphr. urogen. bis zum Plexus. Am Bulbus läßt sich ebensowenig eine zentrale und eine Rindenzone unterscheiden wie anderswo am Corp. cav. urethrae. Am Ursprung der vom Bulbus abführenden Venen lassen sich keine Hemmungseinrichtungen finden. Auch in diesen Venen sind vornehmlich Längsmuskeln und wenig zirkuläre Muskeln zu sehen, doch ist die Venenwandung im allgemeinen dünner als jene von ähnlichen Zweigen, die den Vv. prof. oder der V. dors. angehören.

Vv. cutaneae penis. Diese Venen untersuchte ich, um sie mit den Kavernenvenen zu vergleichen. Ein Teil derselben zeigt das gewöhnliche Bild der allgemeinen Venenbeschaffenheit anderer Körperteile, zwischen ihnen habe ich aber auch solche gefunden, die mit denselben Muskeln und Leisten versehen sind, wie die Äste der V. dors. prof. oder die Vv. prof. penis.

¹⁾ Als Fortsetzung der V. dors. im Plexus läßt sich oft ein starker Zweig entdecken, der auch mit freiem Auge gut zu erkennen ist und im ganzen Plexus bis zum hinteren Rand des Diaphragma urogen. verfolgt werden kann. Doch können wir ihn weder als direkte Fortsetzung noch auch als selbständige Vene betrachten, denn er entsteht durch das Zusammenfließen von verschiedenen Zweigen, die aus mehreren Gebieten hervorkommen (V. dors., Vv. prof., Vv. vesicae, Vv. pubicae internae) und geht über in die Vv. pud. int. sowie in alle Äste des Plexus.

2. Die physiologische Bedeutung der Venen.

Auf Grund meiner Untersuchungen kam ich zu dem Schlusse, daß den Venen ebenso eine bedeutende Rolle bei der Erektion zuerkannt werden muß, wie den Arterien. Der wesentliche Unterschied im Anschwellen der Schwellkörper des Penis einerseits und des Corp. cav. urethrae anderseits wird ebenfalls durch das verschiedene Verhalten der Venen verursacht. Ahmen wir das Zufließen des arteri-

Abb. 20. Querschnitt des Crus penis eines Erwachsenen, fixiert in künstlicher Erektion. Gelatine-Injektion. Formalin. Vergr., Färbung wie bei Abb. 17.
a = zentrale Zone, *b* = periphere Zone, *t* = Tunica albug.

ellen Blutes dadurch nach, daß wir mit einer durch die Tunica alb. geführten Injektionsnadel plötzlich eine große Quantität von Flüssigkeit in die Schwellkörper injizieren, so können wir den Penis in volle Erektion versetzen, doch läßt dieselbe alsbald stufenweise nach, so wie wir mit der Injektion innehalten. Verwenden wir nach einer vorausgegangenen Durchspülung mit physiologischer Kochsalzlösung eine erstarrende Masse, z. B. erwärmte Gelatine zum Herbeiführen der künstlichen Erektion und kühlen wir nachher, beim Höchstmaße der Erektion den Penis ab und untersuchen die Schwellkörper mikroskopisch, nachdem sie in Formalin fixiert wurden, so finden wir folgendes: die zentralen Kavernen sind ganz dilatiert und haben die kleinen Lücken der Rindenzone in der

Nähe der Crura und des Angulus intercrur. an die Tunica alb. gepreßt (Abb. 20 b). Die Höhlen des Corp. cav. urethrae sind alle vollauf dilatiert. Da von den letzteren die V. dors. prof. und die Vv. bulbi unmittelbar entspringen, kann sich von ihnen das Blut auch beim höchsten Grade der Erektion ungehindert entleeren doch anders bei den Schwellkörpern des Penis, wo die zentralen Kavernen, die sich zuerst füllen, durch ihren vergrößerten Umfang die von ihnen abgehenden und eine Strecke weit unter der Tunica alb. verlaufenden postkavernösen Venen komprimieren. Meine Präparate weisen nach, daß sämtliche Venen des Penis-schwellkörpers eine solche Zone unter der Tunica durchsetzen müssen, daraus läßt sich mit Recht der Schluß ziehen, daß auf der höchsten Stufe der Erektion der Abfluß des Blutes für den ganzen Schwellkörper des Penis gehemmt wird. Je größer inzwischen der Zufluß des arteriellen Blutes wird, desto stärker werden die postkavernösen Venen an die Tunica gepreßt. Beim Herbeiführen der künstlichen Erektion sehen wir ferner, daß die vollständige Spannung bloß durch kontinuierliches Einspritzen zu erhalten ist und so wie wir mit dem Zuführen der Injektionsflüssigkeit innehalten, erschlaffen alsbald die Schwellkörper, wir sehen auch, daß während der Dauer der Erektion die injizierte Flüssigkeit durch die Äste des Plexus diaphr. ständig abgeführt wird¹⁾. Auch nach Erfahrung der Physiologen zirkuliert stetig arterielles Blut in den Kavernen während der Erektion. Es ist daher mit Sicherheit anzunehmen, daß das Blut auch aus den Schwellkörpern während des ganzen Verlaufes der Erektion Abfluß hat²⁾. Nach meinen Befunden sichern den Rückfluß des Blutes auch jene eigenartige Venen, die aus den zentralen Kavernen abgehen, die ich eben beschrieb und die wohl — nach zwei Befunden zu schließen — in keiner großen Zahl vorhanden sein dürften, aber für die Aufrechterhaltung der Zirkulation genügen mögen³⁾.

Henle teilte die erektilen Gewebe in drei Kategorien: „Man muß auf die eine Art des kavernösen Gewebes, deren Normalzustand Collapsus ist, den Namen des erektilen beschränken, die zweite Art könnte man kompressibles kavernöses Gewebe nennen: es umgibt als eine besondere Schichte die Kanäle, durch welche der Inhalt eines blasigen Behälters schnell und im Strahle ausgetrieben werden soll, deren Wand also der ausdehnenden Gewalt einen geringen Widerstand entgegenzusetzen muß. Die kavernösen Schichten der weiblichen Urethra, der Pars prostatica und membranacea der männlichen Urethra, so wie der Ductus ejaculatorii, die bereits im Vorigen beschrieben wurden, gehören dieser kompressiblen Art des kavernösen Gewebes, die Corp. cavernosa penis und clitoridis gehören dem erektilen kavernösen Gewebe an, das Corp. cavernosum urethrae des Mannes nimmt an den Eigenschaften beider Arten teil.“ (Hbuch der Anatomie, 1873, II. Bd., S. 414). Den Unterschied zwischen der Erektion der Schwellkörper des Penis und des Schwellkörpers der Urethra erklärt Henle bekanntlich in der Weise, daß während von den ersteren die Vv. prof. durch das muskulöse Gewebe

¹⁾ Ich habe diese Versuche an Präparate, das mit dem Schambein und Mastdarm im Zusammenhang blieb, ausgeführt.

²⁾ Aus dem Plexus des Diaphragma urogen. fließt die Flüssigkeit auch dann zurück, wenn sie bloß in die Schwellkörper des Penis und nicht auch in die der Urethra eingespritzt wird.

³⁾ Um die Abflußwege und die Rolle jener Venen mit dem ringförmigen Einsatz genau erkennen zu lernen, wären natürlich noch weitere, vornehmlich vergleichende Studien nötig.

das Diaphr. urogen. (M. transv. per. prof.) hindurchziehen und daher während der Erektion von dieser Muskulatur komprimiert werden, die von dem Schwellkörper der Harnröhre abgehende V. dors. keiner Kompression ausgesetzt ist, da sie unter der Symphyse (zwischen Lig. trans. pelv. und Lig. arcuat. pubis) eine muskelfreie Lage des Diaphr. durchsetzt.

Im I. Teil meiner Mitteilung wurde ausführlich erörtert, daß diese Annahme weder durch meine makroskopischen, noch mikroskopischen Untersuchungen bestätigt wird. Der verschiedene Charakter der eigentlichen Schwellkörper und des Corp. cav. urethrae wird durch die Art und Weise herbeigeführt, wie die Venen entspringen. Da im Corp. cav. penis die Venenwurzel (postkavernöse Zweigchen) komprimiert werden und ein Abfluß bloß durch die enge Passage der eigenartigen Venen vor sich gehen kann, werden die Kavernen durch das einfließende Arterienblut immer mehr und mehr gefüllt, die Spannung fort und fort gesteigert, so weit, daß die Schwellkörper steinhart werden können, während zum Unterschiede davon im Schwellkörper der Harnröhre keine Rindenzone besteht, die Venen geradewegs von den großen (zentralen) Kavernen abgehen und das Blut in seinem Abfluß durch nichts wesentlich behindert wird. Doch auch in diesem Schwellkörper zirkuliert während der Erektion mehr Blut, als im nicht erigierten Zustande und der Blutüberfluß läßt die Kavernen ebenfalls anschwellen, doch wird die Spannung wegen der reichlichen Abflußmöglichkeit niemals so hoch, als im eigentlichen Schwellkörper, daher verbleibt die Glans und der Schwellkörper der Urethra seiner ganzen Länge nach auch der höchsten Erektion kompressibel, während die eigentlichen Schwellkörper des Penis resistent sind¹⁾.

Der Schwellkörper der Harnröhre wird demnach bei der Erektion nur hyperämisch und der Länge nach bloß deshalb ausgezogen, weil ihn die eigentlichen Schwellkörper mechanisch mit sich ziehen. Es genügt, wenn wir künstlich erigieren wollen, bloß die Schwellkörper des Penis mit Flüssigkeit zu füllen, die Harnröhre wird mit ihnen der Länge nach ausgezogen und die Eichel wird ebenfalls vergrößert, ohne sich selbst zu füllen, weil die gedunsenen Schwellkörper sich in seine Konkavität stemmen. Der Schwellkörper der Harnröhre dürfte vielleicht bei der Erektion die Aufgabe erfüllen, daß die Harnröhre nicht nach vorne gezerrt werde, sondern die Verlängerung des ganzen Penis auch ihrerseits mitmache. Bei dieser Gelegenheit möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß durch die in gerade Richtung ausgezogene Harnröhre die Ejakulation leicht von statten geht, während sonst im erschlafften Zustande so manche Knickung des Lumens ein Hindernis abgeben könnte. Man sieht also, daß die beiden Arten von Schwellkörpern funktionell verschieden sind²⁾.

¹⁾ Henle faßt in seiner früher zitierten Einteilung derart verschiedenartige Gewebe zusammen, daß ihr Vergleich mit den Schwellkörpern des Penis gar nicht stichhält. Die Benennung Henles „kompressibel“ ist eigentlich für den Schwellkörper der Harnröhre zutreffend.

²⁾ Ich halte die Wirkung des M. ischio- und bulbocavernosus für gleichartig. Am hinteren Ende der Schwellkörper befindet sich je ein quergestreifter Muskel, mit welchem wir während der Erektion willkürlich einen Druck auf die Schwellkörper ausüben können, da sie den Schwellkörper umfassen. Dadurch wird eine Quantität von Blut plötzlich von hinten nach vorne gedrängt und die Erektion auf einen Augenblick willkürlich gesteigert. Doch auf das Lumen der Harnröhre übt der M. bulbocavernosus bei der Erektion (sowie beim Urinieren) keine wesentliche Wirkung aus, denn der stets kompressible Bulbus urethrae ist inzwischen gelagert.

Auch die Beschaffenheit der Tun. alb. ist bei diesen beiden Arten von kavernösem Gewebe verschieden. Für den Schwellkörper der Harnröhre genügt eine dünnere Tunica, da letztere einem kleineren Druck ausgesetzt ist, während die beiden Schwellkörper des Penis für den bedeutenden Blutdruck mit einer viel stärkeren Tunica ausgestattet sind, um den Druck ohne Schaden zu ertragen.

Die muskulöse Wand der V. dors. und der Vv. prof. penis, sowie auch die Längsleisten, die sich in ihr Lumen stülpen, haben mit dem Zustandekommen der Erektion nichts gemein. Daß die V. dors. prof. sehr reich an Muskelfasern ist, hängt damit zusammen, daß sie bei der Erektion ausgezogen wird und außerdem während der Erektion größere Blutmengen führt. Man kann sagen, daß diese Vene unter allen Venen des menschlichen Körpers dem größten Längszug ausgesetzt ist. Ihre Muskulatur hat demnach dieselbe Rolle, wie jene der Schwellkörper, d. h. sie läßt die Verlängerung zu und bewirkt die Retraktion in die Ruhestellung. Da der Blutabfluß aus dem Schwellkörper der Harnröhre während der Erektion nicht behindert ist, fließt eine erheblich größere Menge Blutes durch die V. dorsalis, für welchen Zweck sie entsprechend dehnbar und widerstandsfähig beschaffen ist¹⁾. Auch die Haut des Gliedes hat sich beim Anschwellen desselben erheblich zu dehnen und wir finden auch dementsprechend in den größeren Venen der Haut reichliche Längsmuskulatur. Einzelne Hautvenen sind so muskulös, daß ihr Muskelreichtum an den der Zweige der Vv. prof. oder V. dors. heranreicht²⁾.

Auch die starke aus Längsmuskeln bestehende Wand der Vv. prof. scheint eine ähnliche Rolle zu haben. Während der Erektion fließt wohl sicherlich weniger Blut durch dieselben, als durch die V. dors., doch sind sie während ihres Verlaufes durch das Diaphr. urogen. demselben Zuge und derselben Verschiebung ausgesetzt wie das Diaphragma selbst. Der M. transv. per. prof. und die im Diaphragma zerstreut vorkommenden glatten Muskelfasern sowie auch die Längsmuskeln der Aa. penis und der Vv. prof. scheinen insgesamt mit diesen Verschiebungen zu tun zu haben. Daß die Muskulatur der tiefen Venen nichts mit dem Zustandebringen der Erektion zu tun habe, geht auch daraus hervor, daß bloß jene Venen so dickwandig sind, die im beweglichen Teil des Diaphragma verlaufen, während die anderen, die fest an das Periost geheftet sind, auffallend dünnwandiger beschaffen sind, trotzdem ihr Lumen sogar weiter ist, als das der vorher bezeichneten.

¹⁾ Eberth beruft sich bei der Erklärung der Erektion (Die männlichen Geschlechtsorgane 1904, S. 253) auf die Befunde François Francs (Recherches sur l'innervation vasomotrice du penis. Arch. de Physiol. 1895, S. 122), die sich auf den Blutdruck bei der Erektion im Hundepenis beziehen. Da sich aber aus den Untersuchungen Freys (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880), wie ich darauf schon im II. Teil meiner Mitteilung hinwies, die Tatsache ergibt, daß ein wesentlicher anatomischer und physiologischer Unterschied in der Blutzirkulation des Corp. cav. urethrae beim Menschen und beim Hunde besteht (die Untersuchungen Freys betreffen die Glans und den Schwellkörper der Harnröhre beim Hundepenis), so können wir die Ergebnisse François Francs, selbst wenn sie unangefochten wären, nicht für die Verhältnisse am Menschen gelten lassen.

²⁾ Auf Abb. 19 sieht man im Lumen einer V. dors. (a) einen queren Balken, bestehend aus Bindegewebe und wenig Muskeln. In der starken Wand der Vene befinden sich an dieser Stelle ebensoviel Längsmuskeln, wie an anderen Abschnitten, doch fehlen die Längsleisten. Das Bild spricht ebenfalls dafür, daß die starke Wandung und die Muskulatur der Vene nicht für die Regulierung der Vene bestimmt zu sein scheinen.

Übrigens ist es auch keine alleinstehende Erscheinung, daß die Wand der Vv. prof. mit Längsmuskulatur versehen ist. Ich habe zum Vergleich auch die Venen des Funiculus sperm., die bekanntlich auch einem Längszug ausgesetzt sind, untersucht und sie ebenso beschaffen befunden, wie die oben erwähnten tiefen Venen. Ein Pendant zur dicken Venenwandung und zu den Längsleisten der V. dors. prof. bietet uns z. B. die V. saph. magna am Unterschenkel. Ebenso wie die Arterien, passen sich auch die Venen den topographischen Verhältnissen in nicht unwesentlichen Formveränderungen an, so daß sie nicht in jener einheitlichen Form erscheinen, wie man das nach den zusammenfassenden Beschreibungen der Lehrbücher anzunehmen gewohnt ist.

Das Abflauen der Erektion wird durch die Kontraktion der Arterien eingeleitet, das in den Schwellkörpern angestaute Blut wird durch die muskulösen und elastischen Elemente der Balken fortgetrieben. Aus dem Schwellkörper der Harnröhre wird das Blut allsogleich durch die V. dors. prof. und die Vv. bulbi abgeführt, von den Schwellkörpern des Penis aber eine Zeit hindurch auf dem Wege der oben beschriebenen eigenartigen Venen (mit dem Trichtereinsatz), da die Abfuhr durch die komprimierten postkavernösen Venen nur dann möglich wird, wenn der Blutdruck in den Schwellkörpern schon einigermaßen nachgelassen hat. In den ungefähr zur Hälfte erigierten (und in diesem Zustande fixierten) Schwellkörpern klaffen schon alle diese Venen. Was die Verteilung der Muskeln und der elastischen Elemente in den Schwellkörpern betrifft, kann man sagen, daß wo mehr Muskulatur angetroffen wird, weniger und schwächere elastische Fasern vorhanden sind — und umgekehrt. Beispielsweise sind in der Glans keine Muskeln, doch findet man dafür sehr starke elastische Fasern in dichten Geflechten. Da die Blutabfuhr aus der Glans nicht gedrosselt wird, so vermögen die elastischen Elemente die Rückkehr zur Ruhestellung ohne Muskulatur zu bewirken.

3. Literarisches über die Venen.

Wir finden bloß bei Langer (1862) eine detaillierte Bearbeitung des Gegenstandes¹⁾. Bekanntlich ist das wesentliche in seiner Hypothese, daß der Hauptanteil des arteriellen Blutes vorerst in die kleineren Kavernen der Rindenzone gelangt und erst nachdem diese angefüllt, in die großen zentralen Höhlen einströmt. Demgegenüber entspringen die Venen aus den zentralen Kavernen, müssen also die Rindenzone durchsetzen, da aber inzwischen die Kavernen dieser Zone von Blut gefüllt worden sind, werden die ersten von ihnen komprimiert und die Abfuhr gedrosselt. Langer basierte seine Annahme auf Korrosionspräparate, die er aber auch zum Studium der Arterien verwendete. In seiner Arbeit erwähnt er übrigens auch mehreremale, daß es ihm niemals gelingen wollte die Rindenzone und die Vv. prof. vollständig zu injizieren. Diese Erscheinung steht im Einklang mit meinen Untersuchungen, denn es ist leicht verständlich, daß er eine künstliche Erektion herbeiführte, sei es, daß er die Schwellkörper direkt, sei es, daß er sie durch die Arterien injizierte, und je kräftiger er injizierte, d. h. je mehr er die Kavernen füllte, desto mehr wurden die postkavernösen Venen,

¹⁾ Die makroskopischen Befunde Langers besprach ich schon im I. Teil meiner Mitteilung.

bezw. die Rindenzone komprimiert. Er beschreibt, daß er die peripheren Kavernen des Crus niemals vollständig injizieren konnte, was ihm nur dann gelang, wenn er die Kanüle unmittelbar in das Crus einsetzte, aber diese Zone füllte sich auch in diesem Falle nur in der Umgebung. Er empfiehlt daher, um ein besseres Gelingen zu erreichen, die Kanüle direkt in die Rindenzone einzuführen, so daß erst diese vollständig und im Anschluß daran die zentralen Blutlachen gefüllt werden.

Die abführenden Venen der Schwellkörper des Penis teilt Langer in drei Kategorien ein: 1. die aus den Crura hervorgehenden Vv. prof., 2. die auf dem Dorsum penis entspringenden Vv. emissariae (Joh. Müller), die sich in die V. dors. ergießen und 3. Vv. emissar. inf. (Kohlrausch), die seitlich der urethralen Furche hervorkommen und die Schwellkörper umkreisend ebenfalls in die V. dors. einmünden. Nach Langer kommen die dorsalen Venen aus der Oberfläche des Schwellkörpers hervor, während die anderen (Vv. inf.) aus der Tiefe des Schwellkörpers entspringen und zwischen den Lakunen der Rindenzone an die Oberfläche gelangen. „Ich habe diese Stämmchen — schreibt Langer — einige-male direkt vom Schwellnetze aus injiziert und als kurze Zapfen durch die runden Lücken des Rindennetzes austreten gesehen.“ Seine Präparate, die mit freiem Auge oder höchstens mit der Lupe untersucht wurden, führten ihn zu folgendem Schluß: „Vor allem muß ich darauf aufmerksam machen, daß die Vv. emissariae inf. nicht oberflächlich entspringen, sondern in der Tiefe des Schwellnetzes wurzeln, daß dies also bei den tiefen Venen, welche die Reihe der unteren Venen abschließen, wohl auch der Fall sein dürfte.“ Letzteres sieht er damit begründet, daß er kurze Stümpfe am korrodierten Crus vorfand und mit der Sonde aus den Vv. prof. ungehindert in die Tiefe gelangte. An einer anderen Stelle seiner Arbeit empfiehlt er für die Untersuchungen nicht frische, sondern lieber bereits erweichte Leichenteile zu verwenden.

Langer untersuchte auch, ob der ganze Stamm der V. prof. ungeteilt in die Tiefe zieht oder schon vorher Zweige abgibt und er fand, daß der Venenstamm wohl feine Zweigchen besitzt, doch der größte Teil des Lumens unmittelbar zu den großen zentralen Kavernen führt. Die tiefen Venen sammeln sich daher seiner Ansicht nach einerseits aus stärkeren Zweigchen der tiefen Kavernen, anderseits aus dünneren Zweigchen der Oberfläche. „Im wesentlichen entstehen sie also — schreibt Langer — auf dieselbe Weise, wie die Dorsalvenen, nur mit dem, vielleicht nicht unwichtigen Unterschiede, daß sie größtenteils im Innern des Schwellnetzes, die dorsalen dagegen hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich, an der Oberfläche ihren Ursprung nehmen“ (S. 152). „Ich glaube — schreibt er noch — daß diese Anordnung der tiefen Venen des Penis, nämlich das Wurzeln derselben in der Tiefe, dann das Durchtreten derselben durch die oberflächlichen Schichten des Schwellnetzes genügende Momente abgeben dürfte, um bei raschem und reichlicherem Zuflusse der Injektionsmasse eine Stauung derselben zu veranlassen und den Austritt derselben aus diesen Venen zu verhindern, während die Masse durch die oberflächlich wurzelnden dorsalen Venen bei hinreichendem Drucke anstandslos austreten kann“ (S. 152).

Ich kann nur abweichend von Langers Beschreibungen wiederholen, daß meine Serienschnitte, die von ganz frischen, vom Blute ganz ausgewaschenen,

in halber Erektion fixierten Präparaten stammen, dafür sprechen, daß die Vv. prof. sozusagen ausnahmslos aus jenen postkavernösen Venen hervorgehen, die sich unterhalb der Tunica sammeln und die eigentliche Rindenzone des Corp. cav. bilden.

Wir finden ja auch einige postkavernöse Venen, die einen kürzeren Verlauf unter der Tunica nehmen und sich früher in eine austretende V. prof. ergießen als die anderen, doch dessen ungeachtet, werden sie in Gemeinschaft mit den übrigen Venen der Rindenzone an die Tunica angepreßt. Die Schlüsse Langers, die er aus dem Vergleiche der Vv. prof. mit den Vv. emiss. inf. zieht, sind durchaus nicht stichhaltig. Wie ich schon in meiner I. Mitteilung auseinander setzte, bezweifle ich wohl nicht die Befunde älterer Autoren, wonach aus der unteren und oberen Fläche der Schwellkörper Venen austreten (u. zw. im mittleren Teile der Schwellkörper), doch ist es mir selber niemals gelungen, auch nur einen solchen Venenzweig zu finden, obschon ich die Sache öfters untersuchte. Jedenfalls ist sicher, daß ihnen keine große Rolle neben den zahlreichen Vv. prof. zufallen kann. Es ist ferner mehr als zweifelhaft, daß man den Ursprung dieser mikroskopischen Venen an den Korrosionspräparaten in „einigen“ Fällen mit freiem Auge oder mit der Lupe sehen könnte und darum berechtigt wäre, auch auf den Ursprung der tiefen Venen Schlußfolgerungen zu ziehen, bloß aus dem Grunde, weil sie ebenfalls „in der Reihe“ der Vv. emiss. inf. liegen. An Korrosionspräparaten kann man auch die der Tun. alb. angehörenden eigenen Venen nicht von den anderen unterscheiden, da sie sich ebenfalls in die tiefen Venen ergießen.

Langer — dessen Theorie in viele Lehrbücher übergang — befaßt sich nicht mit dem Ursprung der Venen des Corp. cav. urethrae, auch macht er keinen Unterschied zwischen der Erektion der beiderlei Schwellkörper.

Neuestens hat C. Benda (1912) über die V. dors. penis eine kurze Mitteilung publiziert. Es ist ihm während des Zeichnens seines histologischen Atlases aufgefallen, daß am Querschnitte des Penis die V. dors. übermäßig dickwandig ist. Auf diesen Umstand basierte er eine neue Hypothese der Erektion, die ich aber bisher nirgends übernommen vorfand¹⁾.

Benda schreibt: „Es handelt sich hier unzweifelhaft um einen muskulösen Apparat, der durch seine Anordnung befähigt ist, einerseits das Lumen der V. dorsalis zu verengern und andererseits die Einmündungsstellen der einlaufenden Vv. cavernosae völlig zu verschließen“ (S. 223). Endlich kommt er zur Annahme, daß die Erektion durch diesen Befund erklärt werden kann: „Die von mir beschriebene Einrichtung der V. dors. penis, des Hauptabflusses der Corpp. cav. penis mit ihrem, wahrscheinlich dem nervösen Einfluß unterstehenden Apparat glatter Muskeln gibt in einfachster Weise den Schlüssel, um das Zustandekommen des für die Fortpflanzung so wichtigen Vorganges der

¹⁾ Auch im Jahre 1904 ist eine Arbeit über die V. dors. penis erschienen (Saenger: Über die V. dors. penis. Inaug.-Diss. phil.), die sich mit der vergleichenden Histologie dieser Vene befaßt. Nach seinen Angaben besitzt diese Vene bei den untersuchten Tieren (Pferd, Rind, Schwein, Meerschweinchen und Affen) ebenfalls eine dicke muskulöse Wand, doch ist letztere beim Menschen am stärksten entwickelt. Saenger schreibt dieser Muskulatur der Vene eine Bedeutung für die Erektion zu, falls der Houstonsche Muskel fehlen sollte.

Erektion zu verstehen.“ (S. 224.) Daß das Zustandekommen der Erektion dennoch nicht so einfach zu erklären ist, beweisen eben meine hier mitgeteilten langjährigen Untersuchungen, durch die die Frage noch immer nicht definitiv gelöst erscheint und weiterer — besonders vergleichender — Untersuchungen bedarf.

Meine Befunde in betreff der Venen des Penis lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Beim Herbeiführen der Erektion haben die Arterien des Penis den aktiven Teil, während die Venen sich passiv beteiligen. Die Arterien führen die Flut der größeren Blutmenge herbei, durch die die abführenden Venen der Schwellkörper des Penis (die postkavernösen Zweigchen) an ihrer Ursprungsstelle gehörig komprimiert werden und die Blutabfuhr gedrosselt wird, während durch die Schwellkörper der Harnröhre ein ungehinderter Rückfluß des Blutes von statten geht. Dies ist die Erklärung dafür, daß die Schwellkörper des Penis bei der Vollendung der Erektion resistent sind, während der Schwellkörper der Harnröhre im Verlaufe des ganzen Prozesses kompressibel bleibt.

Da der Zufluß des Blutes zu den beiden Arten von Schwellkörpern in gleicher Weise stattfindet, so muß während der Erektion im Schwellkörper der Harnröhre eine lebhaftere Blutzirkulation von statten gehen, als in den Schwellkörpern des Penis, aus denen das Blut bloß durch einzelne passierbare (aus der Tiefe emporkommende) Venen seinen Rückfluß finden kann.

Das Abflauen der Erektion wird durch die Verengung der Arterien eingeleitet und durch die Muskeln und elastischen Elemente der Schwellkörper vollendet, indem durch deren Kontraktion das angestaute Blut wieder ausgetrieben wird. —

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I.

- Abb. 1. Art. prof. penis (35 jähr. Mann. Todesursache: Struma. Ödema glottidis). Sublimat. Hämat.-Pikrofuchsin. Leitz Ok. 3. Obj. 3. $\frac{9}{10}$; cc = zirkuläres Muskelbündel; el = Membr. elastica limitans; k = lockeres Bindegewebe; lg = Längsmuskulatur; v = Venen in der Adventitia.
- Abb. 2. Längsschnitt einer Vena prof. penis mit Ringeinsatz. (35 jähr. Individuum. Todesursache: Tbc. pulmon.) Müllersche Flüssigkeit. Leitz Ok. 1. Obj. 9. $\frac{9}{10}$. Hämalau-Pikrofuchsin. vp = Stamm der V. prof.; vr = Seitenast mit dem Ringeinsatz; tr = Trabekeln des Schwellkörpers; t = Tunica albug.
- Abb. 3—4. Querschnitt einer Vena prof. penis mit Trichtereinsatz, an 2 verschiedenen Stellen. (Siehe auch Textabb. 18.) Leitz Ok. 3. Obj. 3. $\frac{1}{1}$. (22 jähriges Individuum. Todesursache: Phlegmone femoris.) Pikroformol. Resorcin-Fuchsin, van Giesonsche Färbung. an = Querschnitt des Trichters.

Literaturverzeichnis¹⁾.

¹⁾ Anger, B., Nouveaux éléments d'anatomie chirurgicale. 1869. — ²⁾ Baum, H., Das Blutgefäßsystem. Ellenbergers Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie. II. Bd. — ³⁾ Baum und Thienel, Über Besonderheiten im Bau der Blutgefäße.

¹⁾ Es konnten nur die bis zum Jahre 1917 erschienenen Arbeiten berücksichtigt werden.

II Tafel. Arch. f. mikr. Anat. **63**. 1904. — ⁴) Benda, C., Über den Bau der Vena dors. penis des Menschen. Verhandl. der Anatomischen Gesellsch. 16. Versammlung 1902, Halle. — ⁵) Blum, F., Die Schwanzmuskulatur des Menschen. Inaug.-Diss. Auch in Anatomischen Heften **4**, I. Abt. 1894. — ⁶) Bochdalek, Ergebnisse über einen bis jetzt übersehenen Teil des Erektionsapparates des Penis und der Clitoris. Als Beitrag zur Physiologie der Geschlechtsteile. Vierteljahrsschr. f. d. prakt. Heilkunde. 11. Jahrg. 1854. Prag. — ⁷) Bonnet, Bau der Arterienwand. Anatomischer Anzeiger, Ergänzungsbd. **41**, S. 7. 1912. — ⁸) Broesike, G., Lehrbuch der normalen Anatomie 1908. 8. Aufl. — ⁹) Cadiat, Études sur les muscles du périnée en particulier sur les muscles dits de Wilson et de Guthrie. Journ. de l'Anat. et Physiol. norm. et pathol. **13**. 1877. — ¹⁰) Cameron, J., The Fascia of the Pelvis. 10 Fig. Journ. of Anat. a. physiol. Anat. Part. **42**, Ser. 4. **1**. 1907. — ¹¹) Charpy, A., Systeme veineux. Poirier-Charpy; Traité d'anatomie humaine. T. II. 1903. — ¹²) Debierre, Ch., Traité élémentaire d'anatomie de l'homme. T. II. 1890. — ¹³) Delbet, P., Périnée. Poirier-Charpy; Traité d'anatomie humaine. T. V, 1. 1901. — ¹⁴) Derry, Douglas E., Pelvic muscles and Fasciae. 2 Fig. Journ. of Anat. a. physiol. Anat. Part. **42**, Ser. 4. **1**. 1907. — ¹⁵) Eberth, K., Die männlichen Geschlechtsorgane. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen. 1904. — ¹⁶) v. Ebner, Über klappenartige Vorrichtungen in den Arterien der Schwellkörper. Anatomischer Anzeiger, Ergänzungsheft **7**, 18, 79—81. 1900. — ¹⁷) v. Ebner, Arterien. Köllikers Handbuch der Gewebelehre. **3**. 1902. — ¹⁸) v. Ebner, Geschlechtsorgane. Köllikers Handbuch der Gewebelehre III. — ¹⁹) Eggeling, H., Zur Morphologie der Dammuskulatur. 2 Taf. Morphol. Jahrb. **24**, Heft 3 und 4. 1896. — ²⁰) Exner, S., Über lumenverweiternde Muskeln. Sitzungsbericht d. Wien. Akad. d. Wissensch. **75**, II. Abt. 1877. — ²¹) Forster, A., Beiträge zur Anatomie der äußeren männlichen Geschlechtsorgane des Menschen. Taf. 20—27, 11 Textabb. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol. **6**, 435. 1903. — ²²) v. Frey, M., Über die Einschaltung der Schwellkörper in das Gefäßsystem. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1880. — ²³) Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen **2**, 7. Aufl. 1899. — ²⁴) Gerhardt, U., Der gegenwärtige Stand der Kenntnisse von den Kopulationsorganen der Wirbeltiere, insbesondere der Amnioten. Ergebnisse u. Forsch. d. Zool. **1**, Heft 2, S. 308. 1908. — ²⁵) Gerhardt, U., Morphologische und biologische Studien über die Kopulationsorgane der Säugetiere. 1 Taf. u. 3 Abb. Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwissensch. **39**, N. F. **32**, S. 43. — ²⁶) Golowinski, J., Beitrag zur Kenntnis vom feineren Bau der Blutgefäße der äußerlichen männlichen und weiblichen Genitalien. 3 Abb. u. 10 Fig. Anatomische Hefte **30**, 651. 1905. — ²⁷) Gray, H., Anatomy descriptive and surgical. 1890. — ²⁸) Grünstein, N., Über den Bau der größeren menschlichen Arterien in verschiedenen Altersstufen. Arch. f. mikr. Anat. **47**, 583. 1896. — ²⁹) Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. II. Bd. Eingeweidelehre 1873. — ³⁰) Hogge, A., Muscles sphincter urogenital et sphincter rectal. Compt. rend. l'assce. anat. Sess. 5, Liège 1903. — ³¹) Hogge, A., Recherches sur les muscles du périnée et du diaphragme pelvien, sur les glandes dites de Cowper et sur le développement de ces organes. 48 Abb. Ann. des Mal. des org. genito-urin. Année 22, Nr. 14—16. — ³²) Holl, M., Die Muskeln und Fascien des Beckenausganges 1897. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen. — ³³) Houston, Compressor venae dors. penis. Dublin. Hosp. Report. **5**. 1836. — ³⁴) Hoyer, H., Über unmittelbare Einmündung kleinster Arterien in Gefäßäste venösen Charakters. Arch. f. mikr. Anat. **13**, 603. 1877. — ³⁵) Hyrtl, J., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1888. — ³⁶) Kalischer, O., Die Urogenitalmuskulatur des Damms mit besonderer Berücksichtigung des Harnblasenverschlusses. Berlin 1900. — ³⁷) Klein, E., Die äußeren männlichen und weiblichen Genitalien usw. Strickers Handbuch der Gewebelehre I. 1871. — ³⁸) Kölliker, Über das anatomische und physiologische Verhalten der kavernen Körper der Sexualorgane. Verhandl. der Würzburger medizinisch-physikalischen Gesellsch. 1851, S. 118. — ³⁹) Krause, W., Handbuch der menschlichen Anatomie. III. Aufl. 1876. — ⁴⁰) Kükenenthal, Zur Kenntnis des Urogenitalapparates der Zahnwale. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. **45**. 1909. — ⁴¹) Langer, C., Über das Gefäßsystem der männlichen Schwellorgane. 1 Taf. Sitzungsbericht d. Wiener Akad. **46**, 120—169. 1862. — ⁴²) Langer-Toldt, Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie 1907. 8. Aufl. — ⁴³) Lartschneider, J., Zur vergleichenden Anatomie des Diaphragma pelvis. Sitzungsbericht der Kaiserl. Akad. zu Wien **104**, Abt. III. 1895. — ⁴⁴) Lenhossék, Das

venöse Convolut der Beckenhöhle beim Manne 1871. — ⁴⁵⁾ Lesshaft, P., Über einige, die Urethra umgebenden Muskeln und Fascien. Arch. f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. 1873. — ⁴⁶⁾ Luschka, Die Anatomie des Menschen. II. Bd. 1864. — ⁴⁷⁾ Merkel, Fr., Bemerkungen über die Fascien und Venen des männlichen Beckens. Nachr. K. Gesellsch. Wissensch. Göttingen, Math.-phys. Klasse 1903, Heft 3. — ⁴⁸⁾ Merkel, Fr., Handbuch der topographischen Anatomie. III. Bd. 1907. — ⁴⁹⁾ Müller, Joh., Handbuch der Physiologie des Menschen. II. Bd. 1840. — ⁵⁰⁾ Nagel, W., Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane. Nagels Handbuch der Physiologie. II. Bd. 1907. — ⁵¹⁾ Paladino, G., Ulteriori ricerche sulla distruzione e rinnovamento continuo del parenchima ovarico nei mammiferi. Anatomischer Anzeiger 1887, S. 835. — ⁵²⁾ Paulet, Recherches sur l'anatomie comparée du périnée. Journ. de l'Anat. et physiol. 1877. — ⁵³⁾ Popowsky, J., Zur Entwicklungsgeschichte der Dammuskulatur beim Menschen. 2 Taf. Anatomische Hefte, Abt. I, Heft 38. — ⁵⁴⁾ Prenant-Bouin-Maillard, Traité d'Histologie. T. II, S. 91. 1911. — ⁵⁵⁾ Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen 1907. — ⁵⁶⁾ Retterer, Ed., Erektion. Richet-Dictionnaire de Physiologie. V. Bd. 1902. — ⁵⁷⁾ Rothfeld, D., Über das Verhalten der elastischen Elemente in den kavernen Körpern der Sexualorgane. Anatomischer Anzeiger 32, 248. 1908. — ⁵⁸⁾ Roux, C., Beiträge zur Kenntnis der Aftermuskulatur des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. 19. 1889. — ⁵⁹⁾ Rüdinger, Topographisch-chirurgische Anatomie des Menschen 1873. — ⁶⁰⁾ Sappey, Traité d'anatomie descriptive. II. 1889. — ⁶¹⁾ Schöppler, H., Über die feinere Struktur der Hirnarterien einiger Säugetiere. 8 Abb. Anatomische Hefte 15. 1900. — ⁶²⁾ Stitz, H., Zur Kenntnis des Genitalapparates der Neuropteren. 2 Taf. u. 26 Abb. Zool. Jahrb. Abt. Anat. 27, 377. — ⁶³⁾ Strawinski, N., Über den Bau der Nabelgefäße und über ihren Verschluss nach der Geburt. Sitzungsbericht der Wiener Akad. d. Wissensch. 70, Abt. III. 1874. — ⁶⁴⁾ Testut, Traité d'anatomie humaine. III. 1894. — ⁶⁵⁾ Testut-Jacob, Traité d'anatomie topogr. T. II. 1906. — ⁶⁶⁾ Tillaux, P., Traité d'anatomie topogr. IV. éd. 1884. — ⁶⁷⁾ Triepel, H., Das elastische Gewebe in der Wand der Arterien der Schädelhöhle. Anatomische Hefte 7, 189. 1897. — ⁶⁸⁾ Tschaussow, Resultate makro- und mikroskopischer Untersuchungen über die tiefen Muskeln des vorderen Damms beim Manne und über das Verhalten der Venen zu ihnen. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1883. — ⁶⁹⁾ Tschaussow, Zur Frage von den Venengeflechten und Muskeln im vorderen Abschnitt des weiblichen Damms einschließlich der Beckengeflechte. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1883. — ⁷⁰⁾ Waldeyer, W., Das Becken. 1899. — ⁷¹⁾ Zuckerkandl, E., Zur Morphologie der Art. pud. int. I Taf. und 14 Textabb. Sitzungsbericht der Wiener Akad. d. Wissensch. 109, III. Abt., S. 405—458. 1900.