

legene, mit Schleim erfüllte Hohlräume, in welchen noch stellenweise (bei a') Reste aufgequollener Zellen mehr oder weniger deutlich sichtbar sind. b kleiner drüsenähnlicher Zellzapfen.

Fig. 3. (Zeiss Obj. E Oc. 3.) Ein grösserer Ausführungsgang mit infiltrirter Umgebung aus dem mit dem Tumor II exstirpirten Submaxillardrüsenrest. a reguläres Epithel des Drüsenausführungsganges. b atypischer Epithelzellenzapfen, in continuirlichem Zusammenhang mit normalem Epithel. c kleinste schleimerfüllte Hohlräume zwischen den Zellen.

## VII.

### Ueber den Mechanismus des Harnblasenverschlusses und der Harnentleerung.

Von Dr. Eugen Rehfisch in Berlin.

(Mit 3 Textabbildungen.)

Der einfache, uncomplicirte Bau der Harnblase, ihre noch einfachere Function, die fast jedem Laien verständlich scheint, sollte vermuthen lassen, dass auch die Physiologie dieses Organes sich in leichter, zum mindesten nicht besonders schwieriger Weise würde deuten lassen. Allein gerade die alten und immer wieder von Neuem auftretenden Controverse über den Mechanismus der Harnentleerung geben den deutlichsten Beweis, dass gerade über dieses Capitel unter den verschiedenen Forschern keine einheitliche Anschauung herrscht. Ja sogar über die wichtigste Prämisse jeglicher physiologischen Forschung, über die Anatomie, finden wir unter den bedeutendsten Autoren, wie bei Kohlrausch, Henle, Barkow und Hyrtl die verschiedenste Auffassung. Immer wieder sehen wir die Frage auftauchen, ob der Sphincter vesicae zur Blase selbst gehört, oder ob der Blasenverschluss von anderen Organen, speciell von der Prostata, gebildet wird. Die Situation wird aber noch dadurch besonders schwierig, dass die Ergebnisse anatomischer und physiologischer Forschung sich nicht immer mit den Beobachtungen an Lebenden, sei es in normaler oder pathologischer Hinsicht, in Einklang

bringen lassen, und wir, abgesehen von dem Dreigestirn auf dem Gebiete der Urologie, Thompson, Dittel und Guyon, nur wenige Kliniker haben, die unser Wissen über den physiologischen Act der Harnentleerung durch die Ergebnisse eigener, exacter Untersuchungen bereichert hätten. Denn nachdem Born 1887 die ganze, bis dahin erschienene Literatur kritisch bearbeitet und gestützt auf eigene Erfahrung und experimentelle Untersuchung eine eingehende Schilderung über den Blasenmechanismus gegeben hat, sind wohl eine Reihe geradezu hervorragender Arbeiten, wie die von Goltz, Skabitschewsky und Nawrocki, Griffith, v. Zeissl und vor Allem von Langley und Anderson erschienen. Allein diese Mittheilungen erstrecken sich ebenso wie mehrere andere lediglich auf die nervösen Apparate der Blase, während der Gesamtmechanismus dieses Organs ausser Acht gelassen wird. Finger dagegen, der uns in seinem Lehrbuche der Krankheiten der Sexualorgane in detaillirter Weise die Harnentleerung und den Blasenverschluss schildert, übersieht ganz die Rolle, die dem Centralnervensystem hierbei zufällt, was ja bei dem Zweck, den sein klinisches Lehrbuch zu verfolgen hat, vielleicht erklärlich ist. Es schien mir daher interessant, die ungemein werthvollen Ergebnisse der einzelnen Forscher mit einander zu vergleichen und, soweit dieses möglich war, die strittigen Punkte durch eigene Untersuchungen sowohl an Menschen, wie an Thieren der Klärung näher zu bringen.

Wenn wir uns zunächst dem Blasenschluss zuwenden, so hiesse es oft Gesagtes noch einmal wiederholen, wenn ich die Anschauungen älterer Anatomen, speciell die von Barkow und Henle, hier citiren wollte. Immer kehrt die Frage wieder, ob die Blase selbst oder die Prostata und die quergestreifte Musculatur, welche die Pars membranacea urethrae umgiebt, den Verschluss besorgen. Zunächst müssen wir, gestützt auf die neuesten Ergebnisse anatomischer Untersuchung, feststellen, dass die glatte, ringförmige Musculatur der Blase, die sich am Orificium internum befindet, unmittelbar in die glatte Musculatur der Prostata übergeht, deren innersten, dem Lumen der Urethra zugewandten Theil sie bildet, so dass sie gleichsam ein integrierender Bestandtheil der Urethralwand wird, während der mittlere Theil der Vorsteherdrüse aus drüsigen Elementen, und

der äussere aus einer Portion quergestreifter Musculatur besteht. Es ist nun interessant zu verfolgen, wie sich gerade in der letzten Zeit die Idee befestigt hat, in der Prostata das eigentliche Organ für den Blasenverschluss zu suchen. Man vergisst hierbei aber ganz, dass die Prostata ein drüsiges Organ ist, und dass ihre Function vor Allem auf der Thätigkeit ihrer Drüsen beruht. Ihre Rolle, die sie zu spielen hat, wird um so klarer, wenn wir erwägen, dass zunächst einmal das Weib, das dieses Organ gar nicht besitzt, ebenso wenig wie ein diesem etwa analoges, gleichwohl über einen wohl functionirenden Blasenverschluss verfügt.

Verfolgen wir aber die Prostata entwicklungsgeschichtlich und mit Hilfe der vergleichenden Anatomie, so sehen wir dieselbe als Ausstülpung aus der Urethralwand entstehen. Am deutlichsten bewahrt sie ihren Typus als accessorische Sexualdrüse bei den niederen Säugethieren, wie bei den Monotrematen, Edentaten, Sirenen und Cetaceen, bei denen sie als eigentliches, selbständiges Organ überhaupt fehlt und lediglich als Urethraldrüse, in der Wand der Urethra gelegen, existirt. In den nächst höheren Ordnungen der Säugethiere, wie bei den Insectivoren, sehen wir die Prostata bereits ausserhalb der Urethralwand mit einem eigenen Ausführungsgange versehen. In dieser Species, ebenso wie in mancher anderen, sehen wir deutlich eine rechte und linke Prostata vor uns, die vollständig von einander geschieden sind. Erst bei den höher entwickelten Thieren, etwa von den Carnivoren an, erscheint die Prostata in derselben anatomischen Anlage wie bei den Menschen, wenngleich sie in den einzelnen Gattungen noch recht deutlich erkennen lässt, dass sie aus zwei symmetrischen Theilen zusammengesetzt ist. Es ist also in der That entwicklungsgeschichtlich der Nachweis zu liefern, dass die Prostata nicht von der Natur prädestinirt ist, einen Blasenverschluss zu bilden.

Kehren wir nun zu dem Menschen zurück, so sehen wir, wie schon eben erwähnt, den Uebergang der glatten Musculatur der Blase auf diejenige der Prostata deutlich vor uns und an einer Reihe von mikroskopischen Präparaten, Serienschnitten, sowohl aus den Organen von Menschen des verschiedensten Alters, als auch von Hunden angefertigt, die Herr College O. Kalischer so

freundlich war, mir zum Studium zu überlassen, habe ich diese anatomische Thatsache mit grösster Evidenz constatiren können.

Derjenige Theil des glatten Ringmuskels, der also auch in das Bereich der Prostata gehört, entspricht genau dem prismatischen Ringe Henle's und dem *Planum elasticum circulare* Barkow's. Diesen Ringmuskel nun der aus glatten Muskelfasern besteht, nennen wir jetzt *Sphincter vesicae internus*. Im Gegensatz zu diesem Muskel wird jener Theil der musculösen Partie der Prostata, der nach aussen von den drüsigen Elementen gelegen ist und im Wesentlichen quergestreifte Muskelfasern enthält, die zunächst zwar vor der Urethra gelegen, in dem unteren Theil der Prostata dagegen, d. h. an ihrer Spitze, die Harnröhre ringförmig umgeben, *Sphincter vesicae externus* genannt. Soweit stimmen auch die Befunde beim Menschen und bei dem Hunde überein, vielleicht mit der Einschränkung, dass die drüsigen Antheile der Prostata beim Menschen sich fast ausschliesslich an der hinteren Seite der Urethra, also rectalwärts befinden, bei dem Hunde dagegen die Prostata Wallnussform hat und genau in der Mitte von der Harnröhre durchsetzt wird. Der wesentliche Unterschied in der Anatomie dieser Organe bei Mensch und Hund ist aber der, dass sich bei ersterem die äussere Prostatamusculatur sowohl auf die Muskeln fortsetzt, die die *Pars membranacea urethrae* umgeben, als auf jene Muskeln, die den Blasenverschluss bilden. Beim Hunde dagegen verläuft die Urethra, sobald sie die Prostata verlässt, in einer Länge von etwa 2—3 cm, bis sie durch das *Diaphragma urogenitale* tritt. Auf dieser nicht unbedeutenden Strecke ist die Urethra des Hundes von einem quergestreiften Ringmuskel, dem sogenannten Wilson'schen Muskel — diese Bezeichnung hat aber nur auf die Anatomie des Hundes Bezug — umgeben. Jetzt erst durchbohrt die Urethra das *Diaphragma urogenitale*, um die Musculatur der Beckenapertur zu passiren. Diese Unterschiede sind, wie wir später sehen werden, für die physiologische Untersuchung von grösster Bedeutung.

Wenden wir uns nunmehr nach dieser kurzen Excursion auf die Anatomie des Hundes der dritten Gruppe von Muskeln zu, die die Harnröhre am Beckenausgange umgeben, so ist es jene viel discutirte, quergestreifte Musculatur, über deren Nomen-

clatur in den Lehrbüchern eine Einigkeit nicht hat erzielt werden können. Diese Muskelplatten, die von der Beckenfascie umkleidet und vom Angulus pubicus eingerahmt sind, umgeben die Urethra nach der sehr genauen Beschreibung von Holl in vier verschiedenen Richtungen, indem ihre Fasern bald transversal, circular und sagittal verlaufen, bald indem sie die Urethra in flächenhafter Ausdehnung schief kreuzen. Ich erwähne gerade die Eintheilung nach Holl nicht etwa deshalb, weil sie vielleicht die einzig richtige wäre, sondern weil die Arbeiten anderer Anatomen, so von Luschka, Henle, Kohlrausch, Meckel und Lesshaft u. a. m. eher die Tendenz zeigen, die einzelnen Muskelgruppen zu isoliren, und sie demgemäss auch gezwungen sind, für die Nomenclatur zu sorgen. Nun lassen sich selbstverständlich einer anatomischen Präparirvirtuosität keine Schranken setzen, und so kam es, dass die verschiedenen Autoren die verschiedenen Muskelgruppen mit besonderem Namen belegt hatten. Ich erwähne nur den Wilson'schen und Guthrie'schen Muskel. Für uns ist es nur von Interesse zu erfahren, dass das Hauptcontingent für diese Musculatur der *Musculus transversus perinei profundus* abgiebt, gleichgültig ob z. B. der häufig citirte *M. transversus urethrae* ein eigener Muskel ist, oder doch vielleicht nur einen Theil des *Transversus perinei profundus* bedeutet. Diese gesammte Musculatur kann selbstverständlich nur den Zweck haben, soweit sich ihre Wirksamkeit überhaupt auf die Urethra erstreckt, das Lumen derselben zu verengern, wie dies auch von Cadiat, Holl und zuletzt auch von Tschaussof betont wird; aber nicht, wie es Lesshaft annimmt, als *Dilatator urethrae* zu wirken. Aus diesem Grunde ist man übereingekommen, diesen Muskelapparat als *M. compressor urethrae* zu bezeichnen.

Nachdem wir somit die anatomische Existenz des *M. sphincter internus*, des *M. sphincter externus* und des *M. compressor urethrae* festgestellt haben, können wir uns nunmehr zunächst mit der Physiologie des Blasenverschlusses befassen.

Die ältere Anschauung von Haller, dass der Harn deswegen nicht aus der Blase fiesse, weil er sich unter dem Niveau des *Orificium internum* der Blase befände, können wir wohl vollständig unberücksichtigt lassen; sie ist mehrfach, namentlich

auch von Born widerlegt worden. Aber auch die Vermuthung von Kohlrausch und Mercier, dass die hinteren Schleimhautwülste am Ostium vesicale, zu denen auch die sogenannte Mercier'sche Uvula gehört — Barkow konnte sogar 5 Eminentiae vesicales nachweisen —, als Klappen fungiren und den Blasenverschluss bilden, muss vollständig zurückgewiesen werden. Abgesehen davon, dass sich diese Wülste nur sehr unregelmässig entwickeln — so hat Born unter 18 Fällen 13mal keine gefunden, mit Ausnahme der constant auftretenden Mercier'schen Uvula in dem Lientaud'schen Dreieck — ist es absolut unverständlich, wie diese Schleimhautwülste, wenn sie sogar immer vorhanden wären, als Ventile wirken sollten. Mit Rosenthal treten wir dann in eine neue Epoche physiologischer Anschauungen über den Verschluss der Blase. Derselbe nahm an, dass es die elastische Kraft des Sphincter internus wäre, der den ganzen Druck der auf ihr lastenden Urinmenge trüge. Seine Versuche auf diesem Gebiete, die kurz darauf von Heidenhain und Colberg wiederholt wurden, ergaben das überraschende Resultat, dass erstens unter Umständen ganz colossale Druckwerthe nöthig waren, um den Sphincterverschluss zu sprengen, so dass Urin aus der Urethra abfliessen konnte, dass sich zweitens ein deutlicher Unterschied in dem angewandten Drucke zwischen männlichen und weiblichen Versuchsthieren ergab, und dass drittens last not least eine wesentliche Druckdifferenz zwischen lebenden und todtten Thieren nachzuweisen war. Die Versuche wurden der Art angestellt, dass bei den Thieren die Ureteren freigelegt wurden, der eine Ureter mit einem Schlauch verbunden war, der zu einem mit Wasser gefüllten, höher stehenden Behälter führte, aus dem also dauernd in die Blase Flüssigkeit abfloss, in den anderen Ureter dagegen eine Canüle bis in die Blase vorgeschoben war, die ihrerseits mit einem Manometer in Verbindung stand, so dass genau der Moment festgestellt werden konnte, in dem die Spannung in der Blase so gross wurde, dass ihr Inhalt aus der Urethra abfloss.

Diese Versuche sind nachher fast genau in derselben Weise von Wittich und Rosenthal, von Uffelmann und Sauer, von Kupressow und von Rosenplänter des öfteren wiederholt worden, und die von ihnen gewonnenen Resultate stimmen

in den wichtigsten Punkten vollständig überein und unterscheiden sich im Wesentlichen nur dadurch, dass die erreichten Druckwerthe bei den verschiedenen Forschern ganz enorme Differenzen aufweisen. Hierbei war es jedoch ein besonderes Verdienst von Rosenplänter nachgewiesen zu haben, dass man genau unterscheiden müsse zwischen dem Eröffnungsdrucke, d. h. der Druckhöhe, bei der der erste Tropfen aus der Urethra abfließt, und dem Schliessungsdrucke, d. h. jenem Druckwerthe, bei dem der Sphincter sich wieder schliesst. Ich kann mich nur ganz seiner Anschauung anschliessen, nur auf den Schliessungsdruck Werth zu legen, da derselbe in den meisten Fällen fast constant ist, der Eröffnungsdruck dagegen von ausserordentlich vielen, nicht näher zu eruirenden Nebenumständen abhängig ist. So fand Rosenplänter in 2 Versuchen, die sich nur 2 Minuten auf einander folgten, zuerst einen Eröffnungsdruck von 700 mm Wasserhöhe, bald darauf einen solchen von 1430. Wenn ich hierbei bald die Resultate erwähne, die ich aus den weiter unten angeführten Versuchen gewonnen habe, so muss ich zunächst erwähnen, dass sowohl von Heidenhain als auch von Anderen wiederholt betont wurde, dass ein grosser Unterschied in den Druckwerthen zwischen männlichen und weiblichen Thieren nachzuweisen wäre. Wenn ich auch zugeben will, dass eine gewisse Differenz nicht zu verkennen ist, so darf man doch nicht zu viel Gewicht darauf legen, da sonst über den Unterschied der Leistungsfähigkeit der Blase bei Mann und Weib übertriebene Vorstellungen erweckt werden könnten. So finden wir als Druckhöhe bei Heidenhain folgende Resultate verzeichnet. Bei 8 weiblichen Kaninchen schwankte der Druck zwischen 210 und 330 mm; bei 2 männlichen dagegen zwischen 280 und 300 mm. Bei Uffelmann variirt der Druck bei den Männchen zwischen 350 und 365 mm, bei den Weibchen zwischen 280 und 300 mm. Sehen wir genauer zu, so finden wir, dass die tiefsten Druckwerthe beim Männchen, von den hohen Zahlen des Weibchens übertroffen werden. Da aber die einzelnen Thiere selbst ausserordentliche Verschiedenheiten bei den Versuchen aufweisen, so muss man in der That die Differenz zwischen männlichen und weiblichen Individuen etwas vorsichtig kritisiren. Noch unbedeutender aber wird der Unterschied, wenn wir die Versuche an todtten

Thieren verschiedenen Geschlechts zur Controle herbeiziehen. Während Heidenhain bei todten männlichen Kaninchen Differenzen von 130—150 mm, bei todten Weibchen (Kaninchen) solche von 25—80 mm fand, erzielte Uffelmann bei todten männlichen Kaninchen Unterschiede von 90—95 mm, bei todten Weibchen dagegen Differenzen von 62—75 mm. Wenn ich nun noch meine eigenen Resultate, die ich an todten Hunden gewann, zum Vergleich heranziehe, so fand ich bei den Männchen Druckwerthe von 351—688 mm, bei den Weibchen solche von 229—769 mm. Wie gesagt, ich hatte nicht den Eindruck, als ob die Differenz zwischen Männchen und Weibchen gar so bedeutend wäre.

In ganz anderem Lichte jedoch präsentiren sich uns die Zahlen, wenn wir die Ergebnisse der Versuche an lebenden Thieren mit denen der todten vergleichen. Sie sind es ja auch vorwiegend, die uns eine Erklärung über die Ursachen des Blasenverschlusses gewähren. So zeigen die Versuche von Heidenhain und Colberg als Druckwerthe bei lebenden Kaninchen 210—335 mm Wasserhöhe, bei todten dagegen von 75—150 mm. Noch drastischer sind die Unterschiede bei seinen 3 Versuchshunden; hier schwanken die Zahlen zwischen 680 und 1660 mm bei den lebenden und 130—380 mm bei den todten Thieren. Ein ähnliches Resultat liefern die Versuche von Uffelmann, die an 5 Kaninchen angestellt wurden und eine Differenz von etwa 200 mm Höhe zwischen lebenden und todten Thieren ergaben. Ganz so gross sind die Unterschiede, die ich bei meinen Versuchsthieren gefunden habe, nicht. Allerdings habe ich für die Berechnung niemals den Eröffnungsdruck, sondern stets den Schliessungsdruck, als den eigentlich maassgebenden, verworther. Es ergaben sich als Werthe für die 5 lebenden Hunde 189—470 mm Höhe, während dieselben Versuche nach dem Absterben der Thiere ausgeführt, nur die Höhe von 26—177 mm erreichten. Interessant war hierbei die Beobachtung, dass da, wo die Druckwerthe schon beim lebenden Thiere ausserordentlich hoch waren, sich ähnlich hohe Zahlen auch bei den todten Thieren zeigten (vergleiche die später folgende Tabelle).

Bevor wir jedoch die Schlussfolgerungen, die sich aus allen

diesen Versuchen ergeben, erörtern wollen, scheint es mir nicht unwichtig, erst einmal jener Anschauung näher zu treten, die speciell in der modernen Urologie populär zu werden beginnt. Wir finden sie am ausführlichsten in dem Lehrbuche von Finger behandelt und sie gipfelt vor Allem darin, dem Sphincter vesicae internus eine möglichst untergeordnete Rolle für den Blasenverschluss zuzuschreiben, eine um so grössere Bedeutung aber für diesen Zweck dem Sphincter externus und vor Allem dem Compressor urethrae zuzusprechen. Es interessirte mich daher, durch eigene Untersuchungen der Frage näher zu treten, und ich habe zunächst einmal meine Versuche an Hunden angestellt. Von vornherein muss ich jedoch hier einem etwaigen Einwand begegnen, dass sich die Ergebnisse dieser Versuche nicht ohne Weiteres auf den Menschen übertragen lassen. Speciell Finger macht auf den grossen Unterschied zwischen beiden aufmerksam, den auch ich ja oben bereits in ausführlicher Weise klargelegt habe. Allein, wie wir bald sehen werden, haben diese anatomischen Differenzen auf die Physiologie der in Betracht kommenden Organe keinen Einfluss, zum mindesten nicht den von Finger betonten, da er annimmt, dass auf die Pars prostatica urethrae des Hundes zunächst ein grösseres Stück Pars nuda folge, das ohne jegliche Musculatur wäre. Hierin liegt aber der Irrthum. Wie ich schon oben angeführt habe, ist dieser Theil der Urethra des Hundes in einer Ausdehnung von etwa 3 cm von einem Ringmuskel umgeben. Dieser Muskel, der sogenannte Wilson'sche, ist aber, wie ich mich durch mikroskopische Untersuchung überzeugen konnte, quergestreift, d. h. die willkürliche Innervation dieses Muskels kann dem Hunde die ausserordentliche Fähigkeit gestatten, den Urin so lange zurückzuhalten, als es überhaupt möglich ist. Durch die Contraction dieses Muskels wird das Lumen der Urethra in einer Ausdehnung von etwa 3 cm vollständig abgeschlossen. Dann erst tritt noch die Musculatur des Beckenausganges, also der Compressor urethrae, dazu. Zum Mindesten liegen also die Verhältnisse für den Menschen und den Hund gleich, wenn man nicht gar annehmen möchte, dass sie für letzteren bezüglich des willkürlichen Blasenschlusses noch günstiger gestaltet sind. Auch die Erfahrung lehrt zur Genüge, dass man den Hund ohne

Weiteres daran gewöhnen kann, nur zur bestimmten Zeit seine Blase zu entleeren, d. h. aus einem scheinbaren Reflexvorgang einen bewussten Act zu schaffen.

Gestützt auf diese anatomischen Thatsachen konnte ich nun meine Versuche, die ich sämmtlich in dem physiologischen Institute der Berliner Universität unter Leitung des Herrn Professors I. Munk, angestellt habe, beginnen. Sollte in der That der Sphincter internus so wenig leisten, dass er bei stärkerer Zunahme des Blaseninhaltes einfach nachgiebt, und hierbei wie Tommasoli und Finger meinen, der Blasenhal in das Lumen der Blase hineingezogen wird, der Blasenschluss aber nunmehr noch allein vom Sphincter externus und dem Compressor urethrae besorgt werden, dann musste bei Entfernung der Prostata, d. h. bei einer Elimination des Sphincter externus, der Hund mehr oder minder an Incontinenz leiden. Ich beschloss daher zunächst, die Prostata zu exstirpiren. Es wurde an den narkotisirten Hunden der Bauchschnitt in einer Länge von 10—12 cm gemacht, die Blase freigelegt, und die Prostata aus ihrer tiefen Lage herausgehoben. Die Kapsel derselben wurde gespalten und es war interessant zu sehen, wie die Drüsensubstanz aus der Kapsel gleichsam hervorquoll und ihr ursprüngliches Volumen fast auf das Doppelte stieg. Ein Beweis, unter wie hohem Druck die Drüse in der Kapsel gestanden hatte. Es wurde sodann mit der Scheere der Theil der Prostata abgetragen, der zunächst zu Tage gefördert war. Sodann wurde das Organ um seine Längsaxe gedreht, so dass man die untere Hälfte zu Gesicht bekam. Auch hier wurden die Reste der Kapsel entfernt und so weit von der Prostata abgetragen, als es überhaupt möglich war. Ganz konnte die Prostata natürlich nicht entfernt werden, da wir sonst Gefahr liefen, die Urethra anzuschneiden. Allein das war ja auch nicht nöthig, da ja der zu innerst gelegene Theil der Prostata gar nicht in Betracht kam, er bildete ja nur einen Theil des Sphincter internus. Der Sphincter externus aber, auf den es uns ja im Wesentlichen ankam, wurde als der nach aussen gelegene Theil entfernt. Diese sehr eingreifende Operation — eine besondere Schwierigkeit bestand darin, die Prostata aus der Tiefe herauszuholen und sie später um ihre Axe zu drehen — wurde an 8 Hunden vorgenommen.

Drei davon wurden schon bei der Operation aufgegeben, da zu viel Prostatagewebe abgetragen und in Folge dessen die Urethra verletzt worden war. Zwei Hunde überlebten die Operation 3—4 Tage und gingen an Sepsis zu Grunde. Ein Hund lebte noch 14 Tage weiter und starb an Marasmus. Von den letzten beiden Hunden überstand der eine die Operation sehr gut und lebte noch 4 Wochen, während der andere erst nach 3 Monaten getödtet wurde. Die Section ergab, dass wir in der Mehrzahl der Fälle reichlich zwei Drittel der Prostata abgetragen hatten. Immer aber war die nach unten gelegene Partie mit der Kapsel entfernt worden. Das Interessanteste war nun, dass wir bei allen diesen operirten Hunden, sei es, dass sie nur einige Tage oder Monate lang am Leben geblieben waren, abgesehen von den ersten Tagen nach der Operation, in denen wahrscheinlich in Folge consecutiver Schwellung die Harnentleerung etwas erschwerter vor sich ging, niemals irgend eine Spur einer Incontinenz wahrnehmen konnten. Die Hunde wurden stundenlang in dem Laboratorium beobachtet und zeigten, sobald sie sich nur von der Operation erholt hatten, in keiner Weise irgend ein Abweichen von der sonst bei Hunden üblichen Harnentleerung.

Was dann den zweiten Theil meiner Untersuchungen anbelangt, die nach dem System Rosenthal und Heidenhain angestellt waren, so verband ich damit eine doppelte Absicht. Zunächst wollte ich mich selbst überzeugen, wie gross die Kraft des Sphincter internus ist; sodann aber versuchte ich festzustellen, welchen Werth die einzelnen, die Urethra umgebenden Muskelgruppen für den Blasenverschluss hatten. An den chlorofomirten Hunden wurde die Blase freigelegt und beide Ureteren wurden aufgesucht. In der einen wurde eine Canüle bis direct in die Blase eingeführt. Wenn dieses auch mit gewissen Schwierigkeit verknüpft war, da häufig etwas Schleimhaut vor der Canüle vorgestülpt wurde, so muss ich doch im Gegensatz zu Rosenplänter und Wittich betonen, dass es uns schliesslich immer gelungen ist. Diese Canüle wurde durch einen Gummischlauch mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gebracht. In den anderen Ureter wurde gleichfalls eine Canüle eingeführt und diese durch einen Schlauch mit einer Druckspritze verbunden. Zunächst konnte ich am Manometer feststellen, dass, bevor noch

irgend welche Flüssigkeit eingespritzt wurde, das Innere der Blase einen nicht unwesentlichen Druck, der zwischen 8 und 17 mm Hg = 108—229 mm Wasserhöhe schwankte, aufwies. Nun wurde ein Katheter, dessen Auge sich ganz am Ende befand, und nicht etwa seitlich, in die Urethra eingeführt und so weit vorgeschoben, bis der erste Tropfen des Blaseninhaltes sich entleert. Er wurde sodann zurückgezogen und lag jetzt, wie ich mich durch Untersuchung per rectum überzeugen konnte, in dem prostatiscen Theil der Harnröhre. Nun wurde mit der Druckspritze Wasser durch den Ureter in die Blase gespritzt, und zwar ganz allmählich. Mit dem Moment, indem der erste Tropfen aus dem Katheter abfloss, wurde die Manometerhöhe abgelesen. Es zeigte sich bei diesen Versuchen die interessante Erscheinung, dass immer nur eine gewisse Quantität Wasser aus der Blase abfloss, dass sich dann aber der Sphincter wieder schloss. Auf dieses Phänomen ist meines Wissens bisher noch in keiner Weise aufmerksam gemacht worden, wenngleich es im Wesentlichen nichts Anderes als den von Rosenplänter eingeführten Schliessungsdruck bedeutet. Der Umstand, dass nicht der gesammte Inhalt der Blase sofort weiter ausfloss, wie man leicht geneigt war, anzunehmen, sondern nur ein Bruchtheil des Inhalts, manchmal nur einige Tropfen, bis der Sphincter internus dem also verringerten hydrostatischen Innendrucke der Blase Widerstand leisten konnte, ist für den Mechanismus der Harnentleerung ausserordentlich wichtig. Es zeigte sich ferner, dass der Eröffnungsdruck sogar bei demselben Thiere ausserordentlich verschieden sein konnte, während der Schliessungsdruck fast constant blieb, und ich wundere mich, dass Born gerade auf diesen Druck so wenig Werth legt in der Annahme, dass sobald der Sphincter erst einmal überwunden ist, er in der Folge nicht mehr demselben Druck gewachsen sein kann. Ich habe mich davon nicht überzeugen können.

Wir gingen sodann in den Untersuchungen weiter und zogen den Katheter aus dem Bereich der Prostata heraus, bis er innerhalb des Wilson'schen Muskels zu liegen kam, d. h. zwischen Prostata und Symphyse. Es wurde von Neuem Wasser durch den einen Ureter eingespritzt und wieder der Druck in dem Moment notirt, wo der erste Tropfen abfloss. Schliesslich wurde

der Katheter noch weiter hinausgezogen bis vor die Symphyse. Auch hier wurde in derselben Weise verfahren, d. h. eingespritzt und die Manometerhöhe in dem Augenblick abgelesen, als der erste Tropfen erschien.

Schliesslich wurden die Thiere getödtet, die Blase mit den Ureteren und der Urethra sorgfältig herausgeschnitten, und nun an den todten Organen die Versuche noch einmal wiederholt, um die Unterschiede zwischen den lebenden und todten Thieren festzustellen. Zu diesen Versuchen benutzte ich zum Theil auch jene Hunde, denen ich bereits vor längerer Zeit die Prostata entfernt hatte, die sich sonst aber eines ausserordentlichen Wohlbefindens erfreuten. Andererseits standen mir noch 5 todte Thiere, 2 Männchen und 3 Weibchen zur Verfügung, an denen ich dieselben Versuche anstellte. Selbstverständlich habe ich bei den Weibchen keinen Katheter angewandt, sondern der Austritt des Blaseninhaltes wurde an dem Orificium externum beobachtet. Anbei lasse ich in einer Tabelle (S. 124) die Resultate meiner Untersuchungen folgen: Die Zahlen bedeuten die Höhe des Druckes in Millimeter ausgedrückt, wie sie zunächst am Quecksilbermanometer abgelesen, sodann aber um sie mit den Werthen anderer Autoren zu vergleichen, in Wasserwerthe umgerechnet wurden.

Die Resultate, die aus diesen Versuchen gewonnen wurden, lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Es herrscht sowohl in der Blase des lebenden, als auch des todten Thieres ein nicht unbeträchtlicher Innendruck.
2. Es besteht ein grosser Unterschied zwischen dem Tonus des Sphincter internus des lebenden und des todten Thieres.
3. Die quergestreifte Musculatur, d. h. sowohl des *M. sphincter vesicae externus*, als auch des *M. compressor urethrae* spielen für den gewöhnlichen, nicht mit Absicht ausgeführten Blasenverschluss, eine unwesentliche Rolle.
4. Die Differenz zwischen dem Tonus der Sphincter der männlichen und weiblichen Blase scheint nicht so bedeutend zu sein, als er bisher angenommen wurde.

Am wichtigsten ist vor Allem der unter 3. angeführte Punkt, dass in der That die quergestreifte Musculatur sagen



wir vorläufig für den gewöhnlichen, reflectorischen Blasenverschluss von untergeordneter Bedeutung ist. Wenn wir in der Tabelle die Columnen 2—7 der ersten 5 lebenden Versuchsthiere mit einander vergleichen, so finden wir, dass, gleichgültig ob sich das Auge des Katheters in der Prostata, im Wilson'schen Muskel, oder in der Pars pendula urethrae befand, die Zahlen kaum eine nennenswerthe Differenz aufweisen. Etwas anders wird natürlich das Bild, wenn wir starken Harndrang verspüren und aus äusseren Gründen gezwungen sind, den Abfluss des Urins zu verhindern. Hier lassen wir die gesammte Innenmusculatur willkürlich in Action treten, um die Thätigkeit des Sphincter internus zu unterstützen. Ob aber in der That, wie Finger annimmt, der Fall eintritt, dass bei stark gefüllter Blase Urin in die Urethra übertritt und dann lediglich durch den Sphincter externus und den Compressor urethrae zurückgehalten wird, dafür ist bisher ein sicherer Beweis noch nicht erbracht worden. Wir werden uns vielmehr im Laufe der Arbeit überzeugen können, dass dem nicht so ist.

Hierbei will ich jedoch kurz auf die supponirte Trichterbildung der Blase eingehen, die im Gegensatz zu Finger sowohl von Dittel und Fürbringer, als auch speciell in letzter Zeit von Jadassohn und Dreyssel und v. Zeissl, wie es scheint mit Recht, in Abrede gestellt wird. Das Phänomen, dass bei stark gefüllter Blase der Katheter um etwa 2—3 cm weniger tief eingeführt zu werden braucht, bis der erste Tropfen abfließt, als bei schwach gefüllter Blase, ist sicherlich anders zu erklären. Zunächst aber tritt die Verkürzung, wie Dittel und Dreyssel gezeigt haben, nicht constant ein; sodann aber beträgt sie auch selten mehr als 1—1½ cm, wie ich mich selbst an einer ganzen Reihe von Untersuchungen habe überzeugen können. Darin muss aber Finger Recht gegeben werden, dass eine notorische Verkürzung in der That häufig stattfindet. Da aber weder Zuckerkandl bei seinen Leichenversuchen, noch letzthin v. Zeissl bei einer endoskopischen Betrachtung, noch auch sonst Jemand die Trichterbildung bei ad maximum gefüllter Blase constatiren konnte, so muss die Erscheinung des verkürzten Katheters in anderer Weise erklärt werden.

Die Ventilirung dieser Frage ist schon deshalb von der

grössten Bedeutung, weil wir vor der höchst merkwürdigen Thatsache ständen, dass bei stark gefüllter Blase Urin in den prostatishen Theil der Harnröhre tritt und lediglich von der quergestreiften Musculatur des *M. sphincter externus* und des *Compressor urethrae* zurückgehalten wird. Was zunächst den *Sphincter externus* anbetrifft, so ist, glaube ich, seine Bedeutung überschätzt worden. Und zwar geht dies aus folgendem Versuch hervor. Führt man einen Katheter in die gefüllte Blase ein, so fliesst naturgemäss sofort ihr Inhalt ab. Zieht man ihn dagegen etwas zurück, so sistirt der Abfluss augenblicklich. Spritzt man jetzt von unten in den Katheter Flüssigkeit ein, so fliesst dieselbe in die Blase. Wird aber nun der Katheter noch weiter aus der Urethra zurückgezogen und von Neuem eingespritzt, so fliesst die Flüssigkeit vorn aus der Urethra ab. Wie ich mich durch eine Reihe von Untersuchungen habe überzeugen können, indem ich per rectum genau die Lage des blasenwärts gerichteten Endes des Katheters bestimmt hatte, fliesst die injicirte Flüssigkeit so lange in die Blase, als sich das Ende des Katheters hinter dem *Compressor urethrae* befindet. Mit dem Moment, wo er über diese Stelle hinaus zurückgezogen wird, läuft die injicirte Flüssigkeit vorn ab, d. h. mit anderen Worten, dass sich der *Compressor urethrae* bei mässig angewandtem Drucke contrahirt und so das Vordringen der Flüssigkeit verhindert. Dass die Contraction überwunden werden kann, sobald der Druck stärker wird, ist bekannt. Es war aber interessant zu constatiren, dass die Bedeutung des *Sphincter externus* keine wesentliche sei, da er der nur unter schwächstem Druck andrängenden Flüssigkeit gar keinen Widerstand leistete, sondern sie anstandslos in die Blase fliessen liess.

Es folgt aber weiter daraus, dass wenn wirklich eine Trichterbildung bei starkgefüllter Blase zu Stande käme, wie Antal, Ultzmann und Finger meinen, und Urin somit in die Urethra übertrete, dieser dann sicherlich nicht vor dem *Sphincter externus* halt machen, sondern bis an den *Compressor* sich vordrängen würde. Wäre dies aber der Fall, dann würde bei stark gefüllter Blase und bestehendem Harndrang, der Katheter nicht nur um 2, sondern um die ganze Länge des prostatishen Theiles der Urethra bis an den *Compressor* heran, d. h.

um etwa 4 cm kürzer eingeführt werden können, bis der erste Tropfen aus der Blase erscheint.

Ich stellte mir nunmehr die Aufgabe, zu eruiren, ob der Fall überhaupt eintritt, dass bei stark ausgedehnter Blase und bei starkem Harndrang der Urin nicht nur in die Pars prostatica urethrae, sondern auch nach der Vorstellung von der Unfähigkeit des Sphincter externus irgend einen wesentlichen Verschlussapparat zu bilden, in die Pars membranacea tritt, um von dem Compressor urethrae zurückgehalten zu werden. Hierbei stützte ich mich auf die alte Erfahrung, dass wir willkürlich den Act der Urinentleerung unterbrechen können. Diese Erscheinung wurde so gedeutet, dass wir im Stande sind, die quergestreifte Musculatur des Beckenausganges, also den Compressor urethrae und mit ihm den Ischio cavernosus durch unseren Willen augenblicklich zur Zusammenziehung zu bringen. Durch diese Contraction nahm man an, werde dann der Urinstrahl plötzlich unterbrochen. Da ich nach dieser Richtung hin etwas skeptisch geworden war, machte ich folgende Versuche. Ich führte einen starrwandigen Katheter in die Blase ein und injicirte etwa 3—400 ccm Borsäurelösung bis sich grosser Harndrang einstellte. Nahm ich die Spritze ab, so floss natürlich sofort etwas Blaseninhalt ab, da sich ja der Katheter in der Blase befand. Nun zog ich den Katheter in die Pars prostatica. In bekannter Weise sistirte augenblicklich der Abfluss. Nun gab ich den Leuten, an denen ich das Experiment anstellte, auf, sich fortan keinen Zwang mehr aufzuerlegen, sondern willkürlich die Blase zu entleeren. Dies geschah, und da ein sehr starker Drang bestand, so floss der Urin nicht nur aus dem Katheter ab, sondern auch neben demselben. Nun forderte ich die Versuchsindividuen auf, willkürlich den Act der Entleerung zu unterbrechen. Und was ich erwartet hatte, geschah in der That. Der Strahl wurde wie auf Commando augenblicklich unterbrochen. Aber ebenso gut wieder waren die Betreffenden im Stande, auf eine erneute Aufforderung hin, die Blase zu entleeren. Dies wechselnde Spiel der willkürlichen Entleerung und Unterbrechung setzte ich zu wiederholten Malen fort. Hierbei befand sich jedoch der Katheter dauernd in derselben Lage, d. h. mit seinem Ende in dem prostatistischen Theil der Urethra, wovon ich mich durch rectale

Untersuchung ganz genau überzeugen konnte. Diese Untersuchungen, die ich etwa 20mal ausgeführt habe, scheinen mir bedeutsam. Sie beweisen auf das Schärfste, dass der Sphincter internus die primäre Kraft ist, die den Blasenverschluss bildet, auch bei excessiv ausgedehnter Blase. Denn die gesammte Damm-musculatur, der Compressor urethrae, der Ischio- und Bulbo-cavernosus, der Sphincter externus konnten nicht durch Contraction den Verschluss bilden, da ihre Wirkung durch den eingeführten, starrwandigen, ziemlich dicken Katheter, den sie nicht comprimiren konnten, ausgeschaltet war. Ich glaube daher nicht irre zu gehen, wenn ich gestützt auf diese Untersuchungen annehme, dass auch bei stark ausgedehnter Blase, kein Urin in die Urethra übertritt, und dass es nicht der Compressor urethrae ist, der den Blaseninhalt zurückhält. Seine Contraction, wenn wir willkürlich den Urin zurückhalten wollen, ist nur als eine unterstützende Kraft für die Thätigkeit des Sphincter internus aufzufassen. Damit stimmen auch die Resultate, die ich beim Thierexperiment gewonnen, überein, und die in der obigen Tabelle verzeichnet sind. Gleichgültig, wo sich das centrale Ende des Katheters befand, ob in der Pars pendula, in dem Wilson'schen Muskel oder in der Pars prostatica des Hundes, der angewandte Druck, um den reflectorischen Tonus des Sphincter internus zu überwinden, war fast immer derselbe.

Wir kommen nunmehr zu dem zweiten Theile der physiologischen Aufgabe der Blase, zu ihrem Vermögen, den Urin auszutreiben. Auch dieser Act ihrer Function ist lange nicht so einfach zu deuten, als vielfach angenommen wurde. Zunächst haben Mosso und Pellancani die Entdeckung gemacht, dass eine Reizung des Sphincter vesicae gleichzeitig eine solche des Detrusor herbeiführe, d. h. dass auf einen verstärkten Blasenverschluss sich auch eine stärkere Contraction der Längsfasern der Blase einstellte. Wir hätten somit die Thatsache vor uns, dass die Fasern eines Muskels, auf denselben Reiz hin in antagonistischer Weise reagiren. Diese Erscheinung an und für sich ist ja, wie auch I. Munk in seinem Lehrbuche der Physiologie ausführt, nichts Besonderes, da es im Körper eine Anzahl von Muskeln giebt, die wohl anatomisch eine Einheit sind, physiologisch aber einander entgegengesetzte Functionen ausführen.

So besitzen der *M. deltoides*, der *Cucullaris*, der *Glutaeus maximus*, Fasern, deren Contractionen direct antagonistische Effekte erzielen. Allein die obige Entdeckung von Mosso und Pellancani, die vielen schon darum erwünscht kam, weil sie das Ansehen von dem Sphincterentonus der Blase im Gegensatz zu dem elastischen Verschluss, zu steigern im Stande war, bedarf doch noch einer gewissen Erklärung. Denn schliesslich muss es doch nach der bisherigen Anschauung die Aufgabe des Detrusor bleiben, sich zusammenzuziehen und den Blaseninhalt auszutreiben und die des Sphincter, die Blase zu verschliessen. Es fragt sich nur, wie wir uns jenen Moment zu denken haben, in dem der Urin die Blase verlässt. Henle war es vor Allem, der diese physiologische Aufgabe der Blase auf anatomischer Basis zu lösen versuchte. Nach ihm sollten die Fasern des Detrusor zwischen denen des Sphincter internus inseriren, d. h. bei einer Contraction der Detrusorfasern sollte der Sphincter gleichsam auseinandergezogen werden. Allein Zuckerkandl hat nachgewiesen, dass nur ein äusserst geringer Theil der Detrusorfasern zwischen denen des Sphincter intervenirt, dass der grösste Theil derselben am oberen Rande der Prostata inserire. Schon aus diesem anatomischen Grunde war die gleichsam gewaltsame Oeffnung des Sphincter ausgeschlossen. Es kam sodann die zweite Theorie, dass der Detrusor lediglich durch die Kraft seiner Contractionen, d. h. durch den ausgeübten Druck, den Sphincter sprengt. Aber auch diese Anschauung ist nicht zu verwerthen. Wie Dr. Stone berechnet hat, beträgt die Oberfläche des Orificium internum bei mässig gefüllter Blase etwa  $\frac{1}{560}$  der Gesamtoberfläche derselben. Denken wir uns jetzt statt der Kraft, die der reflectorische Tonus des Sphincter repräsentirt, das Gewicht einer Wassersäule, die auf dem Orificium internum liegt. Dieselbe hat nach den Untersuchungen, die in der obigen Tabelle mitgetheilt sind, eine Höhe von über 20 cm. Soll nun der Detrusor den Sphincter überwinden, so muss er einen noch höheren Druck auf ihn ausüben. Da sich aber der Druck in Flüssigkeiten nach allen Seiten hin gleichmässig fortpflanzt, so wird alsdann bei der Contraction des Detrusor auf jedes gleich grosse Flächenstück der Blase der gleiche Druck ausgeübt werden müssen. Da nun aber, wie oben erwähnt,

die Fläche des Orificium internum nur etwa  $\frac{1}{360}$  der Gesamtoberfläche der Blase beträgt, so wird also der Detrusor, um den Sphincter zu überwinden, in toto eine 560mal so grosse Kraft aufwenden müssen. Setzen wir die Oberfläche des Orificium internum nur etwa gleich  $\frac{1}{2}$  qcm, so leistet der Sphincter internus zwar nur einen Widerstand von  $\frac{1}{2}$  qcm  $\times$  20 cm = 10 g (d. h. Gewicht bestimmt aus dem Produkt von Grundfläche und Höhe). Der Detrusor dagegen müsste, um diesen Druck zu überwinden, eine 560mal so starke Kraft aufwenden, d. h. 10 g  $\times$  560 = oder 5,6 kg Gewicht verdrängen. Dass dazu die Fasern des Detrusor nicht im Stande sind, bedarf wohl erst kaum eines weiteren Beweises. Hieraus leuchtet auch die ungemein günstige Stellung ein, die dem Sphincter internus zugewiesen ist; er hat gleichsam die Aufgabe, in einem gefüllten Fasse nur eine kleine Oeffnung verschlossen zu halten und nicht etwa die ganze Last des Inhalts zu tragen.

Aus diesen Betrachtungen geht nun mit aller Evidenz hervor, dass der Act der Harnentleerung doch ein anderer ist, als bisher vielfach angenommen wurde. Dem Detrusor kann nur die Rolle zufallen, den Urin aus der entstandenen Oeffnung herauszutreiben. Es fragt sich nunmehr, wie wir uns das Nachlassen des Sphincterschlusses vorzustellen haben. Bei dieser Gelegenheit sind wir gezwungen, einen Augenblick bei den nervösen Apparaten der Blase zu verweilen. Es würde uns hier allerdings zu weit führen, wenn wir die hierauf bezüglichen, interessanten Arbeiten von Budge, Sokowin, Gianuzzi, Griffith, v. Zeissl, Nawrocki und Skabitschewski, Goltz, Courtade und Guyon, R. Maier, Bechterew und Mieslawsky, Langley und Anderson in extenso hier wieder geben wollten. Soweit sich die Versuche auf Hund, Katze und Kaninchen erstrecken, lässt sich mit Sicherheit etwa Folgendes annehmen. Nach der Blase ziehen 2 Systeme von Nervenfasern. Das erstere stammt aus den vorderen 3. bis 4. Lumbalwurzeln. Die aus ihnen heraustretenden Fasern gehen in die Rami communicantes über, von da in den lumbalen Theil des Sympathicus, vermittelt der 3 Nervi mesenterii (sup., med. und inf.) in das Ganglion mesentericum inferius, von dort durch die N. hypogastrici in den Plexus hypogastricus und in die Blase. Dies ist der sogenannte

obere Weg. Hierzu kommt noch, dass, nach Verbindung der *M. rami communicantes* mit dem *Sympathicus*, die Fasern desselben auch noch direct mit Umgehung des Ganglion *mesentericum inferius* zur Blase ziehen können. Das zweite Fasersystem, das von den Seiten her zur Blase zieht, stammt aus den ersten bis dritten Sacralwurzeln, sowohl den vorderen, als auch den hinteren. Diese Nervenfasern gehen dann direct in den Plexus *hypogastricus* über und von da in die Blase. Was dann die Centren anbelangt, so befindet sich das ungemein wichtige Reflexcentrum zwischen dem dritten und vierten Lendenwirbel. Bei der Katze wird ausserdem noch ein Centrum zwischen dem zweiten und dritten Sacralwirbel angenommen. Die functionelle Fortsetzung der Rückenmarksfasern der Blase nach dem Gehirn hat Budge bis nach dem *Pedunculus cerebri* verfolgen wollen, von wo aus er Blasencontraction durch Reizung auslösen konnte, während Bechterew und Mieslawsky auch noch in der Hirnrinde und zwar in dem Gyrus *sigmoides* durch Reizung Contractionen des *Detrusor* hervorbringen konnten. Ausserdem ist es aber nicht unwichtig zu erwähnen, dass erstens einmal auch das Ganglion *mesentericum inferius* als Reflexcentrum für die Blase functionirt, was aus den interessanten Versuchen von Nawrocki und Skabitschewski hervorgeht, und dass zweitens nach den Untersuchungen von R. Maier die Blase selbst, wie das Herz, und die Darmwandungen, eigene Ganglien besitzt, die wir gleichfalls als Centren anzusehen gezwungen sind. Es wäre sonst unfassbar, wie der von v. Zeissl operirte Hund, dem alle Nerven, die zur Blase führten, durchgeschnitten waren, noch im Stande war, in ganz normaler Weise sowohl seinen Urin zu halten, als auch denselben zu entleeren. Schon aus dieser umfangreichen Innervation der Blase geht deutlich hervor, mit welchen Mitteln die Natur die Blase ausgestattet hat, um bei eventueller Läsion einzelner Faserzüge, doch noch ihre physiologische Integrität zu bewahren. Freilich dürfte die Fürsorge der Natur nur für die oben erwähnten Thiere zutreffen, da wir leider aus der klinischen Erfahrung wissen, dass die geringste Störung der Blasenerven beim Menschen die übelsten Folgen, und zwar die sofortige Lähmung der Blase verursacht. Interessant wäre es noch gerade an dieser Stelle zu erwähnen, dass wir beim Erwachsenen

eigentlich nur eine Art von Blasenlähmung beobachten können und zwar diejenige, die sich uns unter dem Bilde der Harnretention darbietet, während wir die reine Incontinentia urinae nur in dem frühesten Kindesalter finden, in dem der Act des Urinirens ein rein reflectorischer ist, oder in jenen Fällen, in denen sich eben dieser infantile Zustand auch bis zu späteren Jahren erhalten hat. Die Erklärung für die so häufig auftretende Harnretention im Gegensatz zur Incontinenz ist wohl darin zu suchen, dass z. B. bei Traumen des Rückenmarks, sei es Quetschung, sei es Luxation oder Bruch der Wirbel, immer das Reflexcentrum ausgeschaltet wird, weshalb es nie zu einer Detrusorcontraction kommen kann. Bei Gehirnverletzungen aber, ebenso wie bei benommenem Sensorium im Verlauf schwerer Krankheiten, wird es in der Mehrzahl der Fälle gleichfalls zur Retention kommen, weil gerade die Hemmung der Contraction des Sphincter internus, wie wir weiter unten sehen werden, vom Gehirn aus regulirt wird. Nur in jenen Fällen, in denen es sich um eine Störung gewisser Gehirn- und Rückenmarksganglien handelt, deren Erregung ein Nachlassen des reflectorischen Blasenverschlusses zur Folge hat, wie sie in der That bei einzelnen Erkrankungen des Centralnervensystems auftritt, wird auch eine reine Incontinenz zur Beobachtung kommen können.

Immerhin sind diese Fälle selten, ganz abgesehen natürlich von dem Bilde der Ischuria paradoxa, z. B. bei Prostatahypertrophie, die gleichfalls ihre Ursache in einer primären Retention zu suchen hat. Es ist nur bedauerlich, dass auch unsere besten Lehrbücher über Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten so wenig gerade über die allerersten Symptome der nervösen Blasenstörungen berichten, ob im Beginne des Leidens zuerst eine Retentio, oder eine Incontinentia urinae zu beobachten war.

Es ist hier nun nicht der Ort, an dem wir des Längeren auseinandersetzen könnten, welchen Verlauf die einzelnen sensiblen und motorischen Fasern der Blase nehmen. Uns interessiren vor allem 2 Nervenpaare. Zunächst die N. hypogastrici, d. h. diejenigen Nerven, die aus dem Ganglion mesentericum inferius heraustreten, auf der Lendenwirbelsäule gelegen sind und von oben her zum Plexus hypogastricus ziehen. Zweitens die sehr wichtigen N. sacrales, die, aus den 1. bis 3. Sacralwurzeln

stammend, gleichfalls in den Plexus hypogastricus eintreten. Diese letzteren Nerven, deren Bedeutung zuerst von Eckard erkannt wurde, werden auch *N. erigentes* genannt. Unter diesem Namen werden auch wir sie fortan führen. Wenden wir uns zunächst zu den *N. hypogastrici*, so haben ausser Sokowin vor Allem Nawrocki und Skabitschewsky ihre isolirte Reizung beschrieben. Sie fanden das interessante Resultat, dass in jedem *N. hypogastricus* sowohl sensible, als auch motorische Fasern verlaufen, und konnten den Nachweis führen, dass das Ganglion mesentericum inferius für sie als Reflexcentrum fungire. Eine zweite sehr wichtige Versuchsreihe wurde sodann durch v. Zeissl begonnen. Seine Untersuchungen, ebenso wie diejenigen von Nawrocki und Skabitschewsky sind zum Theil später auch von Langley und Anderson in ihrer sehr ausführlichen Arbeit über die Innervation der Baueingeweide bestätigt worden. Die Ergebnisse der v. Zeissl'schen Beobachtungen sind für die ganze Lehre vom Blasenschluss und der Blasenentleerung von ausserordentlicher Bedeutung. Wenn wir dieselben kurz zusammenfassen, so konnte v. Zeissl feststellen, dass erstens in den *N. hypogastricis* motorische Fasern für den Sphincter vesicae verlaufen, und Hemmungsfasern für den Detrusor. Zweitens aber gelang es ihm, den Nachweis zu führen, dass in den *N. erigentes* motorische Fasern für den Detrusor verlaufen und Hemmungsfasern für den Sphincter internus. Wir finden hier zum ersten Male in der Literatur über die Nerven der Blase die Hemmungsfasern erwähnt, deren bisheriges Fehlen in dem Verständniss für die Physiologie der Blase geradezu eine Lücke lassen musste. Hierbei möchte ich hervorheben, dass das, was v. Zeissl unter Hemmungsfasern zu verstehen scheint, nemlich solche Nerven, deren Erregung eine zu Stande gekommene oder bestehende Contraction, bezw. Tonus aufzuheben vermag, von der modernen Physiologie nicht anerkannt wird. Vielmehr dürfen wir uns unter Hemmungsnerven für irgend einen Bewegungsvorgang nicht etwa solche Fasern vorstellen, die direct zum Muskel führen, sondern Nervenbahnen, zwischen denen und dem betreffenden Muskel, eine Ganglienzellengruppe (Centrum, Reflexcentrum) interpolirt ist, so dass die Reizung dieser Nervenfasern die sonst von jener

Ganglienzellengruppe (Centrum, Reflexcentrum) aus zu Stande kommende Erregung hemmt, bzw. nicht in Kraft treten lässt. Zwar lehnen sich im Grossen und Ganzen die Versuche v. Zeissl's an diejenigen von Fellner an, der nachgewiesen hatte, dass sich in den N. erigentes motorische Fasern für die Längsmusculatur des Darmes und Erschlaffungsfasern in dem Sinne v. Zeissl's für die Ringmusculatur verlaufen, dass aber in den N. hypogastricis umgekehrt motorische Fasern für die Ringmusculatur, Hemmungsfasern für die Längsmusculatur sich befinden. Allein seine Untersuchungen waren nur auf den Darm beschränkt und v. Zeissl gebührt das Vorrecht, gerade für die Thätigkeit der Blase diese so fundamental wichtigen Thatsachen constatirt zu haben. Es ist durch sie vor allem anderen der Nachweis geliefert, dass in den N. erigentes Fasern verlaufen, deren Erregung, gleichgültig woher sie stammen, das Nachlassen des reflectorischen Tonus des Sphincter internus zur Folge hat.

Nehmen wir nunmehr den durch die genauere Detaillirung der Nervenbahnen unterbrochenen Faden der physiologischen Betrachtungen über den Modus der Harnentleerung wieder auf, so haben wir oben zur Genüge zeigen können, dass es nicht richtig war, anzunehmen, dass der Sphincter rein mechanisch vom Detrusor überwunden werde. Nunmehr haben wir durch die v. Zeissl'schen Untersuchungen Nervenbahnen kennen gelernt, durch deren Erregung der Sphincter sei es reflectorisch, sei es willkürlich erschlafft.

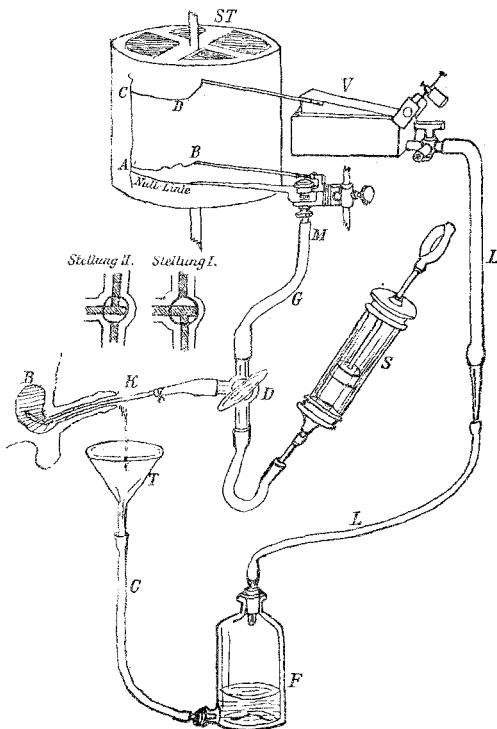
Es fragte sich nunmehr, ob diese interessanten Untersuchungen v. Zeissl's, die bisher nur theils an curaresirten, theils an narkotisirten Hunden gewonnen wurden, sich auch in irgend einer Form auf den lebenden Menschen anwenden liessen, d. h. ob wir den Nachweis führen konnten, dass der Sphincter willkürlich oder reflectorisch erschlaffe, ohne durch den Detrusor überwunden zu werden. Dieses ist in der That zum Theil schon durch Genouville geschehen, ohne dass der Autor die Bedeutung der Ergebnisse seiner Untersuchungen nach dieser Richtung hin genügend betont hätte. In einigen Fällen führte Genouville einen Katheter in die Urethra ein und füllte durch denselben die Blase. Gleichzeitig stand der Katheter mit einem Manometer in Verbindung. Selbstverständlich stieg das Manometer

mit zunehmender Blasenfüllung. Als aber Genouville den Versuchspersonen aufgab, an dem Katheter vorbei die Blase zu entleeren, sank das Manometer fast constant bis auf Null. Graphisch dargestellt, bestand bei diesen Untersuchungen die Curve aus 2 Schenkeln, einen ansteigenden und einen fast steil abfallenden. Wenn auch diese Versuche schon an und für sich den deutlichen Beweis liefern, dass der Spincter spontan erschlaft war und nicht vom Detrusor überwunden wurde, da sonst der zweite Schenkel der Curve, der der Dauer der Harnentleerung entspricht, unmöglich nur dauerndes Sinken zeigen konnte, so kam es mir doch darauf an, genau festzustellen, welchen Stand die Curve gerade in dem Augenblick hat, in dem der erste Tropfen die Blase verlässt.

Diesen ungemein wichtigen Punkt suchte ich in folgender Weise zu fixiren. Einem Mann wurde ein Katheter eingeführt, der mit einem Dreiwegehahn verbunden war. Der zweite Schenkel des Hahnes stand durch einen Schlauch mit einem Gad'schen Blutdruckmanometer in Verbindung, dessen horizontal verlaufender Schreibhebel auf einer rotirenden Trommel die Curven graphisch darstellen sollte. Der dritte Schenkel des Dreiwegehahnes war durch einen Schlauch mit einer Druckspritze in Verbindung gebracht. Der Mann selbst, an dem der Versuch gemacht werden sollte, lag auf einem Untersuchungstische. Unter der Harnröhre war ein Trichter befestigt, der vermittelt eines Schlauches mit einer am Boden stehenden Druckflasche in Verbindung stand. In den Hals der Flasche mündet ein Schlauch, der zu einem Gad'schen Volumenschreiber (sog. Aëroplethysmographen) führte. Der Schreibhebel dieses Volumenschreibers war dazu eingerichtet, um gleichfalls auf der obigen Trommel Curven aufzuzeichnen. Der Zapfen des Dreiwegehahnes wurde nun so gestellt, dass zunächst die Verbindung mit dem Manometer geschlossen war. Spritzte man jetzt vermittelt der Druckspritze lauwarme Borsäurelösung in die Blase und drehte nunmehr den Zapfen um, so dass die Verbindung des Katheters mit dem Manometer wieder hergestellt war, so verzeichnete der Schreibhebel auf der Trommel den in der Blase herrschenden Druck. Setzte man jetzt die Trommel in Bewegung und forderte nunmehr den Mann auf, neben dem Katheter die Blase zu entleeren, so floss ein Theil

des Blaseninhaltes durch den darunter befindlichen Trichter in die Druckflasche, verdrängte eine entsprechende Menge Luft aus der Flasche und setzte so den Schreibhebel des Volumenschreibers in Bewegung. Der Moment, in dem der erste Tropfen aus der Blase in den Trichter fällt, wird vom Hebel des Volumenschreibers registriert. Da die Trommel in Bewegung ist, so erhalten wir auf ihr 2 Curven. Die untere wird von dem Manometer geschrieben und giebt den Druck in der Blase an, sowohl vor, als auch während ihrer Entleerung. Die obere Curve dagegen, die von dem Volumenschreiber gezeichnet wird, setzt erst in dem Augenblick ein, in dem der erste Tropfen aus der Blase in den Trichter fällt und zeigt so das Volumen der durch die Flüssigkeit verdrängten Luft an. Letzteres ist für unsere Beobachtung ohne Belang. Die beifolgende Figur soll die Versuchsanordnung erläutern.

Fig. 1.



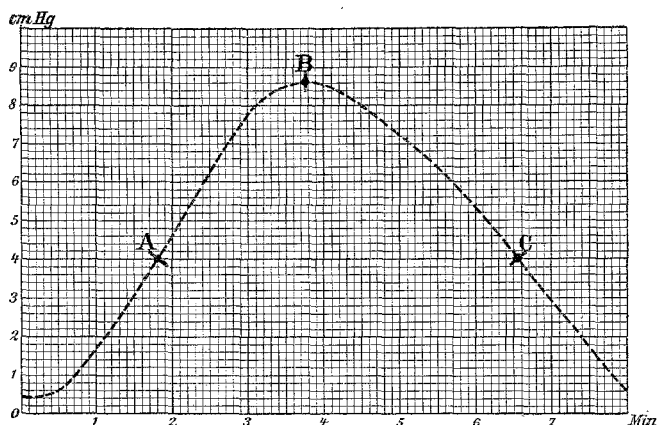
Der Katheter K kann durch den Dreiwegehahn D mit der Spritze S oder dem Gad'schen Blutdruckmanometer M verbunden werden. Stellung I des Zapfens zeigt die Verbindung mit der Spritze. Stellung II die Verbindung mit dem Manometer. Aus der Blase B fließt der Inhalt durch den Trichter T in die Flasche F und setzt durch den Luftschlauch L den Volumenschreiber V in Bewegung. — Das Manometer M schreibt die Druckcurve AB, der Volumenschreiber V die Volumencurve CD auf der Schreibtrommel ST.

Bevor wir nun zur Verwerthung der durch die beiden Curven gewonnenen Resultate schreiten, ist es nöthig, uns vorher einmal theoretisch den Druck in der Blase während ihrer Entleerung zu vergegenwärtigen. Denken wir uns den reflectorischen Verschluss des Sphincter internus der constanten Grösse  $x$  gleichgesetzt, so ist er eben im Stande, einem in der Blase herrschenden Druck, der gleichfalls nur so gross wie  $x$  ist, das Gegengewicht zu halten. Steigt jetzt der Druck in der Blase um  $a$ , wird er also  $x+a$ , so wird natürlich der Sphincter überwunden werden, da seine höchste Leistung nur  $x$  beträgt. Jetzt wird Urin aus der Blase ausfliessen können. Mit dem Moment aber, wo der Druck in der Blase um den Werth  $a$  wieder sinkt, muss der Sphincter wieder schliessen; es kann kein Urin weiter ausfliessen. Dass dieser sofortige Sphincterenschluss beim Nachlassen des Innendrucks in der Blase nicht etwa Hypothese ist, sondern auf genauer Beobachtung beruht, habe ich bereits Anfangs dieser Arbeit nachweisen können. In den Fällen, wo der Blasendruck durch Einspritzen in die Ureteren gemessen wurde, gab der Sphincter immer nur bei einem bestimmten Druckwerth nach. (Vergleiche oben die Unterschiede zwischen Eröffnungs- und Schliessungsdruck.) Denken wir uns jetzt die Drucksteigerung in der Blase von  $x$  zu  $x+a$  als Curve, so wird dieselbe naturgemäss ansteigen, um bei  $x+a$  den Gipfel zu erreichen. In diesem Moment fliesst der Blaseninhalt ab und die Curve beginnt nunmehr zu sinken, bis der Sphincter wieder schliesst, d. h. die Curve ihren Ausgangspunkt  $x$  erreicht hat. Damit aber der Sphincter offen gehalten werde, müsste dauernd der gleiche Druck ausgeübt werden, mit dem er eröffnet wurde, d. h. der Druck  $x+a$ . Dann müsste sich aber auch die Curve als horizontale Linie gleich dem Werthe von  $x+a$  weiter fortbewegen. Finden wir aber, dass der Sphincter sich öffnet zu einer Zeit, wo die Curve ihren Gipfel schon überschritten hat und sehen, dass er offen bleibt, und der Blaseninhalt abfliesst, obwohl die Curve sich nicht in einer horizontalen fortbewegt, sondern dauernd sinkt, so kann naturgemäss nicht mehr der Detrusor die treibende Kraft sein, die den Blaseninhalt herauspresst. Es kann also auch nicht der Sphincter mechanisch von dem Detrusor überwunden werden.

Was nun die Curven in unseren Versuchen betrifft, von denen ich 9 angestellt habe, so sahen wir, dass die untere Curve, die den Druck in der Blase anzeigt, Anfangs unregelmässig verläuft. Diese Unregelmässigkeit war durch die Bewegungen mit der Druckspritze verschuldet. Nun sahen wir die Curve mit zunehmender Spannung in der Blase dauernd ansteigen, bis sie den Höhepunkt erreicht, um dann mit geringen Elevationen allmählich auf die O-Linie zu sinken. Betrachten wir jetzt die obere Curve, die mit dem Moment sich von der Halblinie erhebt, wo der erste Tropfen aus der Blase in den Trichter geflossen ist, wo also der Sphincter erschlafft ist, so fanden wir sie rasch ansteigen, entsprechend dem verdrängten Luftvolumen. Allein uns interessirte einzig und allein in der oberen Curve ihr Anfangspunkt. Da die Trommel in Bewegung war, so waren wir in der Lage, den Beginn der oberen Curve, d. h. den Moment der Sphincterenerschlaffung, auf die untere Curve zu übertragen, d. h. genau den Druck anzugeben, der in dem Augenblick in der Blase geherrscht hat, als sich der Sphincter öffnete. (Gleichzeitig will ich hier erwähnen, dass wir bei der Anfertigung der folgenden Curven durch exact ausgeführte Controlversuche, deren Beschreibung zu weit führen würde, den Zeitverlust verrechnet haben, der dadurch entstand, dass die ersten Tropfen, die aus der Blase in den Trichter fielen, eine gewisse Zeit brauchten, um nach Verdrängen von Wasser und Luft in der Druckflasche den Schreibhebel in Bewegung zu setzen.) Wir sahen nun unter den 9 Versuchen 5mal den Sphincter sich öffnen zu einer Zeit, wo die Curve des Blasen-drucks im Sinken begriffen ist; 3mal trifft der Eröffnungsmoment die ansteigende Curve und 1mal fällt er mit dem Gipfel der Curve zusammen. Diese Verhältnisse habe ich versucht durch das folgende Schema zu veranschaulichen, in welchem die Punkte A, C und B auf der Curve den Eröffnungsmoment der Blase bedeuten bei steigendem, maximalem und sinkendem Blasen-druck.

Da nun in der Mehrzahl der Fälle bei meinen Untersuchungen der Moment der Blasenentleerung nicht mit der höchsten Detrusorencontraction zusammenfällt, sondern sich auf einem beliebigen Punkte der absteigenden Curve (vgl. Punkt C des Schemas)

Fig. 2.



befindet, da sich ferner die Curve während der Entleerung nicht auf gleicher Höhe hält, sondern fast constant sinkt, so ist das ein neuer stringenter Beweis, dass es nicht der Detrusor ist, der durch die Kraft seiner Contraction den Sphincter überwindet, und ihn zwingt, dauernd offen zu bleiben. Wir sehen dagegen den Moment der Blasenöffnung unabhängig von der Detrusoren-contraction, und in Folge dessen einmal mit dem Gipfel der Curve zusammenfallen und des öfteren auch auf der ansteigenden Curve.

Nachdem wir nunmehr sowohl aus der Berechnung des Dr. Stone gesehen haben, dass die Fläche des Orificium internum nur etwa  $\frac{1}{500}$  der Blasenoberfläche beträgt, und der Detrusor, wie schon oben erwähnt, eine so grosse Kraft nicht ausüben kann, um etwa 5,6 kg Gewicht zu überwinden; nachdem wir ferner durch die autographische Registrirung den Beweis erbracht haben, dass der Sphincter nicht vom Detrusor mechanisch überwunden wird, sind wir zu der Ansicht gezwungen, dass die Oeffnung des Blasenverschlusses lediglich durch Aufhebung des Reflextonus des Sphincter internus erfolgen muss. So lange wir über eine ermöglichte Hemmung des reflectorischen Blasenverschlusses, sei es, dass sie willkürlich vom Gehirn oder reflectorisch vom Rückenmark aus zu Stande kommt, keine Vorstellung hatten, war es schwierig, sich eine befriedigende Erklärung

für die Harnentleerung zu verschaffen. Immer musste das mechanische Princip, d. h. das Uebergewicht des Detrusor über den Sphincter aushelfen. Seitdem aber Fellner und v. Zeissl nachgewiesen haben, dass die Erregung einzelner Nervenfasern das Nachlassen einer bestehenden Contraction derselben Musculatur des Darmes und des Sphincter vesicae internus, zur Folge haben, können wir auch zu anderen Vorstellungen über den Blasenmechanismus gelangen und wir treten nunmehr vor die Frage, ob wir uns die Harnentleerung als einen rein reflectorischen oder willkürlichen Act zu denken haben. Ueber die reflectorische Function der Blasenmusculatur brauchen wir kein Wort weiter zu verlieren; sie besteht zu Recht und galt bisher wohl auch häufig als die einzig herrschende Methode der Blasenentleerung. Nur blieb jene Frage ungelöst, wie es doch möglich sei, dass wir trotzdem in der Lage sind, auch willkürlich Urin zu lassen. Die Schwierigkeit lag vor Allem darin, dass die Blase glatte Musculatur besitzt, nach den bisherigen physiologischen Anschauungen aber nur die quergestreiften Muskeln willkürlich innervirt werden sollen. Allein diese Ansicht ist doch nicht mehr Gemeingut aller Physiologen. So spricht sich auch Le Gross Clark gegen sie aus, zumal ja auch in dem quergestreiften Herzmuskel, der doch dem Willen unterworfen sei, das physiologische Princip durchbrochen ist. Eine Ausnahme, allerdings im entgegengesetzten Sinne, scheint übrigens auch der Brücke'sche Accommodationsmuskel zu bilden, da er zwar nur glatte Muskelfasern enthält, trotzdem aber dem Willen unterworfen ist. Es ist derjenige Muskel des Auges, dessen wir uns beim Zielen bedienen, und dass wir hierbei das Auge nach unserem Willen in den kürzesten Zeitintervallen bald für einen näheren, bald für einen entfernten gelegenen Punkt einstellen können, bedarf wohl erst nicht der Erwähnung. Man kam sodann zu der Vorstellung, da man doch nun einmal die glatte Blasenmusculatur nicht willkürlich innerviren kann, dass es vielleicht nur eines Anfangsreizes bedürfe, um dann den weiteren Ablauf der Blasenbewegungen zu erzielen. Ich will hier nur das von Born citirte Beispiel der Oesophagusreizung anführen. Wird derselbe in seinem obersten Theile sensibel gereizt, so geräth seine Musculatur, ohne dass sie de facto irgend einen Gegenstand weiter

zu befördern hatte, trotzdem in peristaltische Bewegung. Diese Theorie des Anfangsreizes wurde in der That auch für die Blase in Anspruch genommen, und zwar glaubte man in der Bauchmuskulatur jenes Moment zu erblicken, das gleichsam das Rad in's Rollen oder besser gesagt den Urin in Fluss bringen sollte. Da diese Muskulatur quergestreift ist, braucht man sich ja nur vorzustellen, dass die Bauchpresse willkürlich innervirt wird, die diesen Reiz dann ihrerseits auf die Blase überträgt. Ja, man ging sogar noch weiter, indem man annahm, dass es der Bauchpresse gelingt, den Urin aus der Blase zu treiben. In der That wäre hiermit eine rein willkürliche Blasenentleerung zu Stande gebracht, wenn nur die Prämisse richtig wäre, dass wirklich die Bauchpresse die ihr vindicirte Fähigkeit besäße. Andere hingegen begnügten sich mit der Annahme, dass die Bauchpresse den Urin nur in den Anfangstheil der Urethra treibe, dort den bekannten Harndrang erzeuge und nunmehr den Detrusor zur Contraction zwingt.

Allein auch diese vermittelnde Stellung ist, wie wir bald sehen werden, nicht haltbar. Zunächst einmal ist es nicht klar, wenn die Bauchpresse den Urin in den Anfangstheil der Urethra zu treiben im Stande ist, weshalb sie ihn dann nicht durch die ganze Länge der Harnröhre treibt. Ergo wird sie ihn wohl auch nicht nach Ueberwindung des Sphincter internus in den prostaticischen Theil der Harnröhre hineinpressen können. Sodann aber bietet uns das Bild der completten Blasenlähmung einen recht deutlichen Beweis dafür, dass die Bauchpresse allein den Urin nicht entleeren kann, denn sonst würden jene Unglücklichen, die auf den Katheter angewiesen sind, ohne Zweifel sich ihrer dem Willen unterworfenen und nicht gelähmten Bauchmuskulatur bedienen, um sich von ihrem Blaseninhalt zu befreien. Speciell Wagner hat in ganz besonderer Weise auf diese gelähmte Blase hingewiesen und nach dem Vorgange von Heddaeus empfohlen, in den geeigneten Fällen mit der auf die Bauchdecken aufgelegten Hand die Blase zu entleeren.

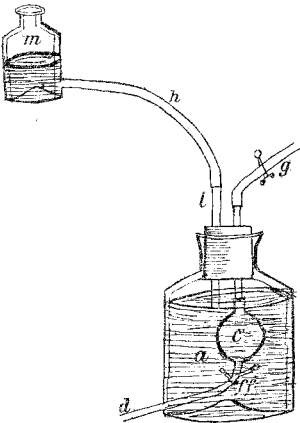
Um endlich einmal die Bedeutung der Bauchpresse für die Blasenentleerung klarzustellen, haben wir einen Versuch angeordnet, der in deutlichster Weise das Verhältniss der Bauchpresse zur Blase demonstirt. Wir nahmen eine recht weite

Flasche, die am Boden einen Tubulus hatte. Durch den Hals der Flasche führten wir einen grossen Gummiballon, der nach oben und unten in einen dünnen Schlauch überging. Der untere Schlauch wurde kurz unterhalb des Ballons durch 2 Klemmen platt gedrückt, so dass er sanft schloss, und durch den Tubulus mittelst eines Glasrohres und eines Kautschukstopfens hindurchgeführt. Der Hals der Flasche war mit einem doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen. Durch das eine Loch dieses Stopfens wurde nur der obere Schlauch des Gummiballons, der in eine Glasröhre endigte, hindurchgeleitet und mit einer Klammer abgesperrt. Durch das zweite Loch führte eine andere Glasröhre, die mit einem Schlauch verbunden war, der zu einer viel höher stehenden Druckflasche führte.

Beifolgende Figur diene zur Illustration des Versuches.

In unserem Experimente sollte der Ballon *c* die Blase und der Innenraum der Flasche *a* die Bauchhöhle repräsentiren. Es

Fig. 3.



wurde nun zunächst die weite Flasche *a* von *m* aus durch den Verbindungsschlauch *h* etwa bis zur Hälfte gefüllt; ebenso der Ballon *c* durch seinen zuführenden Schlauch *g*. Verband man jetzt das Glasrohr *l* mit dem Schlauche *g*, setzte somit die obere Flasche *m* mit dem Ballon in Verbindung und liess nun Wasser aus *m* nach *g* dringen, so öffnete sich die geklemmte Stelle des Schlauches und das Wasser floss aus dem unteren Schlauche *d* ab. Löste man dagegen jetzt die Verbindung von *m* nach

*c* und führte die Glasröhre *l* wieder in den Korken der Flasche *a* und goss nun aus *m* nach *a* Wasser, so floss kein Wasser aus dem Ballon *c* ab, obwohl dieser ziemlich gefüllt war. Dagegen öffnete sich die geklemmte Stelle des Schlauches sofort, sobald wieder *m* mit *g* verbunden und Wasser durch die obere Flasche *m* gegossen wurde.

Der Vorgang ist einfach zu erklären. Floss aus *m* durch

h Wasser in das zweite Gefässe a, so comprimirt das Wasser, da es nach allen Seiten hin drücken musste, mit der gleichen Kraft sowohl den Ballon c als auch das Abflussrohr d; es konnte somit aus c nichts nach d überfließen. Brachten wir dagegen den oberen Schlauch g des Ballons c durch die Glasröhre l mit der höher stehenden Druckflasche m in Verbindung und liessen aus m Wasser nach c fließen, so hatten wir dadurch den Innendruck in c vermehrt und zwar um die ganze Höhe von c nach m. Dieser Druck genügt auch, um den Druck der Klammer ff zu überwinden und Wasser aus d abfließen zu lassen. —

Uebertragen wir jetzt den Versuch auf die Verhältnisse des Körpers, so bedeutet das weite Gefäss a die Bauchhöhle, und c die in ihr befindliche Blase. Wenn wir aus der höher stehenden Druckflasche m Wasser in das weite Gefäss a fließen lassen, so bedeutet das die Erhöhung des intraabdominalen Druckes, wie solche durch die Thätigkeit der Bauchmuskeln, bezw. Bauchpresse erzielt wird. Wie diese Drucksteigerung in der weiten Flasche nicht nur den Ballon c allseitig comprimirt, sondern auch das Abflussrohr d, so wirkt die Erhöhung des intraabdominalen Druckes in gleicher Weise auf die Blase und auf die von ihr abgehende Urethra. Schon aus diesem Grunde kann wohl die Bauchpresse den abdominalen Druck erhöhen, aber in Folge ihrer gleichzeitigen Compression aller Theile keinen Urin aus der Blase treiben. Wenn wir aber in unserem Versuche den Schlauch h mit dem Ballon c mittelst des Schlauches g verbinden, und nun von m herab Wasser einfließen lassen, so steigt der Druck in c ganz ausserordentlich und überwindet den Schluss seitens der Klammern ff. Auf die Blase übertragen heisst das, wenn wir ihren Innendruck erhöhen, sei es durch die Contraction des Detrusors, sei es, wie es Heddaeus und Wagner gethan haben, indem sie durch die Bauchdecken hindurch direct die Blase comprimirten, so konnte dieser erhöhte Druck wohl den Verschluss des Sphincter internus als auch den Compressor urethrae überwinden, die beiden in unserem Experiment durch die Klammern ff versinnbildlicht waren.

Aus diesem physikalischen Experiment geht mit aller Deutlichkeit hervor, dass die Bauchpresse an und für sich niemals

den Urin aus der Blase treiben kann, so lange der Sphincter geschlossen ist. In dem Moment freilich, wo der Sphincterenschluss nachgelassen hat, wo also gleichsam der Innenraum der Blase mit der Aussenwelt in Verbindung getreten ist, da kann sie voll und ganz wirken und auch bei jeder Harnentleerung in Thätigkeit treten, um den Act zu beschleunigen. Will man sie dagegen, wie bei tiefster Inspirationsstellung, ausschliessen, so dauert eben die Urinentleerung um so länger.

Selbstverständlich ist auf Grund dieser Beweisführung auch die Annahme hinfällig, dass die Bauchpresse im Stande wäre, auch nur einige Tropfen Urin in den Anfangstheil der Urethra hineinzutreiben, um so Harndrang zu erzeugen. Was nun den letzteren anbetrifft, so hat man sich gewöhnt, die Auslösung desselben in den Anfangstheil der Harnröhre zu verlegen. Diese Anschauung theilen sowohl Goltz, Landois und Kuss, wie auch später Dittel und Finger. Ja gerade Ersterer hat aus der klinischen Beobachtung, dass Fremdkörper und Tumoren der Blase so lange keinen Harndrang hervorrufen, als sie nicht in das Lumen der Harnröhre hineinragen, den Nachweis führen wollen, dass in der That der prostatistische Theil der Urethra der typische Ort für die Erregung des Harndranges sei. Finger suchte diese Anschauung auch noch durch die Beobachtung zu stützen, dass Patienten, die an einer Prostatitis oder einer Gonorrhoea posterior leiden, besonders von Harndrang gequält werden, oder gar, dass die Einführung einer Sonde oder eines Guyon'schen Katheters regelmässig dann Harndrang erzeugen, wenn das Instrument den prostatistischen Theil der Urethra berührt. Was nun die letzte Beweisführung anbetrifft, so giebt es eine ebenso grosse Reihe von Patienten, die bei der Einführung eines Instrumentes an der betreffenden Stelle nichts Besonderes verspüren, wie es andererseits wiederum eine Kategorie von Leuten giebt, die bei einer Instillation von *Argentum nitricum* in die Blase selbst weniger Empfindlichkeit und mitunter sogar überhaupt keine verspüren, als wenn das Medicament den prostatistischen Theil der Harnröhre getroffen hat, obwohl Bell anatomisch den Nachweis geliefert hat, dass der Anfangstheil der Urethra keinen grösseren Reichthum an nervösen Elementen aufweise, als die übrigen Partien der Blase. Es wird sich eben häufig das Ge-

fühl des Blasenschmerzes von dem des Harndranges gar nicht unterscheiden lassen, da wir annehmen müssen, dass die sensiblen Nerven der Blase nach der sehr richtigen Differenzirung nach Guyon sowohl durch Distension wie in normaler Weise, als auch durch Contact in anomaler Weise gereizt werden. Letzterer wird nun eben sowohl Blasenschmerz als auch Harndrang hervorrufen können und den Schmerz besonders leicht dann, wenn irgend ein Theil der Blase entzündet ist. Als was wir aber den Harndrang im gewöhnlichen Leben aufzufassen haben, das ist überhaupt erst in den letzten Jahren festgestellt worden. Nach den schönen Untersuchungen von Dubois und vor Allem von Genouville ist der Beweis erbracht, dass Harndrang Detrusorencontraction bedeutet. Die Verbindung eines in die Blase eingeführten Katheters mit einem Manometer hat von den verschiedensten Forschern ausgeführt, regelmässig beweisen können, dass mit dem Moment, wo der Harndrang auftrat, das Manometer rasch stieg, um beim Nachlassen des Dranges sofort zu fallen. Dass naturgemäss bei den verschiedenen Leuten der Harndrang ganz verschieden auftreten kann, ist von Mosso und Pellancani, Born, Dubois und Genouville zur Genüge bewiesen worden. Es kommt eben darauf an, welches die elastische Kraft der Blase an und für sich ist. Im Allgemeinen haben die Untersuchungen ergeben, dass sich bei dem normalen Menschen die Blase zu contrahiren beginnt, sobald sie etwa 250 g Inhalt birgt. Spritzt man dagegen von aussen Flüssigkeiten in die Blase, so beginnt bereits bei 150 g Inhalt der Detrusor darauf zu reagiren, d. h. es stellt sich bereits bei 150 g Harndrang ein. Hieraus geht aber auch hervor, dass *ceteris paribus* es nicht die absolute Menge des Blaseninhalts ist, die den Harndrang hervorruft, sondern dass die Tolerabilität der Blase hierbei das ausschlaggebende Moment ist.

Wenn wir nunmehr den Betrachtungen über die eigentliche Bedeutung der Bauchpresse für die Urinentleerung gefolgt sind und uns auch über das eigentliche Wesen des Harndranges zur Genüge orientirt haben, können wir jetzt zu der bereits oben angeregten Frage, wie wir uns die willkürliche Harnentleerung zu denken haben, zurückkehren. Das ganze Princip schien daran zu scheitern, dass, wie schon oben erwähnt, die Blase glatte

Musculatur besitzt, die wir willkürlich nicht in Thätigkeit setzen zu können glauben. Die Annahme, dass wirkliche Contraction der Bauchpresse uns gleichsam über diesen todten Punkt hinweghelfe, haben wir aus den oben geführten Beweisgründen gleichfalls fallen lassen müssen. Trotzdem bleibt die Thatsache der willkürlichen Harnentleerung unter allen Umständen bestehen, und wir sind zu der Anschauung gezwungen, dass auch die glatte Musculatur der Blase sich unserem Willen fügt. Ich weiss, dass ich damit den üblichen physiologischen Anschauungen absolut und zwar in den fundamentalsten Fragen widerspreche. Aber ich erinnere hierbei nur an die bereits in dem ersten Theile dieser Abhandlung erwähnten Versuche. Ich hatte die Blase durch den Katheter gefüllt, denselben sodann in den prostatistischen Theil der Urethra zurückgezogen. Die von mir Untersuchten konnten nun auf Aufforderung willkürlich den Urin entleeren und a tempo die Entleerung unterbrechen, obwohl sich die Dammusculatur nicht contrahiren konnte, da sie durch den Katheter an der Contraction verhindert war. Es blieb immer die interessante Erscheinung, dass die Leute im Stande waren, auf Commando den Urinstrahl zu unterbrechen. Einem etwaigen Einwande, dass die Blasenentleerung vielleicht deshalb hätte sistiren können, weil durch die um die Wand des Katheters erfolgte Contraction der Dammusculatur und des Sphincter externus das Auge des Katheters verschlossen worden sei, muss ich damit begegnen, dass ich dieselben Experimente auch mit Kathetern ausgeführt habe, deren einzige Oeffnung sich am Ende befand. Wie soll das Phänomen anders erklärt werden, als dass wir in der That lediglich durch unseren Willen den Sphincter internus zum Verschluss gebracht haben. Es hat keinen grossen Werth, dafür die Erklärung anzunehmen, dass durch die Contraction der Dammusculatur, die doch immerhin um den Katheter stattfand, gleichsam der Sphincter internus mit in Bewegung gesetzt worden sei. Es ist ja selbstverständlich, dass im gewöhnlichen Leben diese Muskelgruppen zusammenwirken; das würde sie aber trotzdem nicht hindern, unter Umständen, wie in unseren Versuchen, allein in Action zu treten. Ebenso interessant ist aber auch die auf Aufforderung von Neuem erfolgende Blasenentleerung. Auch hier findet mit einem Schlage

sowohl die Contraction des Detrusor als auch die Hemmung des Reflexschlusses des Sphincter internus statt. Da wir aus der obigen Darstellung zur Genüge die Ergebnisse der v. Zeissl'schen Versuche würdigen gelernt haben, die uns lehrten, dass sowohl in den N. erigentes, als auch in den N. hypogastricis gemischte Fasern verlaufen, erregende für den einen Theil der Blasenmusculatur und andererseits Fasern, deren Reizung das Nachlassen einer bestehenden Contraction zur Folge haben, so dürfte jetzt wohl die Thätigkeit der Blasenmusculatur und ihre directe Abhängigkeit von unserem Willensimpulse verständlicher sein.

Fassen wir nun die Resultate unserer Untersuchungen in einigen wenigen Sätzen zusammen, so betonen wir zunächst, dass die einzige wirkliche Kraft, die den Blasenverschluss bildet, in der Thätigkeit des Sphincter internus zu suchen ist, der sich von der Blase direct auf den Anfangstheil der Urethra fortsetzt. Beim Mann bildet dieser Muskel theilweise gleichzeitig die innere Fläche der Prostata. Diese selbst hat, da sie sich erst secundär aus der Harnröhrenwand entwickelt, mit dem Blasenverschluss an und für sich nichts zu thun, da sie ein specifisch drüsiges Organ repräsentirt. Vorübergehend können der Sphincter externus, dessen Bedeutung für diesen Zweck überhaupt nicht zu hoch anzuschlagen ist, und der Compressor urethrae den Blasenverschluss durch eigene Contraction noch mehr verstärken. Der Sphincterverschluss ist aber lediglich als reflectorischer Tonus aufzufassen, der durch den Reiz, den die Dehnung der Blasenwand durch den sich ansammelnden Harn auf die sensiblen Nerven der Blase ausübt, dauernd unterhalten wird. Beim Kinde ist im ersten Lebensjahre der Act der Urinentleerung ein reflectorischer. Beim Erwachsenen dagegen ist er entweder als ein reflectorisch-willkürlicher aufzufassen, oder aber er kann auch auf reiner Willkür beruhen. Ersteres will sagen, dass nur der Anfang des Actes der Harnentleerung ein reflectorischer Vorgang ist, die Fortsetzung desselben aber dem Willen unterworfen bleibt. Indem nemlich die sensiblen Nerven der Blase durch die sich ansammelnde Urinmenge gereizt werden, dringt dieser Reiz zunächst unbewusst nach dem Reflexcentrum im Lendenmark. Hier wird derselbe auf die motorischen Nerven der Blase

übertragen und es erfolgen die ersten reflectorischen Detrusorencontractionen, die uns vorläufig noch gar nicht zum Bewusstsein kommen. Wird dieser Reiz, den die sensiblen Nerven erfahren, jedoch grösser, so dass auch die Detrusorencontractionen heftiger werden, so geht derselbe über die Station des Centrum im Lendenmark hinaus und gelangt nach dem Gehirn, um dort das Gefühl des Harndrangs auszulösen, da wir oben zur Genüge betont haben, dass Harndrang verstärkte Detrusorencontraction bedeutet. Sobald wir dann Harndrang empfinden, schicken wir vom Hirn aus eine Erregung nach dem im Lendenmark gelegenen Centrum für den Blasenschluss, wodurch die von demselben Centrum reflectorisch ausgelöste Sphinctercontraction gehemmt wird. Der Sphincter erschlafft nunmehr und der Urin kann ausfliessen. Von jetzt an kann auch die Bauchpresse in Action treten und bewirken, dass der Urin möglichst schnell entleert wird. Sind wir dagegen aus äusseren Gründen gezwungen, die Harnentleerung zu verhindern, so muss die schon bestehende reflectorische Sphinctercontraction noch verstärkt werden. Dies geschieht, indem wir den nach Maassgabe der sensiblen Erregung seitens der Blasenwandsich verstärkenden, reflectorischen Sphincterverschluss nicht willkürlich inhibiren. Gleichzeitig contrahiren wir auch die gesammte Dammusculatur und den Sphincter externus, um die Verschlusskraft des Sphincter internus zu erhöhen.

Ebenso kann aber auch die Urinentleerung eine rein willkürliche sein, indem, ohne dass wir die Empfindung des Harndrangs zu verspüren brauchen, unser Wille allein ausreicht, um von den Centren der Hirnrinde aus, jene oben beschriebene Reflexhemmung in Scene zu setzen. Der Wille setzt eben da ein, wo im gewöhnlichen Leben die Detrusorencontractionen als Harndrang empfunden werden.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Professor I. Munk für die liebenswürdige Unterstützung bei dieser Arbeit, für die vielfache Anregung, die ich erfahren, sowie auch Herrn Privatdocenten Dr. René du Bois-Reymond, Abtheilungsassistenten am physiologischen Institut, für die freundliche Hülfe bei der Anordnung der physikalischen Versuche meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

## L i t e r a t u r .

- Barkow, Untersuchungen über die Harnblase des Menschen. Breslau 1858.
- Bechterew und Mieslawski, Hirncentren für die Bewegung der Blase. Neurolog. Centralbl. 7.
- Bochefontaine, Archiv. de phys. normal et pathol. 1876.
- Born, Zur Kritik über den gegenwärtigen Stand der Frage über die Blasenfunction. Deutsche Zeitschr. für Chirurgie. Bd. 25.
- Budge, Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase. Zeitschr. für rationelle Med. 1864.
- Budge, Zur Physiologie des Blasenschliessmuskels. Pflüger's Archiv. 1872.
- Budge, Ueber das Centrum genito-spinale. Dieses Archiv. Bd. 15.
- Cadiat, Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1877.
- Courtade et J. F. Guyon, Contribution à l'étude de l'innervation motrice de la vessie. Archive de la physiologie. 1896.
- Dubois, Ueber den Druck in der Blase. Inaug.-Dissert. Bern 1876.
- v. Dittel, Ueber Enuresis. Wiener med. Lehrbuch. 1872.
- Eckard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen. Bd. III, IV, VII.
- English, Atrophie der Prostata. Wiener med. Blätter. 1891.
- Finger, Die Blennorrhoe der Sexualorgane und ihre Complicationen. 1893.
- Finger, Ueber den Mechanismus des Blasenverschlusses, der Harnentleerung und der physiologischen Aufgaben der Prostata. Allg. Wiener med. Zeitschr. 1893.
- Falk, Beiträge zur Physiologie der Blase. Pflüger's Archiv. Bd. XIX.
- Fellner, Die Bewegungs- und Hemmungsnerven des Rectums. Med. Lehrb. der K. K. Gesellschaft der Aerzte. Wien 1883.
- Fellner, Dasselbe. Pflüger's Archiv. 1894.
- Fürbringer, Die inneren Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane.
- Genouville, Du rôle de la contractilité vesicale dans la miction normale. Archive de la physiologie. 1894.
- Gianuzzi, Journal de la physiologie. 1863.
- Goldscheider, Die Rückenmarkskrankheiten. Deutsche med. Wochenschr. 1894.
- Goltz und J. R. Ewald, Der Hund mit verkürztem Rückenmark.
- Griffith, Observations on the urinary bladder and urethra. Journal of anatomy and physiology. Vol. XXIII, XXV, XXIX.
- Guyon, Physiologie de la vessie. Gazette hebdom. de médecine et chirurgie. Paris 1884.
- Guyon, Sensibilité de la vessie à l'état normal et pathologique. Annales génitales urinaires. 1887.
- Guyon, Die Krankheiten der Harnwege. Uebersetzt von Kraus und Zuckerkandl. 1897.
- Goltz, Ueber die Function des Lendenmarks des Hundes. Pflüger's Archiv. Bd. VIII.

- Heidenhain und Colberg, Versuche über den Tonus des Blasenschliessmuskels. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1858.
- Holl, Reichert's und Dubois Reymond's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1881.
- Jadassohn und Dreyssel, Urologische Beiträge. Archiv für Dermatologie und Syphilis. Bd. 34. Heft 3.
- Klinisches Handbuch der Harn- und Sexualorgane von Zuelzer. Abth. I. Kohlrausch, Anatomie der Beckenorgane.
- Jurie, Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Verrichtung der Blase und Harnröhre. Med. Lehrbuch. 1873.
- Kölliker, Ueber die feinere Anatomie und die physiologische Bedeutung des Sympathicus. Wiener med. Wochenschr. 1894.
- Kupressow, Zur Physiologie des Blasenschliessmuskels. Pflüger's Archiv. 1872.
- Langer, Zur Topographie der männlichen Beckenorgane. Med. Lehrb. Wien 1862.
- Langley, Journal of Physiology. Vol. 12. 1890.
- Langley und Anderson, The innervation of the pelvis and adjoining viscera. Forster's Journal of Physiology. 1896.
- Le Gross Clark, Some remarks of the anatomy and physiology of the urinary bladder. Journal of Anatomy and Physiology. 1883.
- Lesshaft, Ueber einige die Urethra umgebenden Muskeln und Fasern. Reichert's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1873.
- v. Leyden und Goldscheider, Die Erkrankungen des Rückenmarks und der Med. oblongata. 1895.
- Maier, R., Die Ganglien in den harnabführenden Wegen des Menschen und einiger Thiere. Dieses Archiv. Bd. 85.
- Mosso und Pellancani, Virchow-Hirsch. 1882.
- Müller's Handbuch der Neurasthenie. 1853.
- Munk, I., Lehrbuch der Physiologie. 1897. 4. Aufl. S. 368.
- Nawrocki und Skabitschewski, Die motorischen Nerven der Blase. Pflüger's Archiv. Bd. XLVIII.
- Nussbaum, Innervation des Detrusors. Jahresbericht von Hoffmann und Schwalbe. 1879.
- Oudemans, Die Sexualdrüsen der Säugethiere. Harlem 1895.
- Paulet, Journal de l'anatomie et physiologie. 1877.
- Pilliet, Essai sur la texture du ventile vesicale. Journal de l'anatomie. T. XXIX.
- Posner, Diagnostik der Harnkrankheiten. 1894.
- de Reynier, Einige Bemerkungen über 17 Fälle von Wirbelfractura. Inaug.-Dissert. Bern 1885.
- Riedtmann, Ueber Enuresis. Centralblatt für die Krankheiten der Harn- und Sexualorgane. 1894.
- Rosenplänter, Beiträge zur Frage des Sphincterentonus. Petersb. med. Zeitschr. 1867.

- Sarbo, Beiträge zur Localisation der Centren für Blase, Mastdarm und Erection. Archiv für Psychiatrie. 1825.
- Sauer, Durch welchen Mechanismus wird der Schluss der Harnblase versorgt. Reichert's Archiv. 1861.
- Schwarz, Zur Aetiologie der Ischurie im Wochenbett. Zeitschr. für Geburtshülfe und Gynäkologie. Bd. II.
- Sherrington, Journal of Physiology. Vol. XIII.
- Sokowin, Pflüger's Archiv. 1874.
- Sokowin, Jahresbericht von Hoffmann und Schwalbe. 1877.
- Tschaussow, Reichert's Archiv. 1883.
- Uffelman, Zur Anatomie der Harnröhre. Zeitschr. für rat. Medicin. 1863.
- Ultzmann, Zur Therapie der Enuresis im Kindesalter. Centralblatt für Kinderheilkunde. 1872.
- M. v. Zeissl, Die Innervation der Blase. Pflüger's Archiv. 1894.
- M. v. Zeissl, Die entnervte Blase. Wiener klin. Wochenschr. 1896.
- Wagner, Ueber die ausdrückbare Blase. Wiener klin. Wochenschr. 1882.
- Zucker кандl, Urethra. Eulenburg's Encyclopädie. 1887.

---

## VIII.

### Weiteres zur Lehre vom Pneumothorax.

(Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Breslau.)

Von Dr. Sackur.

---

Meine Arbeit „Zur Lehre vom Pneumothorax“<sup>1)</sup>, zu welcher ich heute einen kleinen Nachtrag bringe, ist im 145. Bande dieses Archivs durch Aron<sup>2)</sup> einer kritischen Besprechung unterzogen worden, die mich nöthigt, zunächst eine kurze Richtigstellung der Aron'schen Ausführungen zu geben, um nicht beim Leser ein unrichtiges Bild von meiner Arbeit aufkommen zu lassen.

Ich hatte untersucht, auf welchem Wege die Dyspnoe beim Pneumothorax zu Stande kommt. Es gab hier 3 Möglichkeiten:

1) Die Dyspnoe hätte auf nervösem Wege entstehen können; denn da die Lunge stark collabirt, so müssen die Vagusendi-

<sup>1)</sup> Zeitschr. für klin. Med. Bd. XXIX. Heft 1 und 2.

<sup>2)</sup> Experimentelle Studien über den Pneumothorax.