(Aus dem physiologischen Institut der kgl. Universität in Siena.)

Die Harnblase als Expulsivorgan. Die glatte Muskelfaser.

Von

Prof. **B. Bocci.**

(Übersetzt von Dr. **Ph. Verderame**, Universitäts-Augenklinik in Turin.)

(Mit 6 Textfiguren.)

I. Allgemeine Betrachtungen.

Eine neue Studie über die Harnblase als Ausscheidungsorgan von Flüssigkeit wird demjenigen nicht als unnützes Beginnen erscheinen, der sich mit der einschlägigen Literatur vertraut gemacht und sich überzeugt hat, dass ungleiche und nicht selten sich widersprechende Resultate dieses wichtige Kapitel aus der Physiologie noch unsicher, und daher mit Schwierigkeiten besät, gestalten.

Wenn man auch mit lobenswertem Eifer sowohl in der absteigenden als auch in der aufsteigenden Tierreihe nach Organen und Organteilen mit glatter Muskelfaser gesucht hat, die auf Reize hin mit auf graphischem Wege leicht zu messenden Kontraktionen zu reagieren vermögen, so muss man sich doch eingestehen, dass die Wahl des Organs nicht immer die glücklichste war und dass die Vereinfachung auf dem Wege der Vivisektion sehr oft auf die äusserste Grenze gebracht worden ist.

Zieht man z. B. in Betracht, dass der Säugetierösophagus auch quergestreifte Muskelfasern aufweist, so sieht man gleich ein, dass die Wahl desselben als Versuchsmaterial weder nützlich noch geeignet sein kann, um die an und für sich schon komplizierten Fragen über die Funktion der glatten Muskelfasern zu studieren und zu entscheiden; die blosse Überlegung, dass jedwedes hohle Organ mit zwei natürlichen Öffnungen die Ligatur oder den Verschluss einer

derselben mittelst eines aufblähbaren elastischen Ballons erheischt, genügt schon, um gleich klar zu machen, dass es nicht gerade ratsam sei, den Magen einer Maus, eines Meerschweinchens, eines Kaninchens, eines Hundes oder einer Katze einer solchen Prozedur zu unterziehen. Ginge man dann so weit, den Parallelismus der glatten, nach einer einzigen Richtung verlaufenden Muskelfasern des *Musc. retractor penis* des Hundes zu vergessen, um dieses vortreffliche Präparat mit einem longitudinalen Ösophagusstreifen oder einem transversalen Streifen Froschmagen zu ersetzen, in dem Glauben, im ersteren Falle die residualen inneren Zirkulärfasern und in dem zweiten die äusseren longitudinalen Fasern vernachlässigen zu dürfen, so bildete dies ein eitles und unstatthaftes Beginnen, da dies durch keinen strengen histologischen Befund gestützt wird.

Denn wenn auch letzterer erlaubt, anzunehmen, dass die longitudinale Schicht der glatten Fasern in den mittleren Portionen des Froschmagens sich sehr stark verdünnt, so scheint er doch nicht die Meinung derjenigen zu bekräftigen, welche die grosse Spärlichkeit solcher Fasern mit deren völligem Fehlen identifizieren; wenn man ausserdem ein solches Präparat mit Hilfe von Tusche mit schwarzen Streifen versieht und mikroskopisch untersucht (Basler), so wird es sich auf einen elektrischen Reiz hin im Sinne seiner grösseren Länge nicht nur verkürzen und verlängern, sondern auch bald nach der einen, bald nach der anderen Seite drehen¹⁾: es beweist dies, dass der Parallelismus der Zirkulärfasern in einem Streifen von nach Schultz²⁾ präpariertem Froschmagen weit davon entfernt ist, vollkommen zu sein.

Wenn ich nun heute die experimentelle Behandlung der Funktion der Harnblase wieder aufnehme, so werde ich dazu durch verschiedene Gründe bewogen, welche die Technik betreffen, ferner durch Fragen, die noch nicht gestellt wurden, und Fragen, die man als noch nicht gelöst betrachten kann.

Bei solchen Untersuchungen ist es nicht immer bequem und nützlich, sich des Hundes oder der Katze zu bedienen; die tiefe Narkose, die man oft nicht umgehen kann, verhindert, dass die zu-

1) P. Grützner, Die glatten Muskeln. *Ergebn. d. Physiol.* Jahrg. 3 Abt. 2. Biophysik und Psychophysik S. 32.

2) P. Schultz, Zur Physiologie der längsgestreiften (glatten) Muskeln der Wirbeltiere. *Arch. f. Physiol.* 1903 Supplbd. S. 3—4.

führenden Impulse sich in echte und eigentliche Sensationen umwandeln; daraus ergibt sich der schwerwiegende Nachteil, die reflexwillkürliche Harnblasenkontraktion mit der exquisit reflexen nicht vergleichen zu können.

Die mit einer Bürette bewerkstelligte Einführung von Flüssigkeit in die Harnblase, die dann so leicht ausgestossen wird, zwingt zu einer zweimaligen Ablesung, die schon für sich allein die Aufmerksamkeit des Untersuchers beansprucht.

Die Hebung und die Senkung der Bürette zur manometrischen Ablesung, die auf einer vertikalen Metereinteilung geschieht, bedingen für den Beobachter weitere wichtige Erhebungen; die gebühlich überwachte Narkose; die Anlegung der Schreibhebel an das Kymographion, die Öffnung und Schliessung des elektrischen Stromes für die Reizung komplizieren die Untersuchungen derartig, dass man Assistenten und Laboratoriumsdiener hinzuziehen muss unter augenscheinlicher Benachteiligung der sonstigen Institutsarbeiten. Dies erklärt, warum die Untersucher das Studium der Harnblase *in situ* als Austreibungsorgan für Flüssigkeiten fast gänzlich verlassen und sich hauptsächlich auf das Studium des entleerten und sorgsam isolierten Organs verlegt haben.

Konnte man dem nicht abhelfen? Dies suchte ich zu erreichen, indem ich die Bürette für die Einführung der Flüssigkeit in die Harnblase und deren relative Entfernung beibehielt und für die graphische Aufzeichnung der Kontraktionen, statt des Plethysphygmographen nach Mosso, mich des Metallmanometers Marey's bediente. Ein dreifach durchbohrter Hahn, welcher zunächst mit der Bürette und mit dem Manometer bei Ausschluss der Harnblase in Verbindung steht, erlaubte die Ablesung der manometrischen Druckwerte; derselbe Hahn, der im weiteren Verlauf mit der Bürette und mit der Harnblase (bei Ausschluss des Manometers) in Kommunikation gesetzt wurde, gestattete die bequeme Ablesung der in das Organ gelangten Flüssigkeitsmengen; der gleiche Hahn bot endlich bei dreifacher Kommunikation Gelegenheit, nachzusehen, ob der ursprüngliche Druck stationär blieb (komplete elastische Reaktion) oder vermindert (inkomplete elastische Reaktion) oder endlich vermehrt (hinzugekommene und aufgeschriebene Kontraktion).

Die Harnblase lässt sich jedoch in ihrer kontraktilen Funktion nicht nur durch Volumsvermehrungen, sondern auch durch geringste Druckunterschiede beeinflussen; wer sich auf die Hebung der Bürette

verlässt, bewirkt relativ grosse und unregelmässige, ruckweise Druckschwankungen. Eine im peripheren Verlauf der zwischen dem Hahn und den benützten Apparaten gelegenen Gummischläuche angebrachte Klemmschraube gestattete eine sehr feine Einstellung der Pression im ganzen System.

Die nicht gestellten Fragen waren vielfache; ich werde auf die hauptsächlichsten von ihnen hinweisen:

Welches war die Elastizität der exstirpierten Harnblase bei Verlust ihrer Kontraktionsfähigkeit? Welches die Elastizität der exstirpierten, noch elastisch-kontraktilen Harnblase? Welches diejenige der lebenden, durch zirkulierendes Blut versorgte Harnblase? Es ist behauptet worden, dass die Elastizität der letzteren so gross sei, dass zu einer gewissen Zeit Drucke und Volumina in arithmetischer Progression zunehmen. Dies trifft jedoch nicht zu: In einer Phase einfachen Auseinanderfaltens der schlaffen Wandungen ist die Elastizität fast Null; in einer zweiten Phase ist sie dagegen bedeutend, ohne dass Drucke und Volumina wirklich in arithmetischer Progression zunehmen; in einer dritten Phase ist sie unregelmässig, da es unter dem Einfluss des Versuches zu einer Transudation und Filtration aus den Blasenwandungen kommt. Bei der Harnblase gibt es keine Überdehnungsphase mit kontinuierlicher Flüssigkeitsansaugung, wie sie in den elastischen, stark ausdehnbaren und dünnen Gummiblasen leicht zur Beobachtung kommen kann.

Soll man vom physiologischen Standpunkt aus beim Meer-schweinchen einen inneren Harnblasensphinkter annehmen? Wie unterscheiden sich die leichten rhythmischen Tonusschwankungen der Harnblase von den echten, schwachen Kontraktionen? War die Unterscheidung technisch möglich und physiologisch erklärbar?

Mosso und Pellacani¹⁾ erhielten bei der Hundeharnblase ganz kurze, 6—7 Sek. andauernde, sowie lange (30—40 Sek.) und ganz lange (70—80 Sek.) Kontraktionen. War es nicht gerechtfertigt und sogar notwendig, nach den Gründen für ein derartiges verschiedenes Verhalten zu suchen? Welcher Art waren vergleichsweise die Wirkungen des Sondierens mit dem Katheter oder mit der Kanüle an der Harnblasenmündung, in der muskulösen Urethra und ausserhalb dieser letzteren?

Da bis anhin niemand genaue graphische Darstellungen für die

1) A. Mosso et P. Pellacani, Sur les fonctions de la vessie. Arch. ital. de Biol. t. 1 p. 97—127, 291—323. 1882.

einfach reflexen Harnblasenkontraktionen im Vergleich mit den willkürlich-reflexen gegeben hatte, war es möglich, beide nach Belieben zu erzeugen, unter Erkennung des sie verursachenden, noch unbekannten Mechanismus?

Wenn ja, welches ist die Erklärung für das Harnblasenmyogramm in dem einen und in dem anderen Fall? Wie musste man die Harnblasenretention, die willkürlich-reflexe und die reflexe Miktion erklären? Falls der graphisch-manometrische Apparat Marey's, und dies zum erstenmal, eine so ergiebige Bewertung der Harnblasenmyogramme gestattet hatte, war dies nicht der beste Beweis dafür, dass der Plethysphygmograph von Mosso wegen seiner grossen Langsamkeit einzig für das Studium der absoluten Volumwerte reserviert werden sollte, wofür er ja auch eigentlich erdacht worden war?

Unter Benützung der abmessbaren, von Bernard¹⁾ so genau beschriebenen Wirkungen der Curarevergiftung beim Hunde konnten Mosso und Pellacani²⁾ ohne Bedenken behaupten, dass „la vessie est un esthésiomètre plus sûr que la pression sanguine, et pas inférieur à l'iris même“.

Ich habe dagegen gefunden, dass die Harnblase des Meerschweinchens unter mässiger Ausdehnung und Pression von seiten der Flüssigkeit, die sie austreibt und aus den Apparaten zugeführt erhält, zu regelmässigen, oft auch rhythmischen Aufzeichnungen Veranlassung gibt, die fast unbeeinflusst bleiben von der zeitlichen Kompression der Trachea, von der Reizung durch die Nerven des Zwerchfells, der Muskeln und der Hautsensibilität sowie von der Karotisligatur. Auch nicht in der durch kleine Curaredosen³⁾ vermehrten Erregbarkeitsperiode habe ich mit einiger Sicherheit Kontraktionen (graphisch registrierbare, also nicht durch einfache Organinspektion festgestellte) bemerken können, sei es, dass ich sie durch Zurufen bewirken wollte, sei es durch Lärm, sei es mit einem leisen Fingerschlag auf den Tisch, sei es durch streichelnde Berührung irgendeiner Körperpartie des Tieres: also durch lauter Mittel, deren sich Mosso mit unfehlbarem Erfolg bedient hatte.

1) Cl. Bernard, *Leçons sur la chaleur animale* p. 302. Baillière, Paris 1876.

2) A. Mosso et P. Pellacani, *Sur les fonctions de la vessie*. Arch. ital. de Biol. lib. 1 p. 116—117. 1882.

3) Cl. Bernard, l. c. p. 230—231.

Diese Tatsache scheint mir vollkommen natürlich; denn falls die Harnblase auf die unschädlichsten und flüchtigsten physischen und psychischen Reize hin energisch reagieren müsste, so wären Mensch und Tiere durch die fast ununterbrochenen und dringenden Anforderungen eines so undisziplinierten Organs zu einem unerträglichen Sklaventum verurteilt.

II. Die Elastizität bei den Gummiblasen.

Trotzdem ich sorgfältige Nachforschungen darüber angestellt habe, ist es mir nicht gelungen, irgendeine Spur einer vergleichenden Studie über das Verhalten der Elastizität in muskulösen und elastischen, hohlen Organen einerseits und in bloss elastischen Blasen anderseits aufzufinden. Angenommen, es gelänge in den ersteren, wie es manchmal in letzteren einzutreten pflegt, wachsende elastische Reaktionen hervorzurufen in demselben oder fast demselben Grad, in welchem die Deformationen wegen des immer mehr zunehmenden Flüssigkeitsgehaltes zunehmen, wer hätte uns sagen können, wann und wie die Muskelkontraktion bei den ersteren vorübergehend oder stetig hinzutreten wäre und so die Erscheinungen komplizierter gestaltet hätte?

Es war wahrscheinlich, dass es für jedes Hohlorgan ein übertriebenes Nachlassen gäbe, währenddessen die eingeführte mässige Flüssigkeitsmenge eben noch die zusammengefallenen Wandungen zu entfalten vermöchte; in einem solchen Falle wäre die elastische Reaktion oder Pression fast oder ganz Null gewesen. Von diesem Momente an kämen für jede auch noch so kleine Volumzunahme die Ausdehnung und dadurch auch die elastische Reaktion in Betracht; aber hätten dann die Volumina und die Drucke in arithmetischer Progression zugenommen? Parallel dazu, wie hätte sich die Muskelkontraktion erhalten? Welches war für ein gegebenes Hohlorgan die nötige Flüssigkeitsmenge, um die Elastizitätsgrenze zu überwinden? Und kam es nach deren Erreichung zu einer mit Imbibition und Transsudation aus den Wandungen verbundenen Überdehnung?

In einer neueren, im hiesigen Laboratorium ausgeführten Doktoratsthese hatte Buresti¹⁾ in allmählich immer stärker ge-

1) A. Buresti, La funzione del tessuto muscolare liseio negli organi cavi in rapporto con la loro distensione. Tip. Lazzeri, Siena 1907. (B. Bocci Lavori del Labor. di Fisiol. 1904—1909.)

Fig. 1.

dehnten Harnblasen vom Meer-schweinchen auf einen elektrischen Reiz hin stärkere Zusammenziehungen erzielt. Als Beleg dafür dient die Fig. 1 (photographisch ungefähr auf ein Drittel der natürlichen Grösse verkleinert): sie zeigt die Zeiteinteilung in Sekunden und in *cc* auf der Abszisse die Reizungen mit dem Induktionsstrom; *x*, *x'*, *x'''* usw. bezeichnen die mit zunehmender Einführung lauwarmer Wassers, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ccm, immer stärkeren Harnblasenkontraktionen.

Ähnliche Resultate waren schon von Sokoloff und Luchsinger¹⁾ in den Urethern erzielt worden. Beobachtungen wie diejenigen von Straub²⁾, der durch nachfolgende Überdehnungen der Muskulatur des Regenwurmes superponierte Kontraktionen beobachten konnte, werden in der Arbeit Buresti's nicht erwähnt.

Auf jeden Fall genügen diese Tatsachen sowie die vorhergehenden Betrachtungen

1) O. Sokoloff u. B. Luchsinger, Zur Physiologie der Ureteren. Pflüger's Arch. Bd. 26 S. 464 ff.

2) W. Straub, Zur Muskelphysiologie des Regenwurms. Pflüger's Arch. Bd. 79 S. 389.

zum Beweis dafür, dass es notwendig ist, vergleichende Untersuchungen über die eigentliche elastische und die elastisch-kontraktile Funktion vorzunehmen, und gerade mit ihnen wollen wir beginnen.

Die Fig. 2 zeigt auf der Ebene *p* eine dreiwegige, mit einem Hahn versehene Röhre; der Ast *a* steht in Verbindung mit einer Mohr'schen Bürette, die in Zehntelkubikzentimeter geteilt ist. Der

Fig. 2.

gegenüberliegende Ast *b* steht in Verbindung mit dem metallischen Quecksilbermanometer von Marey¹⁾; der Ast *c* endlich kommuniziert mittelst einer feinen Kanüle mit einem elastischen Gummiballon (Ballonbehälter eines Kondoms). Das zur Verbindung der verschiedenen Teile dienende Kautschukrohr besitzt ungefähr 2 mm dicke, resistente Wände. Die besonders durch die dreiwegige Röhre gewährleistete gute Funktionierung des Versuchs kann nach vor-

1) E. J. Marey, La méthode graphique dans les sciences expérimentales p. 604—609. Masson, Paris 1878.

heriger Nivellierung zwischen Manometer und Ebene p sowie nach Füllung des ganzen Systems mit Wasser durch besondere Versuche dargetan werden.

Man bringe den Hahn in die Stellung (1) (Verbindung zwischen Bürette, Blase und Manometer) und suche den Nullpunkt des Druckes. Nun drehe man den Hahn in der Weise, dass der Ballon ausgeschaltet wird (T) und bringe den Manometerdruck auf 10 mm. Es ist klar, dass das Wasser in den Ballon eindringen muss, wenn die Verbindung zwischen ihm und dem Manometer (—) und dann zwischen ihm und der Bürette (—) hergestellt wird. Die durch die Flüssigkeit bewirkte Ausdehnung wird die elastische Reaktion und dadurch ein Steigen des Manometerstandes (1) zur Folge haben.

Man gehe, wie vorhin, auf den Druck 0 zurück und dann auf den Druck 10 mm, durch Ausschaltung der Blase. Es leuchtet ein, dass, wenn man den Hahn in der Weise dreht, dass eine Verbindung zwischen der Bürette und dem Gummiballon hergestellt wird, in diesen letzteren Flüssigkeit gelangen wird unter prompter oder langsamer Wiederherstellung des Niveaugleichgewichts in der Bürette. Im ersteren Falle wird der Manometerdruck gar keine oder kaum eine Veränderung erleiden, sofern man die dreifache Verbindung wiederherstellt; im zweiten Falle dagegen wird er eine Veränderung im Sinne der Abnahme erleiden, wodurch die Ablesung beschleunigt wird. Man muss auch bemerken, dass es nicht möglich ist, die letztere stabil zu gestalten, sooft der Gummiballon nach überwundener Elastizitätsgrenze sich weiteraufbläht, bis er endlich platzt.

Danach wird man die zusammenfassenden Resultate der Tab. I leicht verstehen können, aus welcher man eben entnehmen kann, dass die benützte elastische Gummiblase bereits beim Nulldruck durch das eingelassene Wasser leicht auseinandergefaltet wird und dass man ferner durch Senken der Bürette einen negativen Druck bewirken muss, um Wasser in dieselbe zu aspirieren und dessen Menge in zweiter Lesung zu berechnen (3 ccm). Die starke Einziehung und das Zusammenfallen der Blasenwandungen geben den Augenblick an, wo man die oben erwähnte Senkung aussetzen muss. Man kann ausserdem aus der Tabelle entnehmen, dass die Volumina des in die Blase eintretenden Wassers, bei Berücksichtigung einer schwer durchzuführenden gleichmässigen Ablesung der Drucke, wie diese letzteren in arithmetischer Progression zunehmen; dass man

ferner die Elastizität der Blase als vollkommen annehmen kann und dass endlich, in Betracht der Resistenz ihrer Wandungen, der Höhe der Flüssigkeitssäule in der Bürette und der Grenze ihrer Hebung, es nicht möglich ist, die sogenannte Elastizitätsgrenze zu überschreiten.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man eine viel dehnbarere und dünnere Gummiblase benützt; ein Blick auf die Tab. II überzeugt uns sogleich davon. Vor allem, sei es, dass die Drucke um je 5 oder um je 10 ccm zunehmen, muss man mit den Versuchen aufhören, sobald der Druck eine gewisse Höhe erreicht hat, indem dann die Blase sich weiteraufbläht. Diese Phase wird durch den Eintritt einer bedeutenden Wassermenge (16,8—15,1 ccm) charakterisiert. Es folgt daraus, dass bei fortgesetztem Sinken des Wassers in der Bürette sich die Ablesung auf das unendliche fortsetzt. Die erhobenen Ablesungen von 16,8—15,1 ccm und die relativen Drucke sind daher sehr weit davon entfernt, strenge zu sein; auch ist es nicht möglich, eine arithmetische Progression der Volumina durchzuführen.

Tabelle I.

Resistente, elastische Gummiblase.

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Gummiblase	Bemerkungen
Nivellierung und Füllung des ganzen Systems mit Wasser. Hahn in dreifacher Kommunikation und Aufsuchung des Nulldruckes.	0	47,6	?	Angewandte Zeit für jede zweimalige Ablesung (Manometer, Bürette) = 1 Min.
Verbindung zwischen Bürette und Gummiblase; Entleerung der Gummiblase	negat.	44,6	—	Temperatur des Wassers 12° C. Unveränderlichkeit der Drucke in den ausgeführten Kontrollversuchen durch Wiederherstellung der dreifachen Kommunikation zwischen dem einen und dem anderen Sinken des Wassers in der Gummiblase.
Wiederherstellung der dreifachen Kommunikation und des Nullpunktes. .	0	47,6	3,0	
Verbindung zwischen Bürette und Manometer. .	5	48,0	—	
Verbindung zwischen Bürette und Gummiblase .	—	48,1	0,1	
	10	48,5	—	
	—	48,55	0,05	
	15	48,9	—	
	—	49,0	0,1	

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Gummi- blase	Bemerkungen
	20	49,4	—	
	—	49,5	0,1	
	25	49,9	—	
	—	49,95	0,05	
	30	50,4	—	
	—	50,5	0,1	
	35	50,95	—	
	—	51,0	0,05	
	40	54,05	—	
	—	54,15	0,1	
Wiederherstellung der drei- fachen Kommunikation und des Nulldruckes . .	0	48,1	—	Bei der Handhabung des Hahns ist etwas Wasser abgeflossen.
Verbindung zwischen Bü- rette und Manometer . .	10	48,8	—	
Verbindung zwischen Bü- rette und Gummiblase .	—	49,0	0,2	
	20	49,7	—	
	—	49,9	0,2	
	30	50,6	—	
	—	50,8	0,2	
	40	51,6	—	
	—	51,8	0,2	

Tabelle II.

Sehr stark dehnbare, elastische Gummiblase.

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Gummi- blase	Bemerkungen
Nivellierung und Füllung des ganzen Systems mit Wasser. Hahn in drei- fachen Kommunikation und Aufsuchung des Null- druckes.	0	54,9	?	Wassertemperatur 12° C.
Kommunikation zwischen Bürette und Gummiblase; Entleerung der Gummi- blase	negat.	51,9	—	
Wiederherstellung der drei- fachen Verbindung und des Nulldruckes	0	54,9	3,0	
Kommunikation zwischen Bürette und Manometer	5	55,3	—	
Kommunikation zwischen Bürette und Gummiblase	—	55,6	0,3	

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Gummi- blase	Bemerkungen
	10	56,0	—	
	—	56,4	0,4	
	15	56,9	—	
	—	57,4	0,5	
	20	57,8	—	
	—	58,7	0,9	
	25	59,1	—	
	—	61,2	2,1	
	30	61,6	—	
	—	78,4	16,8	
Aufsuchung des Nulldruckes	0	55,7	—	Beschleunigte Ablesung; be- deutende Druckabnahme (dreifache Kommunika- tion).
Verbindung zwischen Bü- rette und Manometer. .	10	56,3	—	
Verbindung zwischen Bü- rette und Gummiblase .	—	57,2	0,9	
	20	57,9	—	
	—	59,3	1,4	
	30	60,1	—	
	—	75,2	15,1	Beschleunigte Ablesung; be- deutende Druckabnahme (dreifache Kommunika- tion).

Dem konstanten Unterschiede von 5 oder 10 in den beiden Druckserien entsprechen in beiden Fällen veränderliche Volumunterschiede.

Wir übergehen viele andere Resultate, da sie zu diesen oder jenen gehören, die unmittelbar vorhergehen (Tab. I). Zusammenfassend muss man beim Studium der Elastizität solcher Gummiblasen folgende Phasen unterscheiden:

Phase der Auseinanderfaltung, bei welcher die zusammengefallenen Wände durch das bald in grösserer, bald in geringerer Menge eindringende Wasser auseinandergefaltet werden. Sie entspricht dem manometrischen Nullpunkte.

Phase der Distension und der elastischen Reaktion. Wenn der Eintritt der letzteren genau von demjenigen jener abhängt, nehmen Drucke und Volumina in arithmetischer Reihe zu; nach der in relativ kurzer Zeit (in ungefähr 1 Minute) vorgenommenen Ablesung am Manometer und darauf in der Bürette ändert sich das Manometerniveau nicht, sofern man durch eine geeignete Drehung des Hahnes die dreifache Verbindung herstellt. Der untersuchte Körper (die Gummiblase in der Tab. I) ist im wahren Sinne des

Wortes elastisch. Wenn dagegen das Verhalten der elastischen Reaktion nicht genau von der wegen der enthaltenen Flüssigkeit eintretenden Deformation (Distension) abhängt, dann gelingt es nicht, mit den erhaltenen Volumina eine Zahlenreihe zusammenzustellen, welche einen konstanten Unterschied zwischen den einzelnen Zahlen und der vorhergehenden aufweist: wenn man die Ablesung zuerst am Manometer und nachher an der Bürette vornimmt, erleidet das Manometerniveau keine Veränderung oder bloss dann, wenn man durch Drehung des Hahns die dreifache Kommunikation herstellt. Es tritt keine Veränderung ein, wenn die genaue Ablesung an der Bürette in einer relativ kurzen Zeit möglich war; wenn man jedoch die Ablesung wegen des wenn auch geringen, aber doch fortwährenden Sinkens der Flüssigkeit verlängern musste und gleichwohl eine Ausrechnung der Kubikzentimeter vorzunehmen hatte, dann sinkt das Manometer, wenn man durch Drehung des Hahns die dreifache Verbindung herstellt. Der untersuchte Körper (die Blase in der Tab. II) ist unvollständig elastisch.

Phase der Überdehnung. Es handelt sich dabei um die Übertreibung des letzten Phänomens; und in der Tat wird sie von einer sehr verlängerten Ablesung des Büetten- und Manometerniveaus begleitet.

Es muss bemerkt werden, dass die sehr stark dehnbaren und dünnen Gummiblasen leicht platzen.

III. Die Elastizität in exstirpierten Harnblasen.

Bei Anwendung der oben auseinandergesetzten Methode gelangt das Wasser jedesmal, wenn der Hahn von der zwischen Bürette und Manometer bestehenden doppelten Verbindung, durch welche ein positiver Druck erzeugt worden ist, in Verbindung mit der Bürette und der vorher entleerten Harnblase tritt, unfehlbar in die letztere ein, sofern der Katheter bis zum Harnblaseneingang vorgeschoben worden ist und passive oder aktive Zusammenziehungen des Organs es nicht teilweise oder gänzlich verhindern.

Die passiven Kontraktionen entstehen, wenn die volle Blase bei geschlossener oder ganz wenig offener Abdominalhöhle in situ gelassen wird; sie sind meist auf zu ausgiebige Bewegungen des Zwerchfells nach unten hin zurückzuführen, wodurch die Eingeweidemassen und die benachbarten Organe nach unten gedrängt werden. Die aktiven Kontraktionen sind auch in isolierten und exstirpierten

Blasen gut zu beobachten und sind unter dem Namen von Spontan-
kontraktionen bekannt.

Wenn es auch wahr ist, dass die tiefe Narkose (Chloroform, Äther, Chloral, Morphinum, intravenös injizierte Opiumtinktur) das Tier immobilisiert und zu einer gewissen Zeit die Atmungsbewegungen des Zwerchfells vermindert, so steht es anderseits auch fest, dass diese auch nicht nach Durchschneidung der Zwerchfellnerven gänzlich aufhören; die Lunge bewirkt nämlich durch ihre Auf- und Abblähung, dass das gelähmte Zwerchfell kleine Schwankungen ausführt, welche mit Hilfe eines kleinen Phrenographen auf einen Schreibhebel übertragen werden können. Die durch einen starken Induktionsstrom bewirkte gleichzeitige Reizung der peripheren

Fig. 3.

Stümpfe der durchschnittenen Nerven verändert und verstärkt jene kleinen Bewegungen. Die Fig. 3 zeigt dies: *ab* bedeutet die Zeit in Sekunden ausgedrückt; *cd* ist die Abszisse; *gf*, *fg* Atmungsschwankungen des nach Durchschneiden der Zwerchfellnerven gelähmten Zwerchfells; *ff* Reizwirkungen. Wenn man derartige kleine Bewegungen vernachlässigt, kann man annehmen, dass die Narkose einerseits und der Schnitt durch die Zwerchfellnerven anderseits in der Mehrzahl der Fälle jede passive Zusammenziehung der Harnblase unmöglich machen; dies ist jedoch nicht in allen Fällen so; denn, wie ich selbst habe beobachten können, die letzten Abschnitte des übermäßig gefüllten Darms und der Uterus bei vorgeschrittener Gravidität vermögen durch Austreibversuche die volle Blase zu beeinflussen, auch wenn die Zwerchfellnerven durchschnitten sind.

Die aktiven Zusammenziehungen der Harnblase kommen durch ihre glatten Muskelfasern zustande, die zu ihrem Bau beitragen; der Name *Detrusor* muss daher auf die gesamte Muskelwandung

ausgedehnt werden¹⁾. Wie kann man die elastische Wirkung der Harnblase für sich studieren, wenn man vorher nicht versucht, jene Zusammenziehungen zu verhindern? In dieser Hinsicht ist die Wirkung gewisser Gifte zweifelhaft und unvollständig; man hätte besser seine Zuflucht zur vitalen Ermüdung der Muskelfaser nehmen können, die sicher eintritt infolge unterbundener Blutzirkulation und Aussetzung der Luft bei niedriger Temperatur. Wenn man aber auf diese Weise die kontraktile Funktion in Frage stellt oder gänzlich unterdrückt, wer wird uns dann dafür bürgen, dass nicht gleichzeitig die elastische Funktion Schaden nimmt? Die Lösung der Frage musste in der Paralleluntersuchung isolierter, noch ausgezeichnet kontraktiler und isolierter, auch der geringsten Kontraktion unfähiger Harnblasen gesucht werden.

Man vergewissert sich dieser entgegengesetzten Bedingungen, indem man die aus dem grossen, die metallische Kammer des Marey'schen Manometers nach oben abschliessenden (Fig. 2) Pfropfen herauschauende Vertikalröhre mit einer Marey'schen Schreibkapsel in Verbindung setzt. Das vorher in die Kammer eingelassene Wasser setzt die inneren Deformationen der Aneroidkapsel in Schwankungen des Flüssigkeitsniveaus um.

Wenn sich jedoch der dreiwegige Hahn in der zur Einführung von Wasser in das Manometer und in die Harnblase geeigneten Stellung befindet, so ist es klar, dass diese Manipulation nicht gleichmässig gestaltet werden kann, solange zur Hebung der Bürette die ungleichmässige und immer verschiedene Bewegung der Hand benützt wird; wenn man in der Tat die Spitze, in welche der Hebel der oben erwähnten Schreibkapsel endigt, einer mit berustem Papier bedeckten rotierenden Trommel nähert, erhält man Kurven entsprechend jenen verschiedenen und unregelmässigen Bewegungen. Die Bürette wurde daher, dieses Mal gefüllt mit wenigen Kubikzentimetern Wassers, an ihrer Stütze stabil fixiert, sobald man den manometrischen Nullpunkt gefunden hatte. Man bewirkte die Druckzunahmen, indem man aus einem aufgesetzten Behälter, welcher mit geeignetem Hahn und mit einem in einer Glasspitze endigenden Gummirohr versehen war, Wasser in die Bürette einfliessen liess.

Fig. 4 zeigt zwei auf diese Weise mit Meerschweinchenharnblasen (♀) erhaltene Aufzeichnungen; man erkennt an ihnen oft den

1) G. Chiarugi, *Anatomia dell' uomo* lib. 2 fasc. 1 p. 415.

Zeitpunkt, in welchem das Einfließen des Wassers beginnt (+) und wo es aufhört (+). Die Zahlen 10, 20, 30, 40, 50 geben in Hg-Millimetern die Anfangsdrucke an vor jeglichen Einfließen von Wasser. Man darf wohl behaupten, dass die Linien mit grosser Regelmässigkeit und ohne brüske Variationen emporsteigen, ein Beweis dafür, dass die Blasen jede Befähigung zur Kontraktion durch einfache Distension verloren hatten. In der Annahme, dass die stetig zunehmenden Drucke der Muskelreaktion hinderlich sein könnten, unterbrach man sie in anderen Versuchen von Zeit zu Zeit, jedoch immer mit negativem Resultat. Die beiden Harnblasen blähten sich gleich nach der Exstirpation etwas mit Wasser auf, das durch die mit Pean's abgeschlossenen Urethralöffnungen eingelassen wurde, und man liess sie während 36 Stunden der umgebenden Luft ausgesetzt (Temperatur während des Tages 12° C., während der Nacht unter 6° C.).

Es genügt eine aufmerksame Beobachtung der Tab. III und IV, um aus ihr zu entnehmen, dass bei Nulldruck beide Blasen sich unter Wasseraufnahme auseinanderfalten, dass ferner den Druckzunahmen von je fünf auch verschiedene Volumina entsprechen, dass die zwei charakteristischen Phasen ersichtlich sind (Phase der Auseinanderfaltung, der Ausdehnung und der elastischen Reaktion), dass die elastische Reaktion unvollständig war, dass endlich die Phase der Überdehnung der dünnen Gummi-

Fig. 4.

blasen durch die Phase der Imbibition und der Transsudation ersetzt wird, ohne dass für letztere die Anfangsdrucke bei Wiederherstellung der dreifachen Kommunikation des Hahns merklich variieren.

Was würde aus dieser unvollständigen Elastizität der Harnblase werden, wenn man die Untersuchung gleich nach der Entfernung des Organs aus Meerschweinchen vornimmt, die an Verblutung (Durchschneiden der Halsgefäße) eingehen oder enthauptet werden und bei denen man die Sphinkteren und den Musc. detrusor durch Anämie oder Kälte reizt? Die Antwort darauf findet man in den Tab. V und VI, aus denen hervorgeht, dass bei Nulldruck kein Wasser in die Blase hineingelangt und daher die Phase der Auseinanderfaltung ausbleibt; bei einem Drucke von 10 mm dringen 0,2 ccm Wasser ein, wenn der Katheter den äusseren Sphinkter der Urethra überwunden und über ihn hinaus gedrungen ist, während im entgegengesetzten Fall nichts eindringt, auch nicht bei 30 mm; man kann ausserdem behaupten, dass Volumina und Drucke in arithmetischer Progression zunehmen und dass daher die Phase der Ausdehnung und elastischen Reaktion vollständig ist oder auch, dass sie genau von der durch den Flüssigkeitsgehalt bedingten Deformation abhängt, und dass endlich die letzte Phase der Imbibition und der Transsudation fehlt.

Tabelle III.

Exstirpierte Meerschweinchen-Harnblase (♀).

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Blase	Bemerkungen
Nivellierung und Füllung des ganzen Systems mit Wasser. Hahn in drei- facher Kommunikation und Aufsuchung des Null- druckes.	0	34,3	?	Ungefähre Zeit für jede zweimalige Ablesung (Ma- nometer, Bürette) = 1 Min.
Kommunikation zwischen Bürette und Harnblase; Entleerung der Blase .	negat.	33,6	—	Wassertemperatur = 12° C. Druck in den Kontroll- versuchen ungefähr unver- änderlich durch Wieder- herstellung der dreifachen Kommunikation zwischen dem einen und dem an- deren Hineinlaufen des Wassers in die Blase.
Wiederherstellung der drei- fachen Kommunikation und des Nulldruckes. .	0	34,3	0,7	
Kommunikation zwischen Bürette und Manometer	5	34,7	—	
Kommunikation zwischen Bürette und Harnblase .	—	35,3	0,6	
	10	35,6	—	
	—	36,3	0,7	

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Blase	Bemerkungen
	15	36,6	—	
	—	37,3	0,7	
	20	37,7	—	
	—	38,2	0,5	
	25	38,6	—	
	—	39,1	0,5	
	30	39,4	—	Die Harnblase transsudiert an einzelnen Stellen.
	—	39,8	0,4	
	35	40,2	—	Die Harnblase transsudiert an mehreren Punkten.
	—	40,6	0,4	
	40	41,0	—	Die ganze Harnblase trans- sudiert, dabei ist auch die
	—	41,3	0,3	Ebene <i>p</i> (Fig. 2) befeuch- tet.
	45	41,7	—	
	—	42,0	0,3	
	50	42,4	—	
	—	42,6	0,2	Die Harnblase trieft deutlich.

Tabelle IV.

Exstirpierte Meerschweinchen-Harnblase (♀).

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Harn- blase	Bemerkungen
Nivellierung und Füllung des ganzen Systems mit Wasser. Hahn in drei- fachen Kommunikation und Aufsuchung des Null- druckes	0	87,3	?	Ungefähre, für jede zwei- malige Ablesung (Mano- meter, Bürette) verwen- dete Zeit = 1 Min.
Kommunikation zwischen Bürette und Harnblase; Entleerung der Blase .	negat.	86,1	—	Wassertemperatur = 12° C. So gut wie unveränderlich sind die Drucke in den Kontrollversuchen durch Wiederherstellung der dreifachen Kommuni- kation zwischen einem Sinken des Wassers in die Harnblase und dem anderen.
Wiederherstellung der drei- fachen Kommunikation und des Nulldruckes . .	0	87,3	1,2	
Kommunikation zwischen Bürette und Manometer.	5	87,6	—	
Kommunikation zwischen Bürette und Harnblase .	—	89,8	2,2	
	10	90,2	—	
	—	90,9	0,7	
	15	91,3	—	
	—	91,8	0,5	
	20	92,2	—	
	—	92,5	0,3	
	25	92,8	—	
	—	93,1	0,3	
	30	93,5	—	
	—	93,7	0,2	
	35	94,2	—	
	—	94,4	0,2	Transsudation.

Tabelle V.

Exstirpierte Harnblase eines grossen Meerschweinchens (♂).

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Harn- blase	Bemerkungen
Nivellierung und Füllung des ganzen Systems mit Wasser. Hahn in drei- facher Kommunikation und Aufsuchung des Null- druckes	0	21,9	—	Gleich nach Exstirpation der Harnblase mitsamt der Prostata, den Testi- keln und den Nieren wird die Kanüle bis nahe an den äusseren Sphinkter eingeführt, ohne ihn jedoch zu passieren.
Kommunikation zwischen Bürette und Manometer, dann zwischen Bürette und Harnblase.	5	22,3	—	Zu jeder zweimaligen Ab- lesung ungefähr nötige Zeit (Manometer, Bürette) = 1 Min. Wassertempera- tur = 12° C. Drucke un- veränderlich (1).
	10	22,7	—	
	15	23,1	—	
	20	23,5	—	
	30	24,3	—	
	40	25,0	—	
	—	25,3	0,3	
	50	26,0	—	
	—	26,3	0,3	
	60	27,1	—	
	—	27,4	0,3	
	70	28,1	—	
	—	28,4	0,3	
	80	29,1	—	
	—	29,4	0,3	
	90	—	—	Man nimmt den Hahn ab; es kommt Wasser heraus. Der Versuch wird unter- brochen; eine Transsu- dation ist nicht bemerk- bar.

Tabelle VI.

Exstirpierte Harnblase von einem kleinen Meerschweinchen (♂).

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Harn- blase	Bemerkungen
Nivellierung und Füllung des ganzen Systems mit Wasser. Hahn in drei- facher Kommunikation und Aufsuchung des Null- druckes	0	38,8	—	Gleich nach Exstirpation der Harnblase mitsamt der Prostata, den Hoden und den Nieren wird die Kanüle eingeführt unter Überwindung des äusseren Sphinkters.

Vorbereitende und nachfolgende Akte	Druck in mm Hg	Wasser in der Bürette ccm	Wasser in der Harn- blase	Bemerkungen
Kommunikation zwischen Bürette und Manometer	10	39,6	—	Ungefährer Zeitraum zu jeder zweimaligen Ab- lesung (Manometer, Bü- rette) = 1 Min. Wasser- temperatur = 12° C. Drucke unveränderlich (1).
Kommunikation zwischen Bürette und Harnblase.	—	39,8	0,2	
	20	40,5	—	
	—	40,6	0,1	
	30	41,5	—	
	—	41,6	0,1	
	40	42,3	—	
	—	42,4	0,1	
	50	43,1	—	
	—	43,2	0,1	
	60	43,9	—	
	—	44,0	0,1	
	70	44,8	—	
	—	44,9	0,1	
	80	45,6	—	Es läuft Wasser aus dem Hahn heraus; man be- merkt keine Transsuda- tion. Man nimmt den Versuch wieder auf.
	—	45,7	0,1	
Entleerung der Harnblase.	negat.	—	—	
Hahn in dreifacher Kom- munikation und Auf- suchung des Nulldruckes	0	58,0	—	
Kommunikation zwischen Bürette und Manometer	20	59,5	—	
Kommunikation zwischen Bürette und Harnblase.	—	59,7	0,2	
	40	61,3	—	
	—	61,5	0,2	
	60	63,0	—	
	—	63,2	0,2	
	80	64,6	—	
	—	64,8	0,2	

IV. Transsudation aus Harnblasen infolge von unter Druck enthaltener Flüssigkeit. Elastizität der lebenden, mit zirku- lierendem Blut versorgten Harnblase.

Wir haben bereits bei der veränderten Harnblase des Meer-
schweinchens auf die Transsudation hingewiesen, die schon bei
30—35 mm Druck bedeutend ist. Diese Transsudation ist auf der
äusseren Blasenoberfläche an wenigen zerstreuten Tröpfchen erkenn-
bar, die kleinen Schweisstropfen vergleichbar sind; in der Folge
werden die Tröpfchen zahlreich, nähern sich und fliessen zu grossen
Tropfen zusammen, wodurch der Prozess den Anschein einer echten
Filtration gewinnt.

Da nach Entledigung der Blase von der in ihr enthaltenen Flüssigkeit und nach deren Ausdrücken zwischen den Fingern dieselbe noch wie ein kleiner Schwamm weitertropft, kann es keinem Zweifel obliegen, dass Wasser in ihrem Gewebe zurückbehalten worden ist unter Verschluss der Poren, die durch den aus dem Innern ausgeübten Druck erweitert worden waren; dies stellt eben die Imbibition dar.

Wie soll man sich jedoch die Tatsache erklären, dass es Blasen gibt, die bei 30—35 mm tatsächlich filtrieren, während es anderseits solche gibt, die bei 80 mm Druck gar keine Spur von Transsudation aufweisen? Man wird vielleicht darauf antworten, dass die letzteren sehr wenig Wasser aufnahmen, während die anderen davon mehrere Kubikzentimeter erhielten. Diese Annahme verliert jedoch jeglichen Wert, sobald man bedenkt, dass die lebende Harnblase, d. h. bei zirkulierendem Blute, sich durch viel grössere Flüssigkeitsvolumina ausdehnen lässt, ohne dass ein Tröpfchen Wasser an die äussere Oberfläche gelangt.

Man wird einwenden, dass die in den erwähnten Versuchen benützten filtrierenden Harnblasen sicherlich etwas von ihrer Elastizität eingebüsst hatten. Diese ungefähre Beurteilung kann jedoch denjenigen nicht befriedigt lassen, der in strenger Weise experimentieren will, und ich hielt es daher für notwendig, die einzelnen Teilakte der angestellten Untersuchungen in genau abschätzbaren graphischen Bildern darzulegen.

Die Sache musste leicht gelingen; es genügte schon, einen kurzen, hohlen Glaszylinder zu nehmen, der an den Enden mit eingeschliffenen Stöpseln verschlossen ist, die ihrerseits zwei Metallröhrchen tragen, ein zuführendes für das Organ, das daran angebunden wird, und ein abführendes für die Schreibkapsel. Wenn man das zuführende Röhrchen mit dem Ast *c* (Fig. 2) und die Wanne des grossen Manometers mit einer anderen analogen Schreibkapsel verbindet, können die schreibenden Federn in doppelter Aufzeichnung die einzelnen vorhin erwähnten Akte festlegen. Die Aufzeichnung auf Fig. 5 erhielt man mit der Gummi-blase aus der Tab. I; sie weicht wenig von derjenigen ab, die man erhalten hätte, wenn man die Harnblase auf Tab. V und VI benützt hätte.

ab der Fig. 5 bedeutet die Linie, nachdem man eine der Schreibkapseln mit dem Metallmanometer Marey's in Verbindung gesetzt und

in diesem einen Druck von 20 mm erzeugt hat. Der dreiwegige Hahn (Fig. 2) war derart gedreht, dass die Blase ausgeschaltet wurde.

$a'b'$ bedeutet die mit der anderen Schreibkapsel erhaltene Linie (Blase bei Nulldruck).

bc ist die absteigende Linie des Manometerdrucks. Der Hahn wurde so gedreht, dass die Bürette ausgeschaltet wurde.

$b'e'$ bedeutet die Linie der gleichzeitigen Aufblähung der Blase durch Wasser, das aus der Manometerkapsel in sie eindringt.

$d'e'$ bedeutet die Kurve der zweiten Aufblähung der Blase durch Wasser, das aus der Bürette kommt, sobald der Hahn so gedreht wird, dass eine Kommunikation zwischen ihnen hergestellt wird.

Fig. 5.

$e'f'$ bedeutet die Kurve der elastischen Reaktion der Blase.

ef bedeutet die Linie des wiederaufsteigenden Manometerdrucks, sobald die drei Wege der Röhre abc in Funktion treten (Fig. 2).

Die Aufzeichnung auf der Fig. 6 erhielt man dagegen mit der Gummiblase aus Tab. II; sie weicht jedoch von derjenigen ab, die man hätte bekommen können, wenn man die Harnblase aus Tab. III und IV verwendet hätte. Bei einem gewissen Punkt (30 mm Hg) überdehnte sich die Gummiblase unter bedeutender Abnahme des Anfangsdrucks; die Linie fg steigt in der Tat deutlich herunter.

Derselbe Versuch, mit den transsudierenden Harnblasen (35 bis 40 mm Hg) aus den Tab. III und IV angestellt, ergab ähnliche Aufzeichnungen, jedoch mit fast horizontalen Drucklinien (fg), und zwar in vollkommener Übereinstimmung mit dem, was auf denselben Tabellen unter „Bemerkungen“ geschrieben steht.

Es ist nicht ohne Wert, beizufügen, dass bei denselben Druckhöhen (35—40 mm Hg) aus solchen Blasen hypotonische, isotonische, hypertonische Kochsalzlösungen, die Ringer'sche Lösung sowie die Kuhmilch mit ihren kleinsten Fettkügelchen ($0,2-0,5 \mu$) durchfiltrierten.

Es wäre sicherlich interessant, das Verhalten der verschiedenen Lösungen in Harnblasen zu untersuchen, in denen noch die volle oder nur wenig verminderte kontraktile Funktion besteht, und noch angebracht wäre es, identische Versuche an normal mit Blut versorgten Blasen vorzunehmen.

Fig. 6.

Diese Untersuchungen über die Imbibition und die Transsudation hätte man mit denen von Fasola und Galeotti¹⁾ über die Permeabilität verbinden können; wir haben jedoch unterlassen, näher darauf einzugehen, um das Thema nicht aus dem Auge zu verlieren, das wir uns eigentlich vorsteckten und das die komplizierte Funktion der Blase betrifft.

Zusammenfassend ist es angebracht, an das verschiedene Verhalten der Elastizität zu erinnern, wie es sich in seit wenigen Minuten herausgeschnittenen Blasen darstellt (Durchschneiden der Halsgefäße, Enthauptung) und in solchen, die nach einigen Stunden entfernt werden. In den ersteren war die Elastizität vollkommen, in den letzteren unvollkommen; in diesen fand man die Phasen der

1) G. Fasola et G. Galeotti, Recherches expérimentales sur la perméabilité de la vessie. Arch. ital. de Biol. t. 39 p. 292—295. 1903.

Auseinanderfaltung, der Dehnung und elastischen Reaktion, der Imbibition und Transsudation, in jenen nur die Zwischensphase und unter deutlich regelmässigem Verlauf.

Dies alles würde jedoch noch nicht genügen, um verständlich zu machen, in welcher Weise sich unter den bekannten Versuchsbedingungen die Blase in situ, mit ihren normalen Beziehungen, und gehörig mit Blut versorgt verhalten hätte. Wir wollen hier den Leser nicht mit der detaillierten Beschreibung vieler in dieser Beziehung ausgeführten Untersuchungen langweilen, und fassen wir besser die verschiedenen Ergebnisse folgendermaassen zusammen:

„Die lebende Harnblase zeigt in situ und mit zirkulierendem Blut versorgt ein verschiedenes Verhalten ihrer Elastizität; im Beginn jeder Untersuchung ist sie wenig, in den Zwischenstadien sehr elastisch; sie weist die Phasen der Auseinanderfaltung, der Dehnung und der elastischen Reaktion auf und nur ausnahmsweise (bei Druckhöhen, die in vivo nicht in Frage kommen) auch die Phase der Imbibition und der Transsudation.

„Selten lässt sich auch mit dem bis zur Blaseneinmündung eingeführten Katheter Urin entleeren, den sie auf Grund eines starken, durch das Sinken der Bürette bedingten negativen Druckes enthält; entsprechende Manipulationen auf dem Hypogastrium erleichtern immer das Ergebnis. Dies ist bei den männlichen Meerschweinchen gewöhnlich der Fall; bei den weiblichen Tieren folgt auf die Einführung des Katheters gewöhnlich Harn- und Kotentleerung.

„Nach Entleerung der Blase und Wiederherstellung des manometrischen Nulldrucks nimmt das Organ Wasser auf, falls es zusammengefallen ist; dagegen nimmt es keines auf, wenn es sich in aktiver Kontraktionsstellung befindet. Wenn der Katheter sich an der Blaseneinmündung befindet, genügt meist ein Druck von 5–10 mm Hg, um jenen Widerstand zu überwinden und Flüssigkeit in bedeutender Menge eindringen zu lassen, besonders wenn es auf 36–38° C. erwärmt ist.

„Diese erste Wassermenge ist genau proportional mit der Weite des Organs, das gedehnt werden soll. Während der Dehnung sinkt der anfängliche manometrische Druck im Augenblick, in welchem der Hahn von der Stellung $\rightarrow$ (Verbindung zwischen Blase und Bürette) in die Stellung $\perp$ (Verbindung zwischen Bürette, Blase und Manometer) gebracht wird.

„Wenn der Anfangsdruck mit dem in dreifacher Verbindung

stehenden Hahn sich zu erhalten sucht, kommen die elastische Reaktion sowie die Zusammenziehung des Detrusors zur Geltung.

„Wenn man sie kombiniert, beobachtet man starke Niveauschwankungen in der Bürette und im Manometer.

„Wenn die elastische Reaktion allein zur Wirkung kommt, erhält man Gleichgewicht des Manometerdrucks, d. h., wenn man einen Druck von z. B. 20 mm hergestellt hat (Verbindung zwischen Bürette und Manometer) und z. B. um 0,5—2 ccm heruntergeht (Verbindung zwischen Bürette und Blase), ändert sich das Niveau des Manometers nicht, auch wenn die dreifache Verbindung wiederhergestellt wird.

„Von diesem Momente an werden die eingelassenen Mengen mit prompten und proportionalen elastischen Reaktionen im Verhältnis zur erhöhten Resistenz der Blasenwandungen immer kleiner. Die Volumablesungen werden mit grosser Schnelligkeit und Genauigkeit ausgeführt, natürlich vorausgesetzt, dass keine Muskelkontraktionen stattfinden.

„Sobald die Ablesung an der Bürette schwieriger und langsamer erfolgt, pflegt ein leichtes Überwiegen der Dehnbarkeit über die elastische Reaktion einzutreten.

„Wenn man annimmt, dass die Narkose des Tieres weiter dauert, und wenn man von den aktiven und den passiven Blasenkontraktionen absieht, dann wird man in die Blase variable Flüssigkeitsvolumina eintreten sehen; dabei rufen die wegen des Inhaltes eintretenden Organdeformationen immer noch bedeutende elastische Reaktionen hervor.

„Während es bei den dünnen und dehnbaren Gummiblasen (Tab. II) möglich ist, mit einem gewissen Druck die Elastizitätsgrenze zu überwinden und so eine Überdehnung zu bewirken, findet dies in den Harnblasen nicht statt, da sie so viel Flüssigkeit in sich aufnehmen, als dieselbe sie in den höheren Lagen der Bürette dazu zwingt. Natürlich blähen sie sich deswegen auf; ihre Wandungen werden immer dünner, die Gefässwandungen verschliessen sich, die Zirkulation wird total unterdrückt, die Parenchyporen erweitern sich, und es beginnt die partielle Transsudation.

„Endlich kommt es, sofern man den Druck nicht sofort erniedrigt und das Organ teilweise oder gänzlich entleert, zur Filtration, wodurch dessen Vitalität für immer in Frage gestellt wird.“