XIV.

Aus dem pharmakologischen Institut zu Heidelberg.

Ueber Diurese.

V. Mittheilung:

Die Beziehungen des Ureterendruckes zur Diurese.

Von

R. Gottlieb und R. Magnus.

(Mit 1 Curve.)

Als ein weiteres Mittel, um über die Beziehungen zwischen den Circulationsverhältnissen in der Niere und der Harnabsonderung Aufschluss zu erlangen, diente seit den Untersuchungen Max Hermann's¹⁾ das Studium der Druckveränderungen, welche ein endständig mit dem Ureter verbundenes Manometer darbietet. Da eine systematische Durcharbeitung dieser Druckänderungen bei der Diurese bislang nicht vorliegt, so soll im Folgenden über derartige Versuchsreihen berichtet werden. Vorerst müssen wir aber kurz auf die physiologische Bedeutung des Ureterendruckes eingehen; denn die Diureseversuche ergaben auch einige neue Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Frage, ob der Ureterendruck als Secretionsdruck der Niere aufgefasst werden darf.

Auch zu diesen Experimenten wurden vorzugsweise Kaninchen benutzt, denen in Chloral- oder Urethannarkose Canülen in beide Ureteren eingeführt wurden. Nachdem festgestellt war, dass auf beiden Seiten der Harn gut abtropfte, wurde der eine Ureter mit einem kleinen Hg-Manometer verbunden, der andere blieb frei. So liess sich an der einen Niere der Ureterendruck, an der anderen die freie Harnabsonderung beobachten. Gleichzeitig wurde der Carotiden-
druck registriert. Nach Schluss des Versuches wurde dann das Manometer wieder abgenommen, der Harn tropfte aus dem freigewordenen

1) Max Hermann, Sitzungsber. der Wiener Academie. Bd. XXXVI. 1859 und Bd. XLV. 1861.

Ureter ab, und es wurde auf diese Weise constatirt, dass der Weg von der Niere zum Manometer nicht etwa inzwischen durch Gerinnsel verlegt worden war.

Schon Hermann hatte beobachtet, dass unter normalen Verhältnissen der Druck im Ureter höchstens bis 60 mm steigt. Auch Heidenhain fand bei einem Aortendruck von 100—105 mm als höchsten Werth für den Ureterendruck 64 mm, bei geringerem Blutdruck entsprechend niedrigere Werthe. Wir haben in unseren Versuchen Normalwerthe von 66 mm (Blutdruck 105), 66 mm (Blutdruck 93) und 62 mm (Blutdruck 103 mm) beobachtet. Andererseits sahen wir auch Fälle, wo trotz hohen Blutdruckes der Ureterendruck erheblich niedriger war: 40 mm bei einem Blutdruck von 110 und 33 mm bei einem Blutdruck von 106 mm.

Raschen Schwankungen des arteriellen Blutdruckes pflegt auch das Ureterenmanometer zu folgen. So sahen wir z. B. nach Injection von 0,02 g Coffein natr. benz. den Blutdruck von 105 mm rapide auf 50 mm sinken und gleichzeitig den Ureterendruck von 66 auf 36 mm herabgehen, dann hob sich der Blutdruck wieder auf 110 und das Manometer auf 60 mm.

Etwaige Contractionen des Ureters scheinen so gut wie gar keinen Einfluss auf den Stand des Manometers auszuüben. Ist das Maximum des Ureterendruckes erreicht, so ist der Ureter ausgeweitet, die Flüssigkeit im Nierenbecken und im Manometer steht in directem continuirlichem Zusammenhang¹⁾ und irgendwelche Schwankungen, welche auf Uretercontractionen zu beziehen wären, haben wir nicht beobachtet. Bei Kaninchen schwankt der Quecksilbermeniscus überhaupt kaum, es sind nur manchmal dem Pulse synchrone, ganz minimale Schwankungen zu sehen, bei Hunden sind solche jedoch deutlich ausgesprochen. Hier fallen sie ganz genau mit den Wellen des arteriellen Blutdruckes zusammen, sind also von diesem abhängig. Die pulsatorischen Druckänderungen in den Nierengefässen theilen sich demnach durch die trennenden Membranen dem Inhalt der Harncanälchen mit. Grössere Schwankungen des Ureterenmanometers treten auf, wenn das Thier sich wirft und Contractionen mit den Bauchmuskeln ausführt. Man muss natürlich bei derartigen Unterbrechungen abwarten, bis das Thier wieder ruhig wird und das Manometer den alten Stand eingenommen hat.

1) In einigen Versuchen wurde das Manometer mit einer Canüle verbunden, welche direct ins Nierenbecken eingeführt war. Ein Unterschied ergab sich hierbei nicht.

Schliesst man das Manometer an den Ureter an, so steigt das Quecksilber Anfangs rasch, später immer langsamer, bis es seinen höchsten Stand erreicht, über den es nicht hinausgeht. Diese Form der Anstiegscurve hängt nach Hermann's Untersuchungen davon ab, dass die Geschwindigkeit, mit der der Harn aus der Niere in den Ureter tritt, mit wachsendem Widerstand stark abnimmt. Der höchste Stand des Ureterenmanometers giebt den Punkt an, bei welchem dieser Abfluss des Harnes ganz sistirt wird.

Hier setzt nun die Controverse über die Bedeutung des Ureterendruckes ein. Ludwig nahm an, dass der höchste Stand des Ureterenmanometers den Druck angebe, welcher nöthig sei, um die weitere Filtration von Harn in den Glomerulis hintanzuhalten, also den Druck, der dem Glomerulusdruck das Gleichgewicht halte. Es sollte also bei dem höchsten Stande des Manometers gerade die Harnabsonderung aufhören und das Manometer somit den Secretionsdruck der Niere anzeigen. Hiergegen wandte Heidenhain ein, dass die Secretion im Glomerulus sehr wohl weiter gehen könne, auch wenn das Manometer unverändert auf seinem höchsten Punkte verharret, wenn nur gleichzeitig eine Rückresorption von Harnflüssigkeit in den Tubulis stattfände. Nach Heidenhain giebt demnach der Ureterendruck nicht den Secretionsdruck der Niere an, sondern den Druck, bei dem sich Secretion und Resorption gerade das Gleichgewicht halten.

Zur Entscheidung dieser Frage können wir folgende, bei Anwendung von Diureticis gewonnene Beobachtungen heranziehen,

In mehreren Versuchen erreichte der Ureterendruck (nach Diureticis) eine gewisse Steigerung gegen die Norm, um dann wieder abzusinken. Nimmt man an, dass die Menge des in den Harncanälchen vorhandenen Harnes nicht abnimmt (Ludwig), so kann dieses Absinken nur bedingt sein durch gleichzeitiges Absinken des von aussen auf die Harncanälchen wirkenden Druckes, d. h. des Blutdruckes; gerade so, wie in einem mit einem Manometer verbundenen Gummiball der Druck sinkt, wenn man aufhört, den Ball mit der Hand zu comprimiren. Nimmt man dagegen mit Heidenhain eine Rückresorption in den Harncanälchen an, so kann das Absinken des Ureterendruckes auch noch durch ein zweites Moment, durch vermehrte Aufsaugung des Harnes (bezw. fortdauernde Aufsaugung bei abnehmender Absonderung) bedingt sein.

Ist also die Ludwig'sche Lehre richtig, so muss jedes Sinken des Ureterendruckes von einem Sinken des Blutdruckes begleitet sein. Besteht dagegen die Ansicht Heidenhain's zu Recht, so

muss der Ureterendruck auch bei gleichbleibendem, ja steigendem Blutdruck absinken können. In der That zeigte sich in unseren Diureseversuchen diese letztere Eventualität verwirklicht:

Versuch VI: Absinkende NaCl-Diurese. Kaninchen, 1830 g. 0,6 pro Kilo Chloralhydrat.

	Blutdruck	Ureterendruck
6 h. 23 m.	122 mm	62 mm
6 h. 34 m.	120 "	42 "
Differenz:	— 2 mm	— 20 mm

Versuch VIII: Steigende Coffeindiurese. Kaninchen, 1820 g. 0,6 pro Kilogramm Chloralhydrat.

	Blutdruck	Ureterendruck
5 h. 22 m.	105 mm	66 mm
5 h. 36 m.	110 "	52 "
Differenz:	+ 5 mm	— 14 mm

Es ist also in Versuch VI der Ureterendruck bei gleichbleibendem Blutdruck um $\frac{1}{3}$ seines Werthes gefallen, im Versuch VIII ist der Blutdruck sogar gestiegen, während der Ureterendruck sank. Diese Ergebnisse lassen einen anderen Schluss kaum zu, als dass der Ureterendruck nicht den Secretionsdruck der Niere angiebt, sondern nur den Druck, bei dem Secretion und Rückresorption sich genau das Gleichgewicht halten.

Diese Rückresorption aus den Harnwegen bei gehindertem Abfluss aus dem Ureter berechtigt uns jedoch durchaus nicht zu der Folgerung, dass eine solche Wiederaufsaugung auch unter normalen Bedingungen, bei offenem Abfluss des Harnes nach aussen, eine Rolle spiele. Wir haben es hier offenbar mit abnormen Verhältnissen zu thun und man sieht deutlich, dass die Niere während des Versuches allmählich wasserreicher, durchtränkter wird. Welchen Grad dieser pathologische Flüssigkeitsdurchtritt erreichen kann, davon kann man sich ein Bild machen, wenn man einem Thier nach Unterbindung der Ureteren längere Zeit physiologische Kochsalzlösung intravenös infundirt. Dann findet man nachher die Niere und den Ureter eingebettet in eine voluminöse, starre, glasige Sulze, aus der beim Ausscheiden reichlich Flüssigkeit abfließt, ein enormes perirenales Oedem.¹⁾

Im Anschluss an C. Ludwig hat dagegen Starling in jüngster Zeit eine andere Auffassung des Ureterendruckes zu begründen ver-

1) Vgl. Magnus, Ueber die Entstehung der Hautödeme u. s. w. Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmakol. Bd. XLII. S. 274. 1899.

sucht. Ustimowitsch¹⁾ zeigte bekanntlich, dass bei einem arteriellen Blutdruck von 40—50 mm Hg die Harnsecretion aufhört. Unter günstigen Bedingungen sah Grützner noch bei einem Blutdruck von 30 mm den Harn fließen. Stets aber war ein gewisses Minimum von Blutdruck, von „vis a tergo“ nöthig, damit die Niere Harn lieferte.

Starling²⁾ hat nun versucht, diese Beobachtungen mit für seine Anschauungen zu verwenden, dass im Glomerulus ein Filtrationsprocess vor sich gehe. Er sieht im Ureterendruck ein Derivat des Blutdruckes in den Glomerulis der Niere und meint, dass er immer etwa um 40 mm unter dem Blutdruck bleibe; diese 40 mm Hg seien gleich dem osmotischen Drucke des Eiweisses. Werde nun Serum minus Eiweiss unter dem Glomerulusdruck a durch den Glomerulus filtrirt, so müsse der Druck in den Harneanälen a—b betragen, wenn b der osmotische Druck des Eiweisses sei. Der Ureterendruck sei also gleich dem Blutdruck minus dem osmotischen Drucke des Eiweisses. Auf diese Weise erkläre es sich, dass der Ureterendruck immer um ca. 40 mm unter dem Blutdrucke bleibe und dass bei einem Blutdrucke von 30—40 mm die Secretion ganz versiege.

Abgesehen davon, dass wir aus den oben angeführten Gründen im Ureterendruck nicht den Filtrationsdruck in den Glomerulis sehen dürfen, können unsere Versuche auch weiterhin noch zur Kritik dieser Anschauungen dienen. Es stellte sich nämlich heraus, dass die Differenz zwischen Blutdruck und Ureterendruck durchaus nicht immer dem Starling'schen Werthe entspricht:

Versuchs-Nr.	Zeit	Blutdruck	Ureterendruck	Differenz	Bemerkungen
IX	11 h. 12 m.	150	58	92	4' nach 1 cem pro Kg conc. NaCl-Lösung
XI	11 h. 39 m.	93	66	27	—

In Versuch IX bestand Kochsalzdiurese, demnach Blutverdünnung, und der osmotische Druck des Bluteiweisses hätte gesunken sein müssen: trotzdem eine Differenz von 92 mm. In Versuch XI handelt es sich um eine Normalsecretion: trotzdem nur eine Differenz von 27 mm. Auch hieraus ergibt sich, dass die Beziehungen zwischen Blutdruck und Ureterendruck unmöglich so einfach sein können, wie dies Starling annimmt.

1) Ustimowitsch, Leipziger Arbeiten. 1870. S. 198.

2) Starling, Journ. of physiol. Vol. XXIV. S. 317. 1899.

Den interessantesten Aufschluss in dieser Frage gab uns ein Experiment, das in Curvenform ausführlich mitgeteilt werden soll. Wir wollten den Versuch machen, ob es nicht doch gelänge, den Ureterendruck über den Blutdruck zu steigern, und verfahren zu dem Zwecke so, dass wir bei einem Kaninchen durch continuirliche intravenöse Infusion von warmer 0,9 procent. NaCl-Lösung starke Nierenthätigkeit einleiteten, während dieser starken Diurese aber zugleich den Blutdruck allmählich herabsetzten durch wiederholte intravenöse Einspritzung einer 4 procent. Chloralhydratlösung. Es

Versuch XII.

Kaninchen, 2450 g. Trachealkanüle. Künstliche Athmung von der 28. Minute an. Manometer links. Secretion rechts.

□ Injection von 0,08 Chloralhydrat pro Kilogramm (4 Proc.).

ist uns nun allerdings nicht gelungen, den Carotidendruck unter den Ureterendruck sinken zu sehen, aber die Resultate waren auch ohnehin interessant genug.

Man sieht, wie in Folge der Chloralhydratgabe der Blutdruck allmählich von 103 mm sich senkt, um schliesslich bei 13 mm zu enden. Die Harnsecretion, welche Anfangs den Werth von über 10 ccm pro 5 Minuten und 1 Kilo Thier erreichte, sinkt ebenfalls continuirlich ab. Von der 17. Minute ab bleibt der Blutdruck dauernd unter 40 mm. Trotzdem wurden von dem 2½ kg schweren Thiere nachher noch 18 ccm Harn geliefert. Von der 37. Minute bleibt der Blutdruck unter 30 mm, trotzdem erfolgt noch Bildung von 0,3 ccm Harn. Ja! als der arterielle Blutdruck zwischen 16 und 13 mm schwankte, tropfte noch deutlich ein neugebildeter Tropfen aus der

Ureterencanüle ab. Der Harn blieb während dieses Versuches eiweissfrei.

Während der Blutdruck continuirlich absinkt, geht auch der Ureterendruck allmählich herab, aber langsamer; er kommt also dem Blutdruck immer näher. Von der Höhe von 60 mm geht er auf 14 mm zum Schluss herab. Bei einem Ureterendruck von 25—18 mm ist noch kräftige Harnsecretion der anderen Niere vorhanden. Wie sich die Differenz zwischen Blutdruck und Ureterendruck ändert, ersieht man aus der obersten Curve. Diese Differenz ist Anfangs 40 mm, nimmt dann aber continuirlich ab, und von der 15. Minute ist sie dauernd geringer als 20 mm, ja gegen Schluss des Versuches nähert sie sich immer mehr dem Nullwerth. Bei einer mittleren Differenz von 6 mm Hg wird in 5 Minuten noch 0,3 ccm secernirt. Der vorletzte Tropfen fliesst, während Ureterendruck und Blutdruck nur noch 2 mm von einander entfernt sind. Ja, am Schluss ist der Blutdruck nur 13 mm, der Ureterendruck 14 mm.

Es zeigt sich also, dass unter gewissen Bedingungen die Harnsecretion auch bei sehr niedrigem Blutdruck noch fort dauern, ja dass bei 13—16 mm Carotidendruck noch sichere Harnbildung stattfinden kann. Und weiter ergibt sich, dass es möglich ist, den Ureterendruck dem arteriellen Blutdruck sehr stark zu nähern, dass ihre Differenz nur noch 2 mm Hg beträgt und dass auch bei so geringem Abstand der Druckwerthe noch Harn producirt werden kann. Berücksichtigt man dabei, dass jedenfalls der Blutdruck in den Nierencapillaren unter dem Carotidendruck liegt, so kann man sagen, dass auch bei fort dauernder Harnsecretion Blutdruck und Ureterendruck annähernd gleiche Werthe erreichen können.

Der angeführte Versuch ist wohl ungemein geeignet, die ausschlaggebende Bedeutung der veränderten Blutzusammensetzung zu demonstrieren, auf welche wir in diesen Mittheilungen immer wieder hinweisen müssen. Die Gegenwart der harnfähigen Stoffe zwingt die Niere zur Thätigkeit, obgleich der „Filtrationsdruck“ in den Glomerulis auf ein Minimum herabgedrückt ist. Unser Versuch stellt in diesem Sinne einen extremen Fall der schon von Ustimowitsch beobachteten relativen Unabhängigkeit der Harnabsonderung vom Blutdruck dar. Die Beobachtung von Ustimowitsch, dass Kochsalz- und Harnstoffinjection auch nach Rückenmarksdurchschneidung noch Diurese hervorrufen kann, hat schon Ludwig zu einem Zusatz zur Druckhypothese gezwungen (a. a. O. S. 217), „dass die Wirksamkeit des Druckes in einer Abhängigkeit stehe von dem Gehalte des Blutes an harnfähigen Stoffen und zwar in der Art, dass eine

gegebene Differenz der Spannungen erst bei einem bestimmten Gehalte des Blutes an Harnbestandtheilen wirkungsfähig werden, bezw. um so mehr Harn liefern könne, je grösser die Anhäufung der Harnbestandtheile im Blute geworden sei“. Nur suchte Ludwig den Grund dieser Abhängigkeit der Diurese von den harnfähigen Stoffen in einer passiven Veränderung der Durchgängigkeit der den Glomerulus umgebenden Häute durch die Vermehrung der Harnbestandtheile im Blute, oder in einer weiteren secundären Veränderung „des durch den Glomerulus abgesonderten Harnes auf seinem Wege durch die Harncanälchen“, während Heidenhain in den harnfähigen Substanzen den Reiz zur specifischen Zellthätigkeit erblickt.

Da in unserem Falle die zur Verfügung stehende Druckdifferenz in den Glomerulis jedenfalls eine ganz minimale war und dennoch Harnabsonderung erfolgte, so tritt die Bedeutung der harnfähigen Stoffe gegenüber den Druckverhältnissen im Glomerulus auf das deutlichste hervor.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Differenz zwischen Blutdruck und Ureterendruck keine constante ist, dass Werthe über 90 mm Ureterendruck vorkommen, dass bei einem sehr niedrigen Werthe noch starke Harnsecretion stattfinden kann und dass es Fälle giebt, wo bei fast gleichem Blut- und Ureterendruck noch ein Abtropfen vom Urin stattfindet. Es kann demnach der osmotische Druck des Eiweisses im Sinne Starling's für die Differenz zwischen Blut- und Ureterendruck nicht verantwortlich gemacht werden.

Ueber die Frage, wie sich der Ureterendruck bei der Diurese ändert, geben nachstehende Versuche Aufschluss. Diese Versuchsreihe war unternommen in der Hoffnung, vielleicht irgendwelche charakteristischen Unterschiede zwischen Coffein- und Salzdiurese zu finden. Diese Erwartung hat sich aber nicht erfüllt.

Wartet man, bis sich das Manometer fest eingestellt hat und leitet dann Diurese ein, so beobachtet man am Ureterendruck folgendes:

a. Kochsalzdiurese.

In einer gewissen Zahl von Fällen steigt nach intravenöser Injection von starken (5, 10 und 35 procent.) NaCl-Lösungen der Ureterendruck rasch an und erreicht einen hohen Werth:

Versuch IV von 33,5 auf 52 mm Hg (2 ccm conc. NaCl).

= VI = 33 = 62 = = (0,5 ccm conc. NaCl), während der Blutdruck von 108 auf 122 mm steigt

Versuch III von 40 auf 60 mm Hg (38 ccm 5 procent. NaCl), während der Blutdruck von 110 auf 102 mm sinkt.

Diese Drucksteigerung geht sehr schnell vor sich, manchmal schiesst das Quecksilber geradezu in die Höhe, um dann seinen definitiven hohen Stand mit abnehmender Geschwindigkeit zu erreichen. Das Manometer bleibt dann einige Zeit auf der Höhe, um mit absinkender Diurese ebenfalls wieder langsam zu fallen (vgl. S. 250). Dabei kann die Diurese noch andauern, während der Ureterendruck schon zur Norm zurückgekehrt ist.

Während sich in den eben geschilderten Fällen der Ureterendruck rasch bei der Kochsalzdiurese von verhältnissmässig niederen Werthen zu grossen Höhen hob, beobachtet man in anderen Versuchen, trotzdem eine starke Kochsalzdiurese auftritt, kein Ansteigen des Ureterenmanometers. Dieses ist meist in den Fällen zu erwarten, in denen schon während der Normalsecretion ein hoher Ureterendruck beobachtet wurde.

Versuch XI. Kaninchen, 1850 g. 0,6 pro Kg Chloralhydrat.

Vor der NaCl-Injection:

Ureterendruck 58—62 mm. Harnmenge 0,5 ccm in 10 Minuten.

Nach Injection von 2 ccm conc. NaCl:

Ureterendruck 62—58 mm. Harnmenge 11,0 ccm in 10 Minuten.

(Dabei war die Canüle ganz frei, denn nach der Abnahme des Manometers erfolgte kräftiger Harnabfluss.)

Man kann also im Allgemeinen die Regel aufstellen, dass bei niederem Normaldruck durch die Diurese ein deutliches Ansteigen des Ureterendruckes bewirkt wird, während dieses bei hohem Normaldruck meist nicht zu erwarten ist.

b. Wasserdiurese.

Bei einem Hund von 11½ kg lief in ½ Stunde ca. 1 l 0,9 proc. Kochsalzlösung ein. Dabei stieg die Harnabsonderung auf 50,0 ccm in 10 Minuten. Der Ureterendruck hob sich von 52 mm in 15 Minuten auf 76 mm und hielt sich bis zum Schluss des Einlaufes auf dieser Höhe. Dabei war der Blutdruck vor dem Einlauf 145 mm, am Schlusse 140 mm Hg.

c. Coffeindiurese.

Für die Coffeindiurese gilt im Allgemeinen das Gleiche, wie für die Kochsalzdiurese. In einer Reihe von Fällen gelingt es, eine deutliche Steigerung des Ureterendruckes zu erzielen:

Versuch V durch 0,04 Coff. natr. benz. von 55 auf 84 mm Hg

“ X “ 0,04 “ “ “ “ 47 auf 59 “ “ (Blutdruck von 120 auf 124 mm).

Der Verlauf ist dabei so, dass bei der Injection des Coffeins

meist eine schnelle, aber kurzdauernde Blutdrucksenkung erfolgt, welche ein gleichzeitiges, kurzdauerndes Absinken des Ureterendruckes zur Folge hat, dass dann aber der Blutdruck alsbald zur Norm zurückgeht, während sich das Ureterenmanometer auf seinen höheren Werth einstellt. Mit dem Absinken der Diurese geht auch der Ureterendruck wieder zurück, ohne dass jedoch ein genauer Parallelismus zwischen beiden bestände.

In einer anderen Reihe von Fällen tritt deutliche Diurese, aber kein Ansteigen des Ureterendruckes ein:

Versuch VI. Kaninchen, 1830 g. 0,6 pro Kg Chloralhydrat.

Zeit	Ureterendruck	Blutdruck	Harnmenge in 10 Min.
6 h. 11 m.	33	106	6 h. 0—10 m.: 0,8
6 h. 12 m.	0,02 Coff. natr. benz		
6 h. 15 m.	34—32	108	6 h. 10—20 m.: 3,7

Zu erwähnen wäre noch der Fall, dass nach Coffeingabe der Blutdruck sinkt, trotzdem aber das Manometer nicht mit fällt. Hier ist durch die Diurese wenigstens das Absinken des Ureterendruckes verhindert worden.

Versuch III. Kaninchen, 1900 g. 0,8 pro Kg Paraldehyd.

Blutdruck 110 mm Ureterendruck 40 mm

Nach 0,05 Coff. natr. benz. = 81 „ „ 40 „

Es würde dieses in Parallele zu setzen sein mit dem oben geschilderten Versuch XII (s. o. S. 253), in welchem der Blutdruck durch Chloralhydrat herabgesetzt wurde, während durch Kochsalzwasser-einlauf Diurese bedingt und das Herabgehen des Ureterendruckes verzögert wurde, so dass Blutdruck und Ureterendruck sich immer mehr näherten und schliesslich so gut wie zusammenfielen, während noch Harn abfloss.

Es ist ersichtlich, dass es durch Einleiten von Diurese gelingt, den Ureterendruck auf Werthe zu treiben, welche die in der Norm beobachteten nicht unbeträchtlich übersteigen. So war der höchste erreichte Werth bei Kaninchen 84 mm (Coffeindiurese), beim Hund 76 mm (Einlauf von 0,9 Proc. NaCl). Starling hat (a. a. O.) nach Diuretin beim Hund einen Ureterendruck von 92—94 mm erzielt.

Zweitens sieht man, dass die Steigerung des Ureterendruckes wohl bei der Diurese eintreten kann, und sehr oft in hohem Grade eintritt, aber durchaus keine regelmässige Begleiterseheinung der Diurese ist. Es giebt hochgradige Diuresen ohne Steigerung des Ureterendruckes.

Was drittens die Abhängigkeit des Ureterendruckes vom Blutdruck betrifft, so wurde oben darauf hingewiesen, wie wechselnd die Differenz beider Grössen schon in der Norm sein kann. Diese Unregelmässigkeit wird bei der Diurese noch vermehrt. Steigt der Ureterendruck bei gleichbleibendem Blutdruck, so muss ihre Differenz natürlich abnehmen. Es ist dieses wohl das häufigste Vorkommniss. Doch sind uns auch Fälle vorgekommen, in welchen die Differenz zunahm. Also auch hier ist eine regelmässige Beziehung nicht vorhanden.

Es ist wohl kein Zweifel, dass, wenn in unseren Versuchen Steigerung des Ureterendruckes eintritt, diese durch die Diurese bedingt ist. Die Art der Abhängigkeit ist aber noch unklar. Der Umstand, dass die Steigerung des Ureterendruckes bei der Diurese keine regelmässige und gesetzmässig auftretende Erscheinung ist, deutet auf complicirtere Beziehungen. Jedenfalls ist sicher, dass sie unabhängig von Aenderungen des Blutdruckes auftritt. Auch hieraus geht wieder hervor, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass der Ureterendruck in so einfacher Weise vom Blutdruck abhängen soll, wie dies Ludwig und Starling annehmen. Es müssen vielmehr noch andere Momente mitsprechen, und von den vorliegenden Hypothesen ist die einzige, welche mit unseren Beobachtungen im Einklange steht, die Heidenhain's, welcher annimmt, dass bei dem Druck des Ureterenmanometers sich Harnausscheidung und -Aufsaugung das Gleichgewicht halten. Es ist danach der Stand des Ureterendruckes von zwei Variabeln abhängig. Daraus erklärt sich das verschiedene, scheinbar regellose Verhalten bei der Diurese.

Ob beim Zustandekommen des Ureterendruckes active Thätigkeit der secernirenden Elemente (Dreser) eine Rolle spielt, dafür geben unsere Versuche keine sicheren Beweise, wenn auch die That-
sache, dass Blutdruck und Ureterendruck fast vollständig einander genähert werden können, zu Gunsten dieser Annahme spricht.