

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität in
Jena. (Direktor: Prof. Dr. Kionka.)

Der Anteil der Filtration an der Harnbereitung.¹⁾

Von Prof. Dr. Ernst Frey, Assistenten am Institut.

M. H.! Gestatten Sie, daß ich Ihnen über den Stand einer Frage, die mich seit sechs Jahren unausgesetzt beschäftigt hat, berichte, weil sie bis zu einem gewissen Abschluß gelangt ist und auch für die Praxis einige Ausblicke erlaubt. Sie wissen, daß man die Vorgänge in der Niere von zwei Vorstellungen aus beurteilt, von der Filtrations-Rückresorptionstheorie oder der Sekretionstheorie aus. Erstere nimmt an, daß im Glomerulus eine Filtration stattfindet und daß das Glomerulusfiltrat dann durch Rückresorption in den Harnkanälchen eine Einengung erfährt, während die zweite die Abscheidung aller oder doch fast aller Substanzen in die Harnkanälchen verlegt und von jeder Rückresorption absieht. Keine dieser beiden Theorien hat sich bis jetzt absolute Anerkennung verschaffen können.

Wenn ich also von dem Anteil der Filtration an der Harnbereitung reden will, so bin ich Ihnen zunächst den Beweis schuldig, daß eine Filtration im Glomerulus überhaupt stattfindet. Zweitens werden wir die Filtration in quantitativer Hinsicht umgrenzen müssen, d. h. festlegen, wieviel Glomerulusfiltrat geliefert wird, ob mehr oder weniger Flüssigkeit als definitiver Harn. Und schließlich muß entschieden werden, welchen Anteil die Filtration an der Ausscheidung der chemischen Stoffe hat, oder mit anderen Worten, welche Substanzen durch Filtration und welche durch Sekretion ausgeschieden werden.

Ob eine Filtration überhaupt stattfindet, ist gleichbedeutend mit der Frage: Welche Zusammensetzung hat das Produkt

des Glomerulus? Auf zwei Wegen kann man hierauf eine Antwort erlangen. Man kann anatomisch die Niere in Rinde und Mark zerlegen, und man wird auf diese Weise, wenn auch nicht die Glomeruli von den Harnkanälchen, so doch die oberen von den tieferen Harnwegen mit ihrem Inhalt trennen. Die Rinde enthält, wie Grünwald gezeigt hat, beim salzreichen und salzarmen Tier gleich viel Kochsalz, es wird also Kochsalz bei kochsalzarmem Harn filtriert und rückresorbiert. Daß sich der Zucker ebenso verhält, hat Nishi erwiesen. Endlich ist der Gefrierpunkt der Rinde immer gleich, der des Markes dagegen wechselnd. Diese Befunde sprechen also dafür, daß sich in den oberen Harnwegen immer eine gleich zusammengesetzte, und zwar blutähnliche Flüssigkeit vorfindet. — Ich habe die beiden Abschnitte der Niere physiologisch zu trennen gesucht. Da die Harnkanälchen sicher das Produkt des Glomerulus tiefgreifend verändern, so müssen wir erwarten, daß bei den Glomerulusdiuresen das Produkt des Glomerulus seine ursprüngliche Zusammensetzung besser bewahrt, weil es in größerer Menge schneller durch die tieferen Harnwege fließt als ohne Diurese; bei großen Glomerulusdiuresen werden wir also das Produkt der Gefäßknäuel in reiner Form vor uns haben.

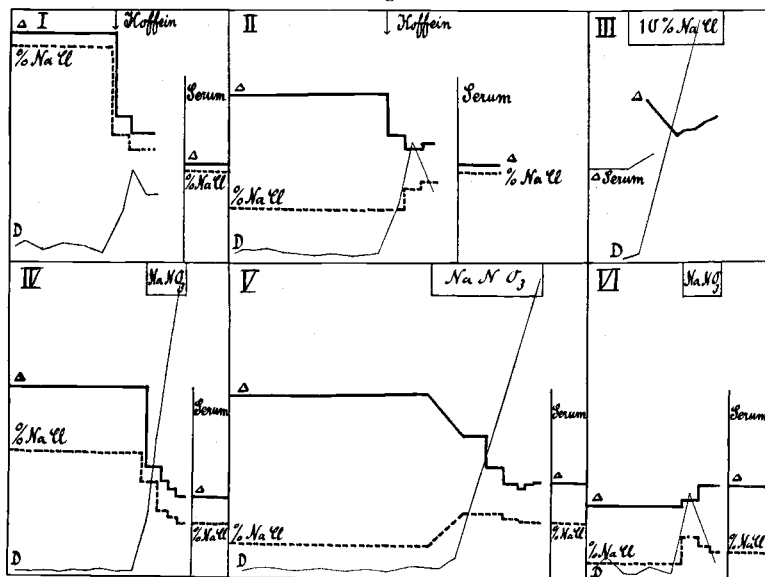
Nach den Ausschlägen des Onkometers (Gottlieb und Magnus, Löwi, Schlayer) gibt es nun vaskuläre und tubuläre Diuresen, solche mit Gefäßerweiterung und solche ohne Volumenzunahme der Niere. Glomerulusdiuresen sind die Diuresen durch Salze, Zucker, Harnstoff und die Purinkörper — tubulär verläuft die Phloridzindiurese (Schlayer) (und, wie ich hinzufüge, die Wasserdurese). Die letzten beiden Arten der Diurese zeigen auch eine Harnzusammensetzung, welche von der bei anderen Diuresen sich grundsätzlich unterscheidet. Beruhen nun die Diuresen nach der Injektion von Salzlösung oder Koffein auf einer Gefäßerweiterung, so muß bei allen diesen Glomerulusdiuresen der Harn dem Glomerulusprodukt ähnlicher werden. In der Tat sind die Aenderungen der Harnzusammensetzung die gleichen, ob wir Koffein oder Salz injizieren, es erleidet also der Harn die gleichen Aenderungen, ganz gleich, durch welche Stoffe die Glomerulusdiurese hervorgerufen wird. Bestimmt man den Gefrierpunkt und den Chloridgehalt des Harns, so nähern sich mit zunehmender Diurese beide Werte denen des Bluteserums. Dies wird sich am deutlichsten zeigen, wenn man von möglichst verschiedenen Normalzuständen ausgeht, also einerseits ein salzreiches Tier beobachtet, das höhere Kochsalzprozentage in seinem Harn aufweist als in seinem Serum, auf der anderen Seite ein salzarmes Tier mit wenig Harnchloriden. Ebenso wird man gut tun, Tiere mit verschiedenem Wasserreichtum zu betrachten, damit einmal die Gefrierpunktserniedrigung höher liegt als die des Serums, das andere Mal niedriger. Auf diese Weise müssen sich die Aenderungen der Werte für den Gefrierpunkt und die Harnchloride am zweckmäßigsten auf eine Gesetzmäßigkeit hin prüfen lassen.

Regt man durch Koffein eine Glomerulusdiurese an, so sinkt beim Einsetzen der Harnflut die Gefrierpunktserniedrigung des Harns, die für gewöhnlich höher liegt als die des Blutes, es sinken ebenfalls die hohen Konzentrationen der Chloride im Harn des salzreichen Tieres (Fig. 1, I). Beim salzarmen Tier (Fig. 1, II) sinkt die Gefrierpunktserniedrigung wie beim salzreichen (Fig. 1, I), die Kochsalzprozentage dagegen steigen. Ebenso wie nach Koffein ändert sich nach Salpeter die Harnzusammensetzung am kochsalzreichen (Fig. 1, IV) und am kochsalzarmen (Fig. 1, V) Tier. Es ist also gleich, durch welchen Stoff man eine Glomerulusdiurese anregt, ob durch Koffein oder durch NaNO_3 . Hat das Tier vorher einen Harn, der verdünnter ist als das Serum, so wird er mit zunehmender Harnmenge konzentrierter, und die Chloride steigen (Fig. 1, VI). Die Kurven zeigen also das verschiedenste Verhalten; eines nur tritt gesetzmäßig hervor, sie streben während der Glomerulusdiurese nach dem Niveau im Serum, ob von oben oder unten her: der Harn wird serumähnlicher. Auf der Höhe der Glomerulusdiurese, die durch Salzinjektion leicht zu erreichen ist, wird in allen Fällen ein reines Blutfiltrat geliefert, der Gefrierpunkt des Harns ist gleich dem des Blutes, die Kochsalzprozentage des Harns sind gleich denen

¹⁾ Vortrag, gehalten am 16. Februar 1911 in der Sektion für Heilkunde der medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena. Die experimentellen Belege erscheinen in Pflügers Archiv.

des Serums [Fig. 1, IV, V, VI].¹⁾ Das läßt sich ohne weiteres erweisen, wenn man die Tiere auf der Höhe der Diurese verblutet und ihr Serum analysiert. Bei den Diuresen durch einen Einlauf in die Vene muß man nur berücksichtigen, daß das Blut durch den Einlauf inzwischen verändert wird, daß also beispielsweise beim Einlauf einer isotonischen Natriumnitratlösung die Chloride im Blutserum abnehmen; daher steigen die Kochsalzprocente im Harn des salzarmen (Fig. 1, V)

Fig. 1.



Tieres nur am Anfang der Diurese, später sinken sie wieder, und zwar bis zum Niveau der verminderten Serumchloride. Auf der Höhe der Diurese aber herrscht immer Gleichheit des Harnes mit dem Serum hinsichtlich dieser beiden Größen. Auch wenn man das Blut durch Injektion konzentrierter Salzlösungen in seiner Gesamtkonzentration vermehrt, macht der Gefrierpunkt des Harnes bei der Glomerulusdiurese die Schwankungen der Konzentration des Serums passiv mit (Fig. 1, III). Daraus müssen wir schließen, daß das Produkt des Glomerulus ein Filtrat des Serums ist. Bindend wird dieser Schluß aber erst dadurch, daß auch anders verlaufende Diuresen bekannt sind, daß nicht etwa die Niere immer, wenn sie viel Harn liefert, eine Flüssigkeit absondert, die blutähnlich zusammengesetzt ist, wie man meinen könnte. Nicht die Tätigkeit der Niere im ganzen verläuft so, daß bei Absonderung von mehr Harn dieser blutähnlicher wird, sondern nur die vermehrte Absonderung im Glomerulus. Bei den onkometrisch anders als tubulär verlaufenden Diuresen entfernt sich die Harnzusammensetzung von der des Serums. Also nur bei der Glomerulusdiurese wird der Harn mit zunehmender Harnmenge dem Serum ähnlicher, bis er auf der Höhe der Diurese ein reines Blutfiltrat ist. Daher findet im Glomerulus eine Filtration statt.

Wenn wir die Menge dieses Glomerulusfiltrates bestimmen wollen, so können wir dies nicht nach irgendeinem chemischen Körper im Harn tun, weil für dessen Auswahl Anhaltspunkte nicht vorliegen. Ganz ausgeschlossen ist es, die gesamte Harnbereitung durch Filtration und Rückresorption zu erklären, weil die filtrierte und rückresorbierte Menge Wasser sowohl als auch gelösten Stoffes ins Ungemessene steigen würden, wenn man die mitunter starke Anreicherung eines im Serum nur in Spuren vorhandenen Stoffes auf diese Weise ableiten wollte. Man könnte nun meinen, es werde soviel Flüssigkeit filtrierte, wie definitiver Harn die Niere verläßt, es fände einerseits die gesamte Wasserabsonderung im Glomerulus statt, andererseits fehle jede Rückresorption von Wasser. Dies trifft jedoch nicht zu, zum mindesten nicht für den Fall, daß der Harn verdünnter ist als das Blut. Denn erstens müßte die

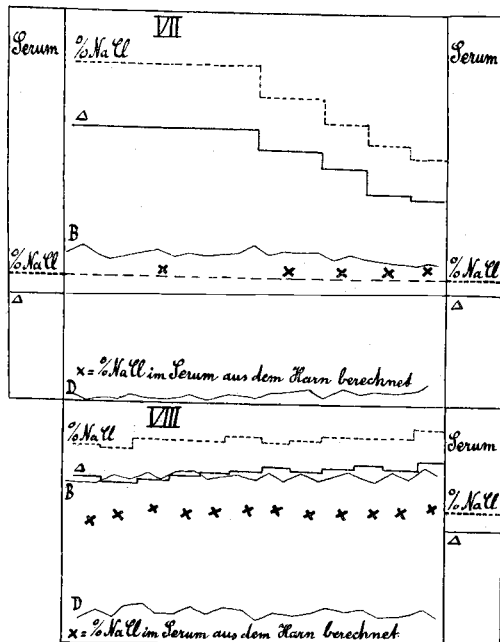
¹⁾ Hat man einem Tier vorher Bromid in die Blutbahn gegeben, so ist auf der Höhe der Salzdiurese der Gefrierpunkt, der Bromidgehalt und der Chloridgehalt gleichzeitig im Harn und Serum gleich; also auch körperfremde, frei im Serum gelöste Substanzen treten durch den Glomerulus in den Harn, gerade so wie Kochsalz und Zucker.

Phloridzindiurese dann mit einer verstärkten Absonderung im Glomerulus einhergehen, trotzdem sie ohne Gefäßerweiterung verläuft, sich also als tubulär charakterisiert. In der Tat beruht sie auf Behinderung der Rückresorption in den Harnkanälchen oder sogar auf einer Wasserabsonderung dasselbst. Zweitens sinken bei der Wasserdiurese mit zunehmender Menge des Harnes die Chloride bis auf Spuren. Stammt dieses Wasser vom Glomerulus, so würde es ja bei erwiesener Filtration Chloride mitbringen, es müßte also mit zunehmender Filtration immer mehr Kochsalz zurückresorbiert werden, während wir doch wissen, daß bei jeder Glomerulusdiurese die Chloride in der Konzentration eines Blutfiltrates im Harn erscheinen. Bei der Wasserdiurese stammt also das Wasser zum Teil aus den Harnkanälchen. Das Glomerulusfiltrat ist also durch Dazusezernieren von Wasser verdünnt worden. Zu demselben Resultat kommt man bei Betrachtung der Gefrierpunktniedrigung. Sodann ist eine Rückresorption von Kochsalz erwiesen, ebenso wie eine Sekretion in den Harnkanälchen für einzelne Stoffe sichergestellt ist. Es findet also ein Austausch von Molekülen dasselbst statt. Wegen dieses Austausches muß man der Berechnung des Glomerulusfiltrates die Gesamtkonzentration zugrunde legen. Und da ergibt sich denn eine Uebereinstimmung der gefundenen Werte mit den Ausschlägen des Onkometers: Bei den Diuresen, welche mit Gefäßerweiterung einhergehen, nimmt die Menge des provisorischen Harnes zu, bei den ohne Gefäßerweiterung verlaufenden Diuresen, wie die Phloridzindiurese, bleibt die Menge provisorischen Harnes unverändert; ebenso ist es bei der Wasserdiurese. Die Größe der Rückresorption richtet sich also nach der Gesamtkonzentration des Harnes. Ist der Harn doppelt so konzentriert als das Serum, so ist auch doppelt so viel provisorischer Harn geflossen als definitiver, ersterer ist durch Rückresorption von Wasser auf die Hälfte eingedickt worden. Ist bei der Wasserdiurese der Harn halb so konzentriert als das Serum, so ist nur halb so viel Glomerulusfiltrat durchgetreten als definitiver Harn, die andere Hälfte haben die Harnkanälchen dazu sezerniert. Während also für gewöhnlich Wasser in den Harnkanälchen zur Aufnahme kommt, sezernieren sie bei den tubulären Diuresen Wasser dazu. Das Glomerulusfiltrat wird also entsprechend der Gesamtkonzentration durch Wasserverlust oder Wasserzufuhr in den Harnkanälchen verändert, somit ist die Menge dieses Filtrates bekannt, wenn man die Menge des definitiven Harnes und seine Gesamtkonzentration, seinen Gefrierpunkt kennt.

Ein quantitativer Beweis für die Größe der Filtration und Rückresorption ließe sich dann erbringen, wenn eine chemische Substanz im Harn sich vorfindet, welche nur durch Filtration ausgeschieden würde, dabei aber nicht rückresorbiert würde. Dann wäre diese Substanz in doppelt so hoher Konzentration im Harn vorhanden als im Serum, wenn der Gefrierpunkt des Harnes doppelt so tief unter 0 liegt als der des Serums. Wir wissen, daß Kochsalz filtrierte wird und daß es für gewöhnlich zum Teil zurückresorbiert wird. Hindert man nun durch reichliche Kochsalzzufuhr die Rückresorption des Kochsalzes aus dem provisorischen Harn, so enthält der Harn tatsächlich doppelt so viel Kochsalz als das Serum, wenn er doppelt so tief gefriert als das Serum. Oder mit anderen Worten: nach der Kochsalzausscheidung ist der Harn bei sehr kochsalzreichen Tieren ein bis zum Δ des Harnes eingegengtes Blutfiltrat. Die Einengung des Harnes nach der Gesamtkonzentration entspricht also der Einengung des Harnes nach der Kochsalzkonzentration. Da ein solches gesetzmäßiges Zusammentreffen keinesfalls durch Sekretionsprozesse in so vielen Fällen zufällig vorgetäuscht sein kann, so ist der Harn tatsächlich durch Wasserrückresorption aus dem Glomerulusfiltrat hervorgegangen und nicht durch Hinzufügen von festem Stoff in den Harnkanälchen konzentrierter geworden. Während oben der qualitative Beweis der Filtration erbracht ist, stellt diese Uebereinstimmung der Einengung des Glomerulusfiltrates nach dem Gefrierpunkt einerseits, nach der Kochsalzkonzentration andererseits den quantitativen Beweis für die Filtration dar. Am deutlichsten läßt sich dies zeigen, wenn man bei einem Tier, das vor einiger Zeit eine hyper-tonische Kochsalzlösung in den Magen erhalten hatte, aus der

Gefrierpunktserniedrigung und dem Kochsalzgehalt des Harnes die Kochsalzprocente im Serum berechnet und in eine Kurve einträgt. Dann liegen diese aus dem Harn berechneten Blutwerte in der Höhe des tatsächlichen Niveaus des Kochsalzes im Serum, das man am Anfang und Schluß des Versuches (Fig. 2, VII) oder nur am Schluß (VIII) ermittelt.

Fig. 2.



Dabei ist der Kochsalzspiegel im Blut wegen der reichlichen Kochsalzzufuhr erhöht. Dies liefert den Beweis, daß diese Berechnung den wirklichen Verhältnissen entspricht, daß also bei sehr kochsalzreichen Tieren der Harn ein bis zum Δ des Harnes eingengtes Blutfiltrat ist, soweit der Kochsalzgehalt in Frage kommt. Gleichzeitig ergibt sich daraus, daß Kochsalz nur durch Filtration aus-

geschieden wird und daß auch bei extrem mit Kochsalz angereicherten Tieren keine Sekretion von Kochsalz in den Harnkanälchen stattfindet, sondern daß die Anreicherung des Harnes an Kochsalz nur durch Wasserverlust durch Rückresorption in den Harnkanälchen aus dem Glomerulusfiltrat vor sich geht.

Auf diese Weise läßt sich auch feststellen, welche Stoffe lediglich durch Filtration ausgeschieden werden. Erreicht ein Stoff im Harn eine Konzentration, welche nicht höher liegt, als einem bis zum Δ des Harnes eingengten Serum entspricht, so wird er nur durch Filtration ausgeschieden. Liegt seine Konzentration höher, so sind an seiner Anreicherung Sekretionsprozesse beteiligt. Daß Kochsalz lediglich durch Filtration ausgeschieden wird, sahen wir soeben. Die Höchstgrenze der Kochsalzkonzentration wird aber nur bei extremem Kochsalzreichtum des Tieres erreicht, sonst wird Kochsalz immer teilweise zurückresorbiert.

Man könnte nun erwarten, daß auch andere Salze lediglich durch Filtration ausgeschieden werden. Dem ist jedoch nicht so. Analog durchgeführte Versuche lehren: die Jodsalze, die Nitrate, die Phosphate, die Sulfate werden durch einen Sekretionsprozeß eliminiert. Denn ihre Konzentration im Harn liegt bei weitem höher, als der Eingengung des Blutfiltrates nach der Gesamtkonzentration entspricht. Ein Teil dieser Salze wird ja auch filtriert, aber dieser Teil ist unter gewöhnlichen Umständen so gering, daß man sagen kann, sie werden durch Sekretion in den Harnkanälchen ausgeschieden. Nur beim Nitrat kommt der filtrierte Anteil quantitativ in Betracht. — Eine Sonderstellung nehmen die Bromide¹⁾ ein, sie werden von der Niere in gleicher Weise wie Kochsalz behandelt, d. h. filtriert und merkwürdigerweise in gleichem Ausmaß wie die Chloride zurückresorbiert. Daher kommt es denn, wie bekannt, zu einer Retention von Bromid im Blutserum, und diese beruht eben darauf, daß die Niere zwischen Bromid und Chlorid keinen Unterschied macht. — Sonst aber wird allein das Kochsalz lediglich durch Filtration ausgeschieden. Sicher gelangen, wenn schon die meisten anderen Salze, so auch die spezifischen Harnbestandteile durch Sekretion in den Harn.

Da diese Sekretion aber nur durch einen Austausch gegen filtrierte Stoffe geschehen kann, also hauptsächlich gegen Kochsalz, so muß sich ein gewisser Antagonismus zwischen

Kochsalz einerseits und den übrigen Stoffen auf der anderen Seite ergeben. In der Tat ist bei der Glaubersalzdurese beim Abfall der Diurese der Harn fast chloridfrei (Magnus), ebenso sinken bei der Anwesenheit von Zucker im Harn bei der Adrenalindiurese und der Phloridzindiurese (Biberfeld) die Chloride bis auf Spuren. Und so sehen wir, daß auf der Höhe der Glaubersalzdurese und der Zuckerdiurese, wo wir nach unseren sonstigen Erfahrungen, nach dem Verlauf der Koffein- und NaNO_3 -Diurese ein reines Blutfiltrat erwarten würden, die Chloride etwas unter das Niveau im Serum sinken. Es macht sich also auch auf der Höhe dieser Glomerulusdiuresen die Tätigkeit der Harnkanälchen noch geltend, die in einem Austausch von Kochsalz gegen diese harnfähigen Substanzen besteht. Gibt man einem Tier gleichzeitig Kochsalz und Glaubersalz, so können diese Stoffe nur durch Vermehrung der Harnmenge gleichzeitig zur Abscheidung kommen. Gibt man starke Dosen, so verläuft die Chloridausscheidung verzögert, wie sich auch am normalen Tier in geringem Maße nachweisen läßt. In der Pathologie haben die Kliniker schon längst dieser verzögerten Kochsalzausscheidung ihr Interesse geschenkt. Bei geringer Harnmenge kommt es bei manchen Nephritiden oder auch bei Fieber zu einer Kochsalzretention. Wir wissen jetzt, daß diese Kochsalzretention nicht primär ist, sondern bedingt ist durch die gleichzeitige Ausscheidung harnfähiger Substanzen. Harnen viel Schlacken der Ausscheidung, so wird sie die Niere nur eliminieren können im Austausch gegen Kochsalz. Daher ist die Kochsalzretention bei pathologischen Zuständen ein Zeichen für die Anhäufung von Stoffen, die der Ausscheidung bedürftig sind, sie ist aber nicht eine primäre Nierenstörung. Wir verstehen auch jetzt, warum unter gewöhnlichen Umständen immer eine Rückresorption von Kochsalz stattfindet, eben deswegen, weil immer eine Sekretion in den Harnkanälchen stattfindet, diese aber in einem Austausch von sezerniertem gegen filtrierte Stoffe besteht.

Die Harnbereitung nach der chemischen Seite hin leisten also die Harnkanälchen. Der Mechanismus der Filtration und Rückresorption dient der Regulation des Verhältnisses zwischen Lösungsmittel und gelöstem Stoff, zwischen Wasser und Salz, und zwar für gewöhnlich in ausreichendem Maße. Während aber die Ueberschwemmung des Körpers mit Wasser in prompter Weise von der Niere reguliert wird, sehen wir die Regulation in den Fällen versagen, wo eine starke Ueberschwemmung mit festem Stoff, z. B. mit Salz, stattgefunden hat. Darauf antwortet die Niere mit einer Glomerulusdiurese, die einen dem Serum gleich konzentrierten Harn zur Abscheidung bringt, während doch ohne diese Reaktion der Niere der Harn konzentrierter als das Serum bliebe, wie er vor der Diurese war, also der Organismus mit Wasser sparte. Daher sehen wir in solchen Fällen einen zweiten Regulationsmechanismus des Körpers einsetzen: auf dem Umwege der subjektiven Empfindung des Durstes wird durch Wasseraufnahme das richtige Verhältnis zwischen Lösungsmittel und gelöstem Stoff wiederhergestellt, während bei Ueberschwemmung mit Wasser jede subjektive Empfindung fehlt und die Niere allein den Anforderungen der Regulation genügt.

Daher scheidet denn der Diabetiker so viel Harn ab, trotzdem er gelegentlich auch höhere Zuckerprocente im Harn herstellen kann, trotzdem also seine Niere eine Konzentrationsarbeit sehr wohl leisten kann. Und doch sondert die Niere für gewöhnlich viel Harn bei geringem Zuckergehalt ab, was zum Auftreten des Durstgefühls des Diabetikers führt. Denn der Zucker veranlaßt, wie die Salze, eine Glomerulusdiurese mit der Absonderung einer serumähnlichen Flüssigkeit, welche also dünner ist als normal eingengter Harn. Denn unter dem Einfluß aller dieser Stoffe, des Zuckers, der Salze, der Koffeinpräparate, sehen wir die Niere, das sonst so fein reagierende Organ, die Regulation des Wasserbestandes aufgeben und ohne Rücksicht auf den Wasser- und Salzhaushalt große Mengen einer serumähnlichen Flüssigkeit absondern. Daher enthalten denn auch alle diese Stoffe nicht eine Wirkung auf die Epithelien der Harnkanälchen, sondern veranlassen eine Gefäßerweiterung im Glomerulus mit immer gleich bleibendem Effekt, einer gesteigerten Filtration.

¹⁾ Vgl. Frey, Deutsche medizinische Wochenschrift 1910, No. 33.

Unsere Vorstellungen von der Nierentätigkeit haben wohl durch den qualitativen und quantitativen Beweis der Filtration einen festen Boden gefunden, von dem aus eine Beurteilung auch komplizierterer Vorgänge, eine Abgrenzung der Sekretionsprozesse möglich ist und von dem aus auch die Veränderungen des Harnes bei krankhaften Zuständen betrachtet werden müssen.

Schluß. M. H.! Es findet also im Glomerulus eine Filtration statt, dieses Glomerulusfiltrat wird für gewöhnlich durch Wasserresorption, dem Gefrierpunkt entsprechend, eingeeengt. Nur bei der Wasserdurese sezernieren die Harnkanälchen Wasser dazu. Die Harnbereitung in chemischem Sinne ist zum überwiegenden Teil ein Sekretionsprozeß der Harnkanälchen, der in einem Austausch von filtriertem Kochsalz gegen die anderen Harnbestandteile besteht. Dabei ist Kochsalz der einzige Stoff, welcher lediglich durch Filtration ausgeschieden wird, die anderen Salze und erst recht die spezifischen Harnbestandteile werden durch Austausch gegen Kochsalz in den Harnkanälchen sezerniert. Daher zeigt sich ein gewisser Antagonismus zwischen Kochsalz und anderen Harnbestandteilen, zwischen filtriertem und sezerniertem Stoff, der sich unter Umständen in einer Kochsalzretention äußert (z. B. bei manchen pathologischen Zuständen). Daher findet denn auch für gewöhnlich immer eine Rückresorption von Kochsalz statt, weil eben immer eine Sekretion vor sich geht. Nur bei extremem Kochsalzreichtum des Tieres wird kein Kochsalz aus dem Glomerulusfiltrat zurückresorbiert, dann ist der Harn hinsichtlich seines Kochsalzgehaltes ein bis zum Δ des Harnes eingeeengtes Blutfiltrat. Der Mechanismus der Filtration und Rückresorption dient der Regulation des Verhältnisses von Wasser zu gelöstem Stoff im Körper, und zwar für gewöhnlich in ausreichendem Maße. Bei Ueberschwemmung des Körpers mit festem Stoff (Einnehmen von Salz; Zucker bei Diabetes) versagt die Regulation der Niere, weil sie dadurch zur Filtration gezwungen wird, dafür tritt durch das Durstgefühl eine Wasseraufnahme ein, während die Ueberschwemmung des Körpers mit Wasser von der Niere allein — ohne subjektive Empfindung — reguliert wird.
