

aus zwei Theilen zu je 90° von der betreffenden Farbe und aus zwei Theilen zu je 90° Grau, befindet. Dreht man nun eine solche Scheibe, so werden die grauen Theile, wie es früher für die schwarz-weissen Scheiben beschrieben war, immer gedehnter und füllen fast vollständig den Ring aus; sie erscheinen aber jetzt nicht grau, sondern complementär gefärbt und in einer enorm starken Sättigung. Dreht man anfangs die Scheibe sehr schnell, so erscheint der Ring homogen und weist eine Farbe auf, die dem Gemisch aus der betreffenden Farbe und dem Grau entspricht. Lässt man nun die Scheibe auslaufen, so wird zu gleicher Zeit mit der Verlangsamung der Drehung, der Ring immer mehr und mehr deutlich complementär; wenn die Scheibe sich schon sehr langsam dreht, so erscheint die complementäre Farbe sehr stark, ja, man kann sagen, blendend stark gesättigt. In den ersten Augenblicken, nachdem die Scheibe ausgelaufen ist, sieht man noch die starke Sättigung der complementären Färbung; gleich darauf, besonders wenn man für einen Moment die Augen von der Scheibe abgewendet hat, schwindet die starke Sättigung, und die grauen Theile erscheinen nur schwach durch simultanen Contrast complementär gefärbt.

Wenn wir einen Ring, der beispielsweise aus grauen und rothen Theilen besteht, auf eine Scheibe, deren Farbe dem Gemische des Roth und des Grau des Ringes entspricht, aufsetzen, so erhalten wir Resultate, die von den oben beschriebenen in einer bestimmten Richtung abweichen. Tragen wir auf die Scheibe Fig. 11 Grau anstatt Weiss, und Roth anstatt Schwarz auf, so werden beim Drehen einer solchen Scheibe die grauen Theile des Ringes ebenfalls complementär: sie dehnen sich aber nicht auf Kosten der rothen Theile des Ringes aus. Bei langsamer Rotation erscheinen die grauen Theile des Ringes complementär und die rothen mehr gesättigt, als sie auf der stillstehenden Scheibe waren.

Zur Theorie der Harnbildung.

Von Dr. K. Bujniewicz,

Arzt am Alten Katharinen Krankenhause in Moskau.

Im Jahre 1826 legte Dutrochet mit seinen botanischen Forschungen den Grundstein zur Lehre von der Osmose, dieser Lehre für die Zukunft eine grosse Bedeutung verheissend.

50 Jahre später unterwarfen Traube und besonders Pfeffer die Erscheinungen der Osmose einem allseitigen Studium und 10 Jahre darnach, im Jahre 1886, veröffentlichte van't Hoff seine Theorie des osmotischen Drucks der Lösungen.

Im Jahre 1884 gab de Vries eine Methode die Tonicität der Lösungen auf Grund der plasmolytischen Erscheinungen in der Pflanzenzelle zu bestimmen.

In den Jahren 1878—1882 brachte Raoul zu demselben Zwecke eine Bestimmungsmethode der Gefrierpunkte in Vorschlag.

Im Jahre 1888 gab Beckmann einen vervollkommenen Apparat zur Bestimmung des Gefrierpunktes—das Kryoskop.

Im Jahre 1887 wandte Hamburger als erster die de Vries'sche Methode bei der tierischen Zelle, den Blutkörperchen—seine bekannte Blutkörperchenmethode zur Bestimmung der molekularen Concentration der Lösungen—an.

Im Jahre 1891 wies Dreser darauf hin, dass diese Methode bei der Untersuchung des Harnes nicht anwendbar sei, bediente sich zu letztgenanntem Zwecke der kryoskopischen Methode und berechnete die Arbeit der Nieren.

Im Jahre 1893 wandte A. v. Koranyi, Professor an der Universität zu Buda-Pest, als erster die kryoskopische Methode zu klinischen Zwecken an und brachte im Jahre 1897 eine neue Theorie der Harnbildung und Lymph-circulation vor.

Die physikalisch-chemischen und biologischen Thatsachen, die dieser Theorie zu Grunde gelegt sind, habe ich in meiner Abhandlung: «Ueber den osmotischen Druck der Flüssigkeiten des tierischen Organismus» ¹⁾ in № 3 der «Medicinischen Rundschau» (russisch); 1901, dargelegt.

Nach dieser von Koranyi aufgestellten Theorie der Harnbildung scheiden die Glomeruli Wasser und Salze, hauptsächlich $NaCl$ aus, wobei während des Durchgangs dieser Harnflüssigkeit durch die Harnkanälchen, durch deren Wänden ein Austausch der Moleküle des Harnwassers gegen diejenigen des Blutes, des Kochsalzes des Harns gegen die chlorfreien, sogenannten abgearbeiteten Moleküle des Blutes: Harnstoff, Harnsäure u. s. w., d. h. diejenigen Moleküle, die sich im Blute als Resultat des Stoffwechsels, der Eiweisszerspaltung bilden, stattfindet ²⁾. Dabei scheiden sich aus dem Blute gerade so viel abgearbeitete Moleküle: Harnstoff, Harnsäure u. s. w. aus, wie viel Moleküle $NaCl$ resorbirt werden. Somit wird, dieser Theorie nach, die allgemeine molekulare Concentration des Harns, die ganze molekulare Diurese durch die Arbeit der Glomeruli bestimmt; nicht die Zahl der von den Gefässknäueln ausgeschiedenen Moleküle erleidet bei dem Durchgang durch die Harnkanälchen eine Veränderung, sondern deren Zusammensetzung, dem grösseren oder geringeren Austausch zwischen den Molekülen in den Harnkanälchen entsprechend. Folglich können wir uns auf Grund der allgemeinen molekularen Diurese ein Urtheil über die Arbeit der Gefässknäuel bilden.

Die Quantität der abgearbeiteten Moleküle—Harnstoff, Harnsäure u. s. w.—steht im umgekehrten Verhältnis zu der Quantität des Kochsalzes, in

¹⁾ Mitgeteilt am 22 März 1901 in der physiologischen Abteilung der „Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften, der Anthropologie und Ethnographie“ zu Moskau.

²⁾ Alle Moleküle in den tierischen Flüssigkeiten—Harn, Blut, Lymphe—werden als zu zwei Typen gehörig betrachtet; einerseits solche, die, gleich dem Kochsalz, chemisch inactiv sind und, wie man annimmt, nur zum Reguliren des osmotischen Druckes dienen, andererseits alle übrigen, als Resultat des Stoffwechsels, des Eiweisszerfalls entstehenden, die, Bouchard's Ausdruck nach, abgearbeiteten Moleküle.

Abhängigkeit von der grösseren oder geringeren Intensität des Stoffwechsels in den Harnkanälchen und zeigt die funktionelle Fähigkeit des Epithels der Kanälchen an ¹⁾.

Auf die molekulare Concentration des Harns schliessen wir aus dessen Gefrierpunkt Δ (normal $-1,3^\circ$ bis $-2,3^\circ$). Δ mit der 24-stündlichen Harnmenge V multiplicirt und auf die Gewichtseinheit P (in Kilogrammen) bezogen, $\frac{\Delta \cdot V}{P}$, stellt die gesammte 24-stündige molekulare Diurese, im Normalzustande dar, nach Claude und Baltazard = 2500—4000, wenn man für Δ ganze Zahlen annimmt, und zeigt zugleich auf die Arbeitsleistung der Harnknäuel an. Es sei z. B. $\Delta = -1,50^\circ$, $V = 1200$, $P = 60$, dann ist $\frac{\Delta \cdot V}{P} = \frac{150 \cdot 1200}{60} = 3000$.

Ist der Procentgehalt des $NaCl$ im Harn bestimmt, so wir es leicht den Gefrierpunkt desselben zu berechnen, da 1%-tige Kochsalzlösung bei $-0,613^\circ$ gefriert, und daraus, auf Grund der Differenz, auch den Gefrierpunkt (die Concentration) aller anderen, chlorfreien, abgearbeiteten Moleküle. Bezeichnet man diesen Gefrierpunkt mit δ , so stellt $\frac{\delta \cdot V}{P}$ die 24-stündige Menge der abgearbeiteten Moleküle, die Diurese der Harnkanälchen dar, die im Normalzustande = 1600—2500 ist. Wenn in dem angeführten Beispiele das % $NaCl = 0,5$ ist, berechnet sich dessen Gefrierpunkt $X: 0,613 = 0,5 : 1$, wobei $X = -0,30$ (annähernd) ist. Auf Grund dessen ist $\delta = \Delta - X = 1,50 - 0,30 = 1,20^\circ$; $\frac{\delta \cdot V}{P} = \frac{120 \cdot 1200}{60} = 2400$. Das Verhältniß der Diuresen der Knäuel

und der Harnkanälchen $\frac{\Delta \cdot V}{P} : \frac{\delta \cdot V}{P}$ wird durch das Verhältniß der betreffenden Gefrierpunkte $\frac{\Delta}{\delta}$ ausgedrückt, welches im Normalzustande 1,30—1,60 ist.

Claude und Baltazard, aus Bouchard's Klinik, haben, von Koranyi's Theorie der Harnbildung ausgehend, sehr anschauliche und in praktischer Hinsicht bequeme Tabellen vorgeschlagen, die sie empirisch auf Grund von Beobachtungen an einer grossen Anzahl gesunder Menschen zusammengestellt haben. In diesen Tabellen stellt die eine Kurve, welche $\frac{\Delta \cdot V}{P}$ entspricht, die Diurese der Gefässknäuel, die zweite — $\frac{\delta \cdot V}{P}$ — die Diurese der Harnkanälchen, die dritte —

$\frac{\Delta}{\delta}$ — das Verhältniß beider Diuresen zu einander dar. Auf Grund dieser Kurven ist es leicht eine Vorstellung von dem Zustande des Blutumlaufts in den Nieren, dem Zustande der Glomeruli und der Harnkanälchen im einzelnen

¹⁾ Nach dieser Theorie, wie auch nach anderen, findet in den Harnkanälchen ausserdem auch noch umgekehrte Resorption von Wasser aus dem Harn ins Blut statt. Somit sind die Harnkanälchen Apparate, die den Harn condensiren.

zu gewinnen und demzufolge eine feinere Diagnose der Erkrankungen der Nieren zu stellen und zu bestimmen, ob in dem gegebenen Falle das Leiden seinen Sitz in den Glomeruli oder in dem Epithel der Harnkanälchen oder in diesem und jenen zugleich hat.

In Normalfällen nehmen alle 3 Kurven die Mitte der Tabelle zwischen den schwarz gedruckten Strichen ein.

Bei verminderter Diuresis der Gefässknäuel, wie das bei Störungen der Herzcompensation (bei Stauungsniere), bei Glomerulo-Nephritis der Fall ist, besitzen die Kurven $\frac{\Delta \cdot V}{P}$ und $\frac{\Delta}{\delta}$ eine geringe Höhe und kommen in dem unteren Teil der Tabelle zu stehen: dabei ist im Harn wenig Chlornatrium enthalten, da bei der Stauung viel davon von den Harnkanälchen resorbiert wird, dagegen aber ist eine grosse Menge abgearbeiteter Moleküle, Harnstoff, Harnsäure u. dergl. vorhanden; δ erreicht eine bedeutende Höhe und nähert sich Δ , weshalb das Verhältnis zwischen den beiden Diuresen $\frac{\Delta}{\delta}$ durch eine geringe, der Einheit nahekommende, Grösse ausgedrückt wird.

Bei pathologischen Veränderungen des Epithels der Harnkanälchen wird wenig Chlornatrium resorbiert und viel mit dem Harn ausgeschieden, dementsprechend scheidet sich nur eine geringe Anzahl abgearbeiteter Moleküle aus; δ besitzt eine geringe Grösse und die Kurve, welche das Verhältnis zwischen den Diuresen $\frac{\Delta}{\delta}$ ausdrückt, erreicht eine bedeutende Höhe und befindet sich in der oberen Abteilung der Tabelle. Diese Lage der Kurve $\frac{\Delta}{\delta}$ ist für die Erkrankung des Epithels der Harnkanälchen charakteristisch.

Auf Grund dieser Methode diagnostizierten die Autoren bei einem an Störung der Herzcompensation leidenden Kranken auch noch Nephritis mit vorwiegender Erkrankung des Epithels der Harnkanälchen, wobei ausser einer geringen Menge Eiweiss in Harn, keine Andeutungen auf das Vorhandensein von Nephritis gefunden wurden. Die Autopsie bestätigte die Diagnose und vermehrte mithin die Anzahl der zu Gunsten von Korányi's Theorie zeugnenden Thatsachen.

Eine vielleicht noch gewichtigere Bestätigung der Richtigkeit dieser Theorie hat die Untersuchung eines Falles geliefert, den ich seit Januar d. J. in der chirurgischen Abteilung des Alten Katharinen-Krankenhauses zu Moskau zu beobachten Gelegenheit gehabt habe.

Am 5 September 1900 war bei einer 44-jährigen Frau die rechte Niere infolge eines Stosses in drei Teile gespalten und auch der Harnleiter entzweigerissen.

Am 8 September wurden auf chirurgischem Wege zwei Teile dieser Niere entfernt, ein Teil aber zurückgelassen und die zu derselben führende Arterie unterbunden mit der Berechnung, dass sich das nachgebliebene Stück der Niere atrophieren werde. Wider Erwarten atrophirte sich dieser Nierenrest aber nicht, sondern es bildete sich bei der Kranken eine Nierenfistel, durch welche eine bedeutende Menge—in 24 Stunden bis zu 1 Liter—Harn von

niedrigem specifischen Gewichte ausgeschieden wurde. Da der rechte Harnleiter gerissen war, so fand die Harnsecretion durch die Blase aus der gesund gebliebenen linken Niere ganz isolirt von dem Rest der rechten Niere statt. In die Fistel wurde eine Drainage gelegt. Der Harn aus der Blase und aus der Fistel wurde sorgfältig gesammelt, dessen 24-stündige Menge, Gefrierpunkt und Procentgehalt an Chlornatrium genau bestimmt. Fast jedes Mal wurde der Harn auf Eiweiss und der Niederschlag unter dem Mikroskop untersucht: weder in dem einen noch in dem andern Urin wurden jemals die geringsten Spuren von Eiweiss gefunden oder in dem Niederschlage unter dem Mikroskop ein Cylinder gesehen.

Ч И С Л О.			19	20	23	24	31	1	11	19	20	23	24	31	1		
$\frac{\Delta V}{P}$	$\frac{\delta V}{P}$	$\frac{\Delta}{\delta}$															
6.000	3.700	2.10															
5.500	3.400	2.															
5.000	3.100	1.90															
4.500	2.800	1.80															
4.000	2.500	1.70															
3.500	2.200	1.60															
3.000	1.900	1.50															
2.500	1.600	1.40															
2.000	1.300	1.30															
1.500	1.000	1.20															
1.000	700	1.10															
500	400	1															
V			1330	1740	1250	1200	1200	1150	1180	870	1000	740	775	700	590		
Δ			0.98	0.84	1.37	1.36	1.37	1.38	1.40	0.22	0.22	0.34	0.31	0.28	0.37		
Na Cl. %			0.41	0.49	0.70	0.76	0.77	0.80	0.66	0.24	0.22	0.35	0.29	0.30	0.38		
$\frac{\Delta V}{P}$			2210	2420	2902	2806	2800	2690	2800	325	377	426	424	332	370		
$\frac{\delta V}{P}$			1650	1556	2000	1830	1850	1754	2000	103	152	163	184	118	140		
P											59						

Auf Grund dieser nach Claude und Baltarard zusammengestellten Tabelle konnten folgende Schlüsse gezogen werden:

1) dass die linke gesunde Niere fast vollständige Compensation leistet und wie zwei normale Nieren arbeitet: die Kurve, welche deren molekulare Diurese darstellt, befindet sich in den Grenzen der Arbeitsleistung der zwei Nieren. Die Compensation wird sowohl seitens der Glomeruli als auch seitens der Harnkanälchen beobachtet: alle drei Kurven finden ihren Platz in den Grenzen der Normalwerte; 2) dass die molekulare Diurese des Nierenrests sehr herabgesetzt und 7-mal geringer als diejenige der gesunden Niere ist: 325 aus der Fistel gegen 2210 aus der gesunden Niere, 426 : 2902 u. s. w.; dass sich verhältnismässig viel Chlornatrium und eine ganz unbedeutende Menge abgearbeiteter Moleküle (Harnstoff, Harnsäure und dergl.)—103 aus der Fistel gegen 1650 aus der gesunden Niere—ausscheidet. Das Verhältnis der Diuresen zu einander wird in so grossen Zahlen ausgedrückt, dass für die Kurve in der Tabelle kein Platz ist, was auf eine starke Veränderung des Epithels der Harnkanälchen deutet. Man durfte annehmen, dass die Glomeruli nicht verändert waren, da viel Wasser und Kochsalz ausgeschieden wurde.

Da die gesunde linke Niere sich hinlänglich hypertrophirt hatte und der Nierenrest hinsichtlich der Harnsecretion sehr geringe Arbeit leistete, der Kranken dabei grosse Beschwerden verursachend, so wurde der Schluss gezogen, dass es angezeigt sei den Rest der rechten Niere zu entfernen, wobei grosse Hoffnung auf einen glücklichen Ausgang der Operation vorhanden war.

Am 11 Februar d. J. wurde der Rest, der ungefähr $\frac{1}{3}$ der ganzen Niere betrug, entfernt, wonach aus einem sagittalen Schnitte der oberen Hälfte und einem äquatorialen Schnitte der vorderen Seite desselben, mikroskopische Präparate zubereitet wurden. In beiden Präparaten waren die Glomeruli ganz unverändert. In den Harnkanälchen hatte überall ein mehr oder weniger scharf ausgeprägter, diffuser Desquamations- und Atrophirungsprocess stattgefunden: die tubuli contorti waren an vielen Stellen durch körnige Chromatinmassen verstopft, das Epithel derselben entweder ganz verschwunden oder abgestorben. In der Richtung der Medullarschicht wird das Bild der Desquamationserscheinungen weniger deutlich, doch findet man auch hier krankhafte Veränderungen am Epithel der Henel'schen Schlingen und der geraden Kanälchen, welche an vielen Stellen mit eben solchen körnigen Massen ausgefüllt sind, wobei diese Massen wahrscheinlich nicht autochtonen Ursprungs sind, sondern sich von oben herabgesenkt haben. Solches ist Prof. Nikiforoff's Meinung.

Die ausschliesslich auf der Annahme von der Richtigkeit der Koranyi'schen Theorie der Harnbildung beruhende Diagnose hatte sich in vollem Maasse bestätigt.

Seit der Operation sind nun schon zwei Monate vergangen; die Kranke fühlt sich vollkommen wohl und hat schon längst das Bett verlassen.

In den ersten Tagen nach der Operation fiel die Diurese, wahrscheinlich aus dem Grunde, dass die Kranke 5 Tage lang keine Speise zu sich nahm, wornach dieselbe wieder stieg, sodass gegenwärtig die Kurven sich in den Grenzen der Norm befinden.

Offenbar gewinnt Koranyi's Theorie immer mehr Anhänger, und ist zu erwarten, dass seine Methode die wissenschaftliche sowohl als die praktische Medicin noch um manche Thatsachen bereichern wird.

Die Bestimmung der Arbeitsleistung der Nieren wird hier durch mathematische Grössen ausgedrückt ¹⁾. Vieles von dem, was zu seiner Erklärung der Mitwirkung der Lebenskraft bedurfte, d. h. nicht näher, im Einzelnen, erklärt werden konnte, erklärt sich jetzt durch einfache physikalische Gesetze der Osmose. Bis jetzt bleibt auf Grund dieser Theorie der Harnbildung, wie auch aller anderen, nur unerklärbar, auf welche Weise das Wasser aus den Kanälchen zurück ins Blut resorbirt, der Harn condensirt wird.

Nach Prof. Ludwig's Theorie wird das Harnwasser von den Glomeruli ausgeschieden und von den Harnkanälchen, während es dieselben durchströmt, teilweise wieder aufgesogen. Darauf weisen hin: 1) Hüfner's Untersuchungen, welcher gefunden hat, dass bei Tieren, welche concentrirten Harn ausscheiden, die *tubuli contorti* sehr lang, wohingegen bei Fischen und Fröschen, deren Harn sehr diluirt ist, die Harnkanälchen kurz sind. 2) Wenn das Wasser von den Harnkanälchen wieder resorbirt wird, so muss die Menge des aufgesogenen Wassers von der Zeit abhängen, während der der Harn in denselben verblieben ist: je länger die Zeit ist, je mehr Wasser muss aufgesogen werden und je concentrirter muss der Urin sein. Heidenhain hat bewiesen, dass je schneller die Blutcirculation in den Nieren vor sich geht, desto schneller der Harn von den Glomeruli abgesondert wird und durch die Harnkanälchen fliesst und dass, umgekehrt, bei Verlangsamung der Blutcirculation in den Nieren der Harn langsamer abgesondert wird und in den Harnkanälchen fliesst. Daher muss bei incompensirten Herzfehlern die Concentration des Harns eine starke sein, resp. Δ , einen grossen Wert haben. Das wird in der Wirklichkeit auch beobachtet. 3) Bei pathologischer Veränderung des Epithels der Harnkanälchen—fettige Entartung bei Nephritis, bei chronischer Anämie—geht die Resorption des Wassers unvollkommen vor sich, und der Harn ist wenig concentrirt, Δ hat einem kleinen Wert. 4) Auf Grund von Versuchen über Auscheidung von Carmin durch die Nieren sieht Sobieranski die Harnkanälchen für einen Eindickungsapparat für den Harn an.

Mit einem Worte, die Frage von der Resorption des Wassers seitens der Harnkanälchen erscheint fast als eine durch faktische Beweise gelöste, und herrscht Ungewissheit nur darüber, auf welche Weise dieselbe stattfindet.

Dem Anscheine nach widerspricht dieser Process allen physikalischen Gesetzen der Osmose. In der That findet bei Berührung zweier durch eine tierische

¹⁾ Um die funktionelle Thätigkeit einer jeden der beiden Nieren zu bestimmen, müsste man die ganze 24-stündige Harnmenge einer jeden davon getrennt besitzen, d. h. eine jede 24 Stunden lang katheterisiren, was natürlich unmöglich ist. Um sich jedoch ein annäherndes Urtheil von der molekularen Diurese einer jeden Niere zu bilden, könnte, glaube ich, folgendes Verfahren angewandt werden. Man bestimme die 24-stündige gesammte Diurese beider Nieren, — angenommen dieselbe betrage 3000. Dann werde der eine Harnleiter z. B. 15 Minuten lang katheterisirt, — die Diurese der während dieser Zeit erhaltenen Harns sei = 10. Die Katheterisation des andern Harnleiters während einer gleichen Zeitperiode, d. h. 15 Minuten, ergebe für die Diurese der betreffenden Niere = 20. Nimmt man an, dass das Verhältniss 10:20 dieser Diuresen zu einander den funktionellen Fähigkeiten der beiden proportional ist, so kommen aus der Zahl der gesammten Diurese—3000— auf den Teil der ersten 1000, auf denjenigen der zweiten 2000.

Membran getrennter Flüssigkeiten von verschiedener Concentration die Strömung der Flüssigkeit immer aus der weniger concentrirten Lösung nach der concentrirteren hin statt. Im gegebenen Falle müsste also, da die Concentration des Blutes ($- 0,56$) viel geringer ist als diejenige des Harns, das Wasser sich aus dem Blute in die Harnkanälchen absondern und nicht umgekehrt, wie es in Wirklichkeit der Fall ist. Als Widerlegung von Prof. Ludwig's Theorie wies Hoppe-Seyler schon vor langer Zeit auf einen bekannten Versuch hin: er brachte Harn und Blut eines und denselben Tieres in osmotische Berührung, wobei das Wasser durch die Membran aus dem Blute in den Harn überging.

Man kann sich schwer vorstellen, sagt Hamburger, dass durch blosses Durchlassen durch einen Filter eine 1%-ige Lösung, z. B. von Chlornatrium, sich in eine $1\frac{1}{2}$ %-ige Lösung verwandeln könnte und dass die Eindickung des Harnes sich durch einfache physikalische Processe, ohne die Mitwirkung der Lebensthätigkeit des Epithels der Kanälchen erklären liesse.

Ich erlaube mir einige Betrachtungen zum Ausdruck zu bringen, welche vielleicht auch diese Seite der Frage beleuchten werden.

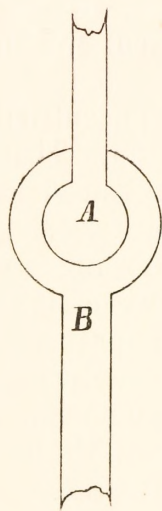
Dass Transsudation aus einer concentrirteren in eine weniger concentrirte Lösung durch eine halb durchgängige Membran möglich ist, ist eine Thatsache, die durch Pfeffer's Versuche bewiesen ist. Wird ein Gefäss mit halbdurchgängigen Wandungen (Pfeffer's Thonzelle), welches eine Zuckerlösung enthält, in Wasser gestellt, so dringt letzteres in das Gefäss mit der Lösung ein, und das Niveau in der Röhre desselben steigt und erreicht eine gewisse Höhe, dem osmotischen Drucke des Zuckers entsprechend. Dieser Druck kann manometrisch gemessen und in Atmosphären ausgedrückt werden. Wird diese Zuckerlösung vorher einem entgegengesetzten, dem osmotischen gleichkommenden Drucke durch die Röhre ausgesetzt, so findet die Osmose nicht statt. Ist der Druck noch grösser, so findet anstatt Endosmose Exosmose des Wassers aus der Zuckerlösung in das mit Wasser gefüllte Gefäss statt.

Mir scheint, die Annahme berechtigt, dass der hydraulische Filtrationsdruck in den Harnkanälchen grösser ist als der Blutdruck in den die Harnkanälchen umgebenden Capillaren, und zwar aus folgenden Gründen: der Blutdruck in den Capillaren der Glomeruli ist bei weitem höher als in den die Harnkanälchen umgebenden Capillaren. Die Gefässe der Glomeruli sind nicht einmal Capillare, sondern eine dünne verzweigte Arterie. Das Vas efferens des Gefässknäuels ist viel weiter als das Vas efferens, welches von hier aus sich zu den Harnkanälchen hinzieht und ein Capillarnetz bildet. Es ist offenbar, dass nachdem das Blut einen so langen Weg und ein so dünnes Vas efferens durchlaufen hat, es in die Capillare der Harnkanälchen mit einem viel niedrigeren Drucke gelangt, als wie er in dem Gefässknäuel ist.

Somit filtrirt der Harn in den Glomeruli und fiesst in den Harnkanälchen unter einem verhältnismässig starken Drucke, und es ist sehr wahrscheinlich, dass der hydraulische (Filtrations-) Druck des Harns in den Harnkanälchen grösser ist als der Blutdruck in den sie umgebenden Capillaren; ist aber dies der Fall, so muss aus dem Harn, obgleich einer concentrirteren Flüssigkeit, durch die Wandungen des Harnkanälchens Wasser in das Blut treten.

Dass der Druck in den Harnkanälchen grösser ist als in den Capillaren, findet auch directe Bestätigung: wenn der Druck, unter welchem der Harn aus dem Harnleiter secernirt, 40—64 Mm., d. h. eine bedeutendere Höhe erreichen kann als in den Capillaren, so muss er in den dem Centrum, der Einwirkungsstelle des Filtrationsdruckes, näher liegenden Harnkanälchen noch höher sein. Stellt man sich noch vor, dass die Absonderung des Wassers aus den Harnkanälchen in den venösen Teil der Capillaren, wo der Druck noch niedriger ist, vor sich geht, so wird die Differenz des Druckes des Harns in den Kanälchen und des Blutes noch grösser sein. Es ist auch möglich, dass die Schliessmuskeln, von denen die Papillae renales umgeben sind und deren Funktion bis jetzt unbekannt ist, den Druck in denselben und das Aufsaugen des Wassers ebenfalls befördern, indem sie den Ausgang aus den Harnkanälchen verschliessen.

Natürlich ist es nicht denkbar, dass aus einer durch einen einfachen Filter durchgelassenen 1%-igen Lösung eine 1½%-ige erhalten werden könnte; würde aber ein so complicirter Filter, wie die Niere einen vorstellt, eingerichtet, so ist es höchst wahrscheinlich, dass eine concentrirtere Lösung erhalten werden würde.



Stellen wir uns einen Destillirkolben *A* aus irgend einem durchgängigen Material, etwa Thon, vor, umgeben wir dieselbe mit der Muffe *B* aus einer halbdurchgängigen Membran, und lassen wir eine 1%-ige Kochsalzlösung unter Druck durch diesen Kolben fließen; in die Muffe wird diese Lösung auch als 1%-ige durchfiltriren, da aber unter der Einwirkung des Druckes aus dem Cylinder durch die Membran Wasser durchsickern, der Kochsalzgehalt aber nicht geringer werden wird, so ist es sehr wahrscheinlich, dass in der Muffe *B* eine 1½%-ige Lösung entsteht. Der Kolben *A* ist dem Gefassknäuel, die Muffe *B*—dem Harnkanälchen analog.

Wenn es sich erweist, dass diese Annahme eine genügende Grundlage besitzt, so wird die Frage bezüglich der Resorption des Wassers durch die Harnkanälchen sowie die ganze Theorie der Harnbildung auf einfache physikalisch-chemische Prozesse zurückzuführen sein, welche nach Maly's Versuchen unter anderem auch die saure Reaktion des aus dem alkalischen Blute erhaltenen Harns erklärt. Wird nämlich in den Dialysator eine Lösung gebracht, die eine Mischung von alkalischem phosphorsaurem Natron Na_2HPO_4 und saurem NaH_2PO_4 enthält, so dringt durch die tierische Membran vorwiegend das saure phosphorsaure Natron. Im Blute sind diese beiden Salze enthalten, das letztere aber in geringerer Menge, und es bildet sich aus dem ersteren unter der Einwirkung der Kohlensäure, der Harnsäure u. s. w. Nach der Filtration dieser Salze in der Niere ist auf Grund des physikalischen Gesetzes der Dialyse die Möglichkeit der sauren Reaktion des Harnes gegeben.

LITERATUR.

1. W. Pfeffer. Osmotische Untersuchungen. 1877.
2. I. H. Van't Hoff. Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen. Zeits. f. physik. Chemie. Bd. I. 1887.
3. Hugo de Vries. Osmot. Versuche mit lebenden Membranen. Z. f. phys. Chemie. Bd. II. 1888.
4. E. Beckmann. Ueber die Methode der Molekulargewichtsbestimmung etc. Ibidem.
5. H. Dreser. Ueber Diurese etc. Arch. f. exp. Pathol. 1891.
6. H. I. Hamburger. Die osmotische Spannkraft in den medicinischen Wissenschaften. Virch. Arch. 1895.
7. A. v. Korányi. Physiologische und klinische Untersuchungen über den osmotischen Druck thierischer Flüssigkeiten. Zeits. f. klin. Medicin. Bd. 33—34. 1897—98.
8. L. Lindemann (München). Die Concentration des Harnes und Blutes etc. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 65. 1899.
9. Richter und Roth. Exper. Beiträge zur Frage der Niereninsufficienz. Berl. klin. Woche. 1899. N. 30—31.
10. Claude et Baltazard. Cryoscopie des Urins etc. Journ. de Physiologie et de Pathologie générale. 1900. N. 5.
11. W. Sobieranski. Ueber die Nierenfunction etc. Arch. f. exp. Pathol. 1895.
12. R. Maly. Z. f. physiolog. Chemie. Bd. I. 1887.
13. Hoppe-Seyler. Physiologische Chemie.