Beiträge zur Lehre

vom

Mechanismus

der

Harnsecretion.

Von

Dr. C. Ludwig.

Marburg,

Akademische Buchhandlung von N. G. Elwert

1843.

Bibliotheca Marburgensis.

Vorwort.

Diese kleine Abhandlung ist ursprünglich in lateinischer Sprache der hiesigen medizinischen Facultät als Habilitationsschrift vorgelegt worden. Ich zog es vor, dem grössern medizinischen Publikum sie deutsch zu überliefern, was wohl keiner Entschuldigung bei dem bedarf, der ohne grosse philologische Kenntnisse sich ähnlichen Arbeiten in lateinischer Sprache unterziehen musste.

Der Leser wird es mir hoffentlich Dank wissen, dass ich so kurz wie möglich gewesen bin. Namentlich habe ich die Besprechung fremder Theorieen, die

mir doch auf meinem Standpunkt wenigstens nichtssagend erscheinen mussten, vermieden. So sparsam ich nun auch im Citiren war, so hoffe ich nichts desto weniger keine fremde Thatsache oder Ansicht mir unrechtmässiger Weise zugeschrieben zu haben. Sollte dieses geschehen sein, so mag der Hintenangesetzte dieses Versehn mit dem Anfängern eigenthümlichen Mangel an Litteraturkenntnissen entschuldigen.

Marburg, 1. Nov. 1842.

C. Ludwig.

Wie bekannt verlässt die Nierenarterie die Aorta unter einem stumpfen Winkel, dringt gegen den hilus renalis, und spaltet sich hier in mehrere, gewöhnlich in zwei, Aeste, einen hintern und vordern. Es treten diese auf das Becken, geben Capillaren für den Ureter und das umliegende Fett, schicken aber den grössten Theil ihres Blutes in den Bogen, welchen der Stamm auf dem Becken, zwischen diesem und der Kortikalsubstanz, bildet. Aus der äussern Seite des Bogens treten nun stärkere Zweige, welche auf der äussern Fläche der Nierenpapillen in die Nierensubstanz selbst eingehen. Sind diese zur Grenze zwischen Cortikal- und Medullarsubstanz der Niere gelangt so bilden sie von neuem Bogen, aus denen wiederum kleinere Aestchen gegen die Peripherie der Niere dringen. Diese kleineren Aestchen sind es, welche die eigentliche oder hauptsächlichste Menge der Capillaren abgeben. Es treten diese Capillaren aus den Aestchen, welche von den kleinen Bogen entspringen meist paarig in der ausserordentlichsten Regelmässigkeit aus, und beginnen ihre Vertheilung mit einem Gefässknäuel, dem sogenannten Glomerulus. Nicht alle Cappillaren entspringen jedoch direckt aus gerade aufsteigenden Aestchen, sondern es geben diese aufsteigenden Aestchen auch noch grössere Seitenzweige ab, aus welchen nach oben uud unten Capillaren mit Glomerulis ausgehen; diese grösseren Seitenzweige enden meist mit

2—3 Capillaren, die wiederum immer einen Glomerulus besitzen. Ueberhaupt muss ich bemerken, dass ich nie ein Gefässchen znr Capillarvertheilung innerhalb der Niere anders beginnen sah, als in der Corticalsubstanz, und dass jedes dieser einen Glomerulus besass, was gegen *Krause* und *Cayla* spricht; ferner habe ich nie mehr als einen Glomerulus an jeder Capillare gesehen, so dass alles Blut, was in die Nierensubstanz selbst strömt nur durch einen Glomerulus dringen muss. — In diesem Glomerulus nun haben die Gefässe eine interessante Vertheilung. — Schon *Huschke* vermuthete, dass die Vertheilung innerhalb derselben so sein mögte, dass ein oder zwei stärkere Capillarzweige sich aus dem eintretenden Gefässchen bildeten welche durch Anastomosen verbunden wären. *J. Müller* sprach dieses deutlicher aus und *Berres* endlich, welcher vortreffliche Abbildungen einer Art Glomeruli und der ein-, tretenden Gefässe gegeben, nahm eine sternförmige Vertheilung der Capillaren innerhalb dem Glomerulus an; ihm pflichtet *Krause* bei. Eine neue Ansicht hat *R. Wagner* in seinen »iconibus physiologicis« auftgestellt; er zeichnet nemlich nur eine vielfache Verschlingung des eintretenden Gefässes.

Von den neuerlichst über diesen Gegenstand erschienenen Ansichten reiht *Bowmann* sich der Ansicht von *Berres* und *Krause; Cayla* sich der älteren von *Huschke* an.

Da mir wegen meiner physiologischen Forschungen, vor allem die Glomeruli von Wichtigkeit waren, so habe ich sie bei wenigstens hundert zu diesem Zwecke injicirten Nierenvon Menschen, Hunden, Kanninchen, Schweinen und Pferden untersucht und bin zu einem Resultate gekommen, was zum Theil gänzlich den von *Berres* erlangten beistimmt und ausserdem die Ursache der von *Wagner* gezeichneten Abweichung aufs einfachste erklärt. Ich werde hier den Bau der Menschenniere zu Grunde legen. — Wir finden in der Menschenniere zwei sich wesentlich durch

ihre Grösse zum Theil durch ihr Verhalten unterscheidende Arten von Glomeruli, deren eine mehr nach der Oberfläche, deren andere tiefer in der Substanz der Niere sich findet. Zuerst die kleinere Art in dem Innern der Niere; es zerfällt in dieser die eintretende Arterie in mehrere, gewöhnlich 4 — 6 grössere Aestchen, welche unter sich vielfach und zwar mit den feinsten Queeraestchen anastomosiren, und welche bald wieder in ein einziges Aestchen das Vas efferens des Glomerulus zusammen treten. *Krause* nimmt mehrere Vasa efferentia an, ob dieses richtig, kann man erst nach Betrachtung vieler und in allen Graden gelungener Injectionen entscheiden. Ganz vollständige Injectionen sind wegen der Menge der den Glomerulus umspinnenden Gefässe nicht anwendbar, weil die unter dem Glomerulus hertretenden Gefässchen zu leicht Veranlassung zu Täuschungen geben. Man trifft aber zuweilen auf unvollkommene Injectionen, in denen das auf die Glomeruli folgende Gefässnetz nicht sich angefüllt hat und die Masse nur bis in die Vasa efferentia gedrungen ist; hier entscheidet sich einfach der Fall dahin, wie ihn *Berres*, *Bowmann* und ich angegeben.

Um und zwischen dieses Gefässkränzchen ist eine deutlich sichtbare Masse gelagert an der ich keine weitere Struktur bemerkbar fand. Viele erklären die Hülle geradezu für eine Membran, einen Sack. Die Entscheidung dieses letzteren Punktes ist nicht ohne alle Schwierigkeiten; frische Präparate scheinen zur Entscheidung ob ein Sack oder blos verbindender unorganisirter Stoff vorhanden, trotz des offenbaren Scheins des letzteren, wegen Mangels aller Durchsichtigkeit nicht anwendbar; bei getrockneten ist die mikroskopisch feine Masse zwischen und um die Gefässe so eingetrocknet, dass sie kaum sichtbar, und ist sie dieses, natürlich um die rothen Gefässe herum, den Schein einer Haut, nemlich einer doppelrandigen Masse angenommen hat. Ferner liefert natürlich gar keinen Beweis die nach dem Herausnehmen der

Glomeruli aus ihrem Bette, was leicht zu bewerkstelligen, zurückbleidende deutliche Vertiefung. Besser spricht für das Vorhandensein einer Membran, oder wenigstens für eine feste Agglutination der zwischen- und umliegenden Masse jedoch offenbar der Umstand, dass der leicht abreissende Glomerulus seine Form gegen ziemlich starken Druck hartnäckig wahrt, was nicht durch die feinsten Gefässhäute der Anastomosen bedingt sein kann.

Die zweite Art der Glomeruli findet sich mehr nach der Oberfläche der Niere hin; ich habe sie nur bei Menschen beobachtet. Ihr Ansehen stimmt im getrockneten Zustande gänzlich mit der von *Wagner* gegebenen Zeichnung; sie sind im Allgemeinen wenigstens noch einmal so gross als die tiefer im Parenchym liegenden Glomeruli, die einzelnen sichtbaren Gefässabschnitte zeigen einen viel stärkeren Durchmesser als die der vorhin erwähnten. Wie gesagt erscheinen sie getrocknet ganz der Wagnerschen Zeichnung gemäss als eine Verschlingung eines einzigen Gefässes; im feuchten Zustande aber sieht man deutlich auch in ihnen den oben beschriebenen Bau, nur ist die Zwischenmasse weniger bedeutend; dies und der grössere Durchmesser der Gefässe ist der einfache Grund der Täuschung gewssen; natürlich schrumpft beim Eintrocknen die Injectionsmasse nicht mehr zusammen, sondern nur die wenige Menge Zwischensubstanz, wesshalb sich die einzelnen Gefässe nahe aneinander legen, ja sich theilweise seitlich decken. Beiläufig sind diese Glomeruli die besten um die Singularität der vas efferens zu zeigen.

Das Vas efferens theilt sich, nachdem es kurze Zeit, meist so lang als der Glomer. es selbst ist, einfach verlaufen von neuem in mehrere Zweigelchen, welche mit den aus den neben, unten und darüberliegenden gleichen Zweigen ein engmaschiges Geflecht bildet, was in gar keiner Beziehung zu den zwischen liegenden gewundenen Harnkanälchen steht. Aus diesem Geflecht heraus treten, so wie der gestreckte Verlauf der Harnkanälchen beginnt, eine unendliche Anzahl

schon im Durchmesser dicker gewordener Gefässe, welche die Harnkanälchen in ihrem gestreckten Verlaufe begleiten. Auf diesem Wege bilden sie vielfache Schlingen, welche umkehren, mehr und mehr Gefässe aufnehmen, im Durchmesser wachsen und in die Venen, welche den kleineren Bogen der Arterien congruent laufen, einmünden. Es ist jedoch dieses nicht die einzige Art des Ueberganges der Capillaren der Corticalsubstanz in die Venen; ein grosser Theil geht aus dem engmaschigen Geflecht direckt über. Ich habe diesen Uebergang nicht mit dem Mikroskop gefunden, aber wenn man den Ureter injizirt, wobei sich zuweilen die Capsel-Venen füllen, erhält man einen Theil dieser Netze, häufig ohne irgend einen andern Theil des Blutgefässsystems. Es treten diese Capillaren wahrscheinlish in die Venen, welche sich aus dem peripherischen Venengeflecht bilden und durch die Corticalsubstanz zu den kleineren Venenbogen treten; es gründet sich meine Vermuthung auf das Zunehmen dieser Venen an Lumen auf diesem kurzen Wege.

Ich erwähnte eben noch ein peripherisches Gefässgeflecht der Nieren. Es ist dieses bisher trotz seiner charakteristischen Eigenschaften und seiner functionellen Wichtigkeit unbeachtet geblieben. Professor *Bünger* hat es mir zuerst gezeigt, und mir zur Publication mitgetheilt.

Dieses peripherische Gefässnetz nun wird nach der Entdeckung meines ausgezeichneten Vorstandes, Professors *Bünger* von den äussersten Spitzen der graden aus den Arcus minores aufsteigenden Aesten, welche auf der Peripherie strahlig auseinander fahren, gebildet. Die feinsten Zweige dieser Spitzen enthalten keine Glomeruli mehr, bilden ein äusserst engmaschiges, rhombodiales Netz, welches die äussersten grösseren Glomeruli und die Schleifen der Harnkanälchen deckt; aus diesem Netze treten die Venen congruent den Aterien zusammen und verlaufen zu den arcus minores. Ehe ich den Gefässverlauf verlasse, werde ich noch die Grössenverhältnisse der Durchmesser der einzel-

nen Gefässquerschnitte angeben. — Ich gebe die Bestimmungen nach *Krause*, dem gewandtesten Forscher in dieser Beziehuug.

Durchm. d. Nierenart. $3\frac{1}{4}'''$—$3\frac{1}{2}'''$ Pars. = 8,289—9,616 □''' der Fläche des Querschnitts.

Durchm. d. Vase afferentis u. efferentis. Glomer. $\frac{1}{100}'''$ Par. = 0,000030 □''' Fläche

Durchmesser eines Gefässes im Glomerulus $\frac{1}{200}'''$ Par. = 0,000011 □'''

die Summen v. 4 solchen Gefäss. = 000044 □''' } Fläche

Drchm. d. Nrnven. 8—9''' = 50' □''' — 63,58 □'''

Uebersehen wir nun welche abwechselnden Erweiterungen u. Verengerungen die Röhren, welche den Blutstrom leiten, erfahren, so sieht man, dass in dem Glomerulus die Fläche der Querschnitte selbst bei der geringsten Schätzung sich bedeutend mehrt, im Vas efferens sich wiederum bedeutend mindert, und hierauf höchst wahrscheinlich nicht mehr an Weite abnimmt, ja im Gegentheil gegen die Vene hin sich ungeheuer mehrt *).

Es sind alle solche Zahlen nur für ungefähre Schätzungen zu halten. Mathematische Genauigkeit darf man ihnen nie beilegen. Jeder der Gefässe gemessen, kennt die Unmöglichkeit der genauen Bestimmungen, schon die grössten Gefässe geben Variationen von $\frac{1}{4} = \frac{1}{2}'''$ wenn man selbst die genaueste Methode d. h. den konischen Maassstaab anwendet. Gänzlich muss man sich, wenn die Verhältnisse wie in unserm Fall nicht zu abweichend sind, hüten, Schlüsse aus ihnen zu ziehen, weil, da die Querschnitte sich wie die Quadrate der Radien verhalten, schon geringe Fehler in den Radien die grössten in den Querschnitten hervorrufen.

*) Ich will noch hier folgendes beifügen. Um ein lumen von 9, °□''' (das der Nierenarterie) zu geben, sind 300000 Gefässe von $\frac{1}{100}'''$ Par. d., und um ein solches 60,0 □ zu bilden, 2000000 von $\frac{1}{100}'''$ d. nöthig, eine Summe, die schwerlich vorhanden sein dürfte.

Die Bestimmung des an sich einfachen Verlaufs der Harnkanälchen wird wegen der Schwierigkeit der Injection sehr zweifelhaft. Man darf zu ihrer Untersuchung nur die gelungensten Praeparate anwenden. Hier fand ich den Verlauf der Nierenkanälchen wie ihn unsere besseren deutschen Beobachter, *Huschke*, *Müller*, *Weber*, *Wagner*, *Krause* immer gefunden. Freie Enden sah ich nie, zuweilen Schlingen. Ich muss hieraus schliessen, dass die Meinung, als ob Enden oder gar Anschwellungen der Enden in den Harnkanälchen existiren, von unvollkommenen Injectionen herrühren.

Ich darf diesen Gegenstand nicht ohne Besprechung der oft ventilirten Streitfrage, ob sich eine freie Communication zwischen Harn- und Blutgefässen finde, verlassen; und ich hoffe die Sache zu Ende gebracht zu haben.

Injicirt man in die Arterie gefärbte Wachsmasse, so erhält man je nach der Frische der angewendeten Nieren, oder der Consistenz der angewendeten Masse, den Ureter bald mit rother bald mit ungefärbter Masse gefüllt, bald aber auch gänzlich leer,

In den beiden letzten Fällen wo die rothe Masse nicht allein die Peripherie sondern auch die gestreckten Gefässe der Papillen vollständig gefüllt hat, hat offenbar kein Uebergang stattgefunden; ja es beweisst das Präparat, in dem aus der durch Terpentinöl sehr verdünnten Masse die rothen Farbestoffpartikeln abfiltrirt sind, direckt gegen eine Verbindung der lumina. — Diesen beiden Vorkommnissen scheint aber das dritte Ergebniss, nämlich das öftere Vorhandensein von gefärbter Masse in die Ureteren offenbar zu widersprechen, und es lässt sich in der That bei vollkommen gelungenen Injectionen, bei denen sich die Papillen vollständig gefüllt haben, kein exakter Schluss ziehen, so dass ich anfangs zweifelhaft blieb. Später aber erhielt ich in wenigstens 10 und mehr Injektionen und namentlich an Menschennieren, die mehrere Tage, freilich bei kühlem Herbstwetter, gelegen diese Anfüllung des

Ureters, auch ohne dass eine Spur der Masse in die gestreckten Gefässe der Papillen gelangt war. Untersuchte ich hier nach Entfernung der Masse aus dem Ureter die Schleimhaut desselben, so fand ich immer deutliche Extravatstellen. Es hat also jetzt das Resultat nichts auffallendes mehr, denn es wird wohl jedem, der sich mit Injectionen beschäftigt hat, bekannt sein, dass in den Capillarnetzen aller Schleimhäute sich Extravasate in die Höhlen hinein einstellen. So z. B. habe ich noch keine Nase ohne Extravasat injizirt.

Injizirt man aber die Arterie mit Eiweiss oder verdünnter Hausenblasen-Solution, und fügt als Farbestoff frisch niedergeschlagenes $PbO\ CrO_3$ bei, so findet man in der immer aus dem Ureter dringenden Flüssigkeit nur Spuren von Farbestoff, während der Strom aus der Vene die concentrirte Färbung mit bringt. Um ein reines Resultat zu erhalten, ist es in diesem Falle nöthig, in den Ureter eine gebogene Glasröhre, die man in ein entfernter stehendes Glas leitet, einzubinden. Auch dieses Resultat spricht gegen einen direckten Uebergang. Es ist bekannt, dass schleimige Flüssigkeiten feine Partikelchen selbst durch dicke Filtra mit sich reissen, was offenbar hier geschehen ist; denn hätte ein direckter Uebergang stattgefunden, so müsste bei der gänzlichen Erschlaffung der Nieren, die durch ihr längeres Liegen in warmen Wasser hervorgebracht ist, sich der feine atomistisch körnige Niederschlag durch jede Art von offenen luminibus durchgedrängt haben. Setzt man aber, namentlich bei Anwendung eben ausgeschlachteter Schweinenieren der injizirten Eiweisssolution fein gepulverten und geschlemmten Kiesel bei, so findet man weder in der aus dem Ureter dringenden Flüssigkeit, noch in der Höhlung derselben die geringste Spur dieses Pulvers. Man überzeugt sich hiervon leicht, wenn man die Flüssigkeiten, die aus den Ureteren während der Injection gedrungen und das Waschwasser der Ureteren, theils dekanttrt, theils filtrirt, wo in den

aus Epitheliumszellen und Blutkörperchen bestehenden Niederschlag keine Spur von Kieselsäure enthalten ist.

So sprechen also offenbar alle Data, die man durch Injektion der Blutgefässe erhält, gegen einen direkten Uebergang.

Complicirter erscheint auf den ersten Blick das Verhalten, wenn man in den Ureter injicirt. Man erhält nach der *Caylaschen* Methode nur dann ein einigermassen reines Resultat, wenn man keine Indigosulotion oder Dinte, die wegen der Imbibitionsfähigkeit der thierischen Membranen gänzlich verworfen werden müssen, sondern einen körnigen Farbstoff anwendet. Füllt man also Hausenblase und einen körnigen Farbstoff in den Ureter, und quetscht das Nierenbecken, während man immer mit der Spritze nachfüllen lässt, zwischen den Fingern, so erhält man eine totale Injection der Niere. Man sieht auf der Peripherie der Nieren die in einzelnen grossen Bündeln zusammengelegten Harngefässe und über diesen die viel feineren Blutgefässe des Büngerschen Geflechtes; auf einem Durchschnitt gewahrt man ferner die geschlängelten Harngefässe und um sie herum einzelne gefärbte Glomeruli, die Netze hinter den Glomerulis vollständig, endlich die aus diesen Netzen tretenden gestreckten Blutgefässe. Untersucht man die Venen-Stämme und Stämmchen, so findet man sie strotzend voll, während die Arterie öfters leer ist. *Cayla* scheint mit Ausnahme der Glomeruli alles dieses für Harngefässe gehalten zu haben. Wenn man dieses will, so kann man mehr als drei Arten von Harngefässen finden. Dass die ausser den charakteristischen öfter beschriebenen Harngefässen injicirten Theile dem Blutgefässsysteme angehören, davon überzeugt man sich leicht, wenn man Nieren injizirt, in denen nicht die Spur in den Ureter übergegangen ist; bei diesen findet man dieselben Geflechte an denselben Stellen, nur nicht die geschlängelten in ihrem Verlaufe in der Cortikalsubstanz nicht anastomosirenden Harnkanälchen. Anfänglich hoffte ich über den Punkt die-

ses offenbaren Uebergangs dadurch ins Reine zu kommen, dass ich die am meisten charakteristischen geschlängelten Harngefässe auf einem Durchschnitt verfolgte, um zu sehen, ob sie wirklich mit den Blutgefässen anastomosirten. Wenn ich nun auch öfter derartige nicht anastomosirende Gefässe fand, so überzeugte ich mich doch, dass weil hier ebenfalls Blutgefässe jeden Calibers liegen, aus dieser Untersuchung kein Heil fliessen konnte. — Ein anderer Weg gab eine bessere Entscheidung. Ich injicirte den Ureter mit nicht sehr conzentrirter, mit körnigem Farbstoff einprägnirter Hausenblasenlösung, ohne jedoch mit den Fingern die Nierenbecken zu kneten. Es füllten sich jedesmal plötzlich sämmtliche Venengeflechte des Ureters und der Kapsel. Diese Nieren wurde nach Gerinnen des Leimes und vorsichtiger Entfernung der Masse aus dem Ureter untersucht. In mehreren dieser Präparate fand man sämmtliche Papillen gänzlich leer, das Büngersche Geflecht und ein Theil der Blutgefäss-Netze der Cortikalsubstanz gefüllt; nicht minder sämmtliche Blutgefässe des Ureters und der Kapsel. Dieses Resultat war mehr als hinreichend um den Grund des *Cayla'schen* Irrthums einzusehen. — Es ist bekannt, dass in den meisten Fällen, wo Extravasat nach der Injektion vorkommt, namentlich im Prenchym der Organe, dieses nicht in die umliegenden Blutgefässe, sondern aus bekannten Gründen in die Zellgewebsmaschen dringt. Ein anderer Fall beim Ureter und Nierenbecken. Es liegt hier eine glatte Schleimhaut mit dünnem Epithelium auf einer festen theils elastischen, theils muskulösen Unterlage, mit kurzem Zellgewebe an dieselbe geheftet, in dem sich stärkere Venen ausbreiten. Zerreisst das Epithelium, und die oberflächlichlichste Schleimhautschicht, was bei starker Anspannung leicht geschieht, und werden, was ebenwohl durch diese Anspannung zu Stande kommt, die zerrissenen Capillaren auseinander gehalten, so muss leicht die injicirte Masse in diese einen Ausweg suchen, in die grösseren Stämme dringen und von hier aus, wenn die

Venen, zu gebunden, wieder weiter in sämmtliche mit ihnen selbst auf entfernten Wegen communicirenden Gefässe einfliessen*).

Valentin machte auf mehrere bei der mikroskopischen Analyse sich ergebende Irrthümer aufmerksam. Eine seiner Erklärungen halte ich nicht für aus Präparaten geschöpft, da stärkere Blutgefässe sich nicht so eng an die Harnkanälchen anschliessen, engere aber den ganzen Harngefässkanal nicht decken können. Zudem ist das die eine oder andere Art von Gefässen umgebende Gewebe zu nachgiebig um nicht durch den starken Druck, der zur Injektion angewendet wird, eher zusammengeschoben zu werden als die durch die erste Injektion strotzend gefüllten Gefässe.

Die zweite Ursache der Täuschung dagegen, die *Valentin* angibt, ist eine äusserst häufige Quelle von Fehlern für den Ungeübten; es erscheint nemlich, wenn sich ein bisher in der Schweite liegender Theil nach unten biegt, und ein anderer an seine Stelle tritt, dieser letztere als reine Fortsetzung des ersteren, wenn man nicht durch vorsichtiges Auf- und Niedergehen mit der Linse sich vom wahren Verlauf der Faden überzeugt; dieser Umstand kommt vielleicht in der Niere häufiger als sonst wo vor. Häufig, besonders auf der Oberfläche der Nieren, wo die Maschen des obenbeschriebenen peripherischen

---

*) Man sieht, es ist ein Injektions-Verfahren, was so viele Fehlerquellen mit sich bringt, nicht anwendbar. Folgendes ist die einzige richtige Methode. Man injicirt vorerst mit der bekannten Leim- oder Wachsmasse, die mit einem kornigen Farbstoff gefärbt ist, das Blutgefässsystem mit einer Spritze; nachdem man sich überzeugt hat, dass der Ureter kein Extravasat enthält, füllt man mittelst der Luftpumpe die Harnkanälchen. Alle auf anderem als auf diesem Wege erlangten Resultate sind zweifelhaft.

In auf diese Weise bereiteten Präparaten haben wir obenbeschriebene Struktur gefunden.

Geflechts sich in die Schlingen der Harnkanälchen einsenken.

Ferner war mir noch die Thatsache, ob die Kelche Muskelfasern enthalten von Wichtigkeit; trotz der emsigsten Untersuchung an Menschen und Kaninchen war ich nicht im Stande dieselbe aufzufinden; ich fand nur Bindegewebe unter der Schleimhaut.

Die Elementarstruktur der Nierenbestandtheile ist von *Henle* erörtert, ich muss mich seinen Untersuchungen bis jetzt anschliessen, sie erscheinen mir vortrefflich.

Ueber den Verlauf der Nierennerven lässt sich bis jetzt wenig sagen; ich habe sie von Neuem einer Betrachtung unterworfen, bin aber noch zu keinem Ende gekommen.

Ehe ich zum Hauptpunkt gegenwärtiger Abhandlung schreite, sei es mir erlaubt in Wenigem die wesentlichsten chemischen Verschiedenheiten des Blutserums und der Harus vorzuführen.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass der Harn sämmtliche nothwendigen oder zufälligen Salze des Bluts mit Ausnahme der Seifen- und Eisenverbindungen enthält, dass ihm aber alle Proteinkörper, das Blutroth, die nicht verseifbaren, sowie die phosphor- und stickstoffhaltigen Fette abgehn, während er vor dem Serum voraus die Harnsäure und ihre Verbindungen, sowie Ammoniaksalze zu enthalten scheint. — Vor kurzem glaubte man dasselbe vom Harnstoff. Die neueren exakteren Untersuchungen haben jedoch auch im gesunden Serum (*Simon, Marchand*) Spuren von Harnstoff nachgewiesen *).

So gross wie die qualitativen Verschiedenheiten im Ganzen sind die quantitativen der beiden Flüssigkeiten gemein-

*) Was vom Harnstoff, gilt wohl auch von der Harnsäure und ihren Verbindungen. *Müllers* physiolog. Gründe wenigstens und die Untersuchung der Gichtproduckte haben unzweifelhaft bewiesen, dass die Nieren nicht die specifische Bildungsstätte der Harnsäure sind, und die Andeutungen von *Liebig* haben wahrscheinlich gemacht, dass sich ihr Vorkommen an die Proteinkörper und eine entsprechende Respiration binde.

schaftlichen, Stoffe, und zwar sowohl in Beziehung zu ihrem Lösungsmittel, dem Wasser, als in ihrem Verhältniss zu einander. Um dieses Verhältniss mehr zu veranschaulichen füge ich eine Berechnung des prozentischen Gehaltes der beiden Flüssigkeiten gemeinschaftlichen Bestandtheile b ei

Aus folgenden Serum Analysen ist das Eiweiss, die Fette und Seifen als niedergeschlagen betrachtet, und das Verhältniss der Salze zum Wasser und in den fernern das Verhältniss der einzelnen constituirenden Salze zum ganzen Rückstand berechnet. —

1) Salze des Serums.

a) Ihr Verhältniss zum Wasser.

Berzel.		*Lecanu.*	I.	II.	*Marcet.*	
aq.	98,46	aq.	98,61	98,59	Aq.	98,54
lactat. et extr. carn.	0,44	sbt. extr.	0,41	0,49	Lact. et Extr.	0,45
Na Cl$_2$	0,65	K, Na Cl$_2$	0,65	0,60	Na et Ka Cl$_2$	0,72
alb. KO NaO Ph$_2$ O$_5$	0,45	CO$_2$, Ph$_2$ O$_5$, SO$_3$, NaO	0,23	0,22	KO SO$_3$	0,05
					Na O CO$_2$	0,18
		CaO, MgO Ph$_2$ O$_5$, CaO, MgO CO$_2$	0,10	0,10	CaO MgO Ph$_2$ O$_5$	0,07

b) Das Verhältniss der einzelnen Salze zum ganzen Rückstand.

Marcet.		*Berzel.*		*Lecanu.*	I.	II.
Ka, Na Cl$_2$	50,00	Na Cl$_2$	42,83	Ka, Na Cl$_2$	46,87	42,99
extr. carn. Lactat.	30,30	extr. carn. NaO lact.	28,36	extr. carn.	29,61	35,41
KO SO$_3$	2,65	NaO KaO Ph$_2$ O$_5$ Album.	28,81	Ca O, MgO, Ph$_2$ O$_5$	7,11	6,70
NaO CO$_2$	12,50			Ca O, MgO, CO$_2$		
CaO, MgO, Ph$_2$ O$_5$	4,55			NaO CO$_2$, 2NaO Ph$_2$ O$_5$, NaO SO$_3$	16,41	15,40

2) Urinsalze.

a) Ihr Verhältniss zum Wasser.

Berzel.		*Lehmann*	I.	II.	III.	
Aq.	93,30	aq.	93,76	93,40	93,24	
Ur.	3,00	ur.	3,14	3,29	3,29	
Acid. uric.	0,10	acd. ur.	0,10	0,10	0,10	
Acid. lact. extr. alcoh. et aquos.	1,71	acd. lact.	0,15	0,15	0,15	
		extr. aq.	0,06	0,05	0,06	
		extr. spir.	1,00	0,98	1,08	
			1,39	1,37	1,46	
KaO, NaO SO$_3$	0,68	AmO lact.	0,19	0,19	0,17	
2NaO Ph$_2$ O$_5$	0,29	Am, Na Cl$_2$	0,36	0,36	0,37	
2AmO Ph$_2$ O$_5$	0,16	KO SO$_3$	0,73	0,72	0,73	
Am, Na Cl$_2$	0,59	2NaO Ph$_2$ O$_5$	0,37	0,36	0,39	
CaO MgO Ph$_2$ O$_5$	0,10	CaO MgO Ph$_2$ O$_5$	0,11	0,11	0,11	
Si O$_3$	0,03					

Nysten. [urina potus]		*Becquerel.* [urina chlorotica]	
aq.	99,50	aq.	98,28
NaO SO$_3$, AmO Ph$_2$ O$_5$, Cl$_2$ H$_2$	0,18	urcae	0,65
		a. uric.	0,03
		sbt. org.	0,62
		Sal. anorg.	0,42
urcae	0,23		
CaO MgO Ph$_2$ O$_5$, extract. alch.	0,09		

b) Ihr Verhältniss zum Rückstand.

Berzel.		*Lehmann*	I.	II.	III.	*Nysten*	*Becquerel*
Ur.	45,77	49,68	48,39	49,10	46,0		37,78
Acid. ur.	1,49	1,61	1,57	1,63	ø		1,74
Sal. lact. subst. extract.	25,52	23,13	20,24	23,72	ø		36,05
Na, Am Cl$_2$	8,50	5,82	5,56	5,82			
2AmO Ph$_2$ O$_5$	4,33	ø	ø	ø			
KaO SO$_3$, NaO SO$_3$	10,15	10,38	10,78	10,92	36,0		
2NaO Ph$_2$ O$_5$	4,33	5,96	5,38	5,65			24,43
CaO MgO Ph$_2$ O$_5$	1,49	1,97	1,73	1,65	18,0		
Si O$_3$	0,05	ø	ø	ø	ø		

Ueberblicken wir die Verschiedenheiten. Der Gehalt des Serums an Salzen, der nach den bis jetzt bekannten Analysen nicht ganz unkonstant zu sein scheint, hält sich zwischen 1,28 — 1,4%.

Eine weit concentrirtere Lösung ist meist der Harn, er

enthält nemlich von 2,5—7%. Der Getränksharn macht hiervon jedoch eine Ausnahme, indem er $\frac{10}{20}$ Rückstand zeigte. Wir sehen nun bei genauerer Untersuchung, dass wir es im Harn nicht mit einer gleichmässigen Mehrung der einzelnen Bestandtheile des Salzrückstandes des Bluts zu thun haben, sondern dass sich einzelne Theile desselben sehr bedeutend mehren, während andere sich relativ wenigstens mindern. Und zwar finden wir im Einzelnen:

a) Harnstoff im Blut nur in Spuren*), im Harn aber in bedeutender und im Harnrückstand in überwiegender Menge. Er macht meist $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ desselben, sei der Harnrückstand viel oder wenig, aus.

b) Bei den Extractivstoffen ist das Resultat der Vergleichung nur ein Approximatives, weil sie sich quantitativ überhaupt nicht scharf bestimmen lassen, da sich Extraktivstoffe während der Analyse in thierischen Flüssigkeiten bilden. Und zwar geht diese Bildung im Harn, dessen einzelne Bestandtheile schärfer definirt und besser constituirt sind weniger rasch und weniger extensiv vor sich als im Blut.

Nach dem Vorliegenden ist in den Rückständen ihr Prozent-Gehalt annähernd ein gleicher; in der Solution sind sie im Harn meist (1 — 4 mal) conzentrirter vorhanden.

c) Schwefelsaure Salze von vielen in Blutserum gar nicht, von andern in kaum bemerklicher Quantität gefunden; beträchtlich ist aber ihre Menge im Harn, hier sind sie $\frac{1}{10}$ und mehr des ganzen Rückstandes.

*) Dass *diese Spuren* nicht im Sinne der Mineralanalytiker genommen werden darf, ist bei einem so leicht zersetzlichen Stoff ohne hin anzunehmen. Auf besondere Fehlerquellen hat aber *Marchand* aufmerksam gemacht; nach ihm ist noch 0,2 zu den Spuren zu rechnen; also das 4fache der im Blut wirklich vorhandenen schewfelsauren Verbindungen.

d) Phosphorsaure Verbindungen im Harn konzentrirter; ihr relatives Verhältniss zu den andern gelösten Bestandtheilen im Harn gleich dem derselben im Blut.

e) Chlornatrium im Blut konzentrirter; sein relatives Verhältniss in den beiden verschiedenen Salzrückständen ist sehr abweichend; der Harnrückstand enthält nemlich bedeutend weniger dieses Salzes als der Salzrückstand des Serums; während es in letzterem fast die Hälfte der ganzen Menge ausmacht, sehen wir im Urin es $\frac{1}{20}$ des Rückstands betragen.

Nun noch einiges über den Wassergehalt des Urins, mit andern Worten über die Menge des gelassenen Urins in Beziehuug auf seine festen Bestandtheile.

Es ist ein schon von *Chossat* bewiesener, von *Lecanu, Lehmann, Becquerel* etc. bestätigter Satz, dass die Conzentration zur Menge des Gelassenen im Allgemeinen im umgegekehrten Verhältniss steht, so jedoch, dass die Menge der abgeschiedenen festen und wässrigen Theile in keiner festen Proportion zu einander stehen.

So fand *Lecanu,* dass wurden des Tags unter 1000 Gr. gelassen die Conzentration auf und über 4% stieg, während, wenn mehr als 1000 Gr. gelassen wurden, sie unter 3% sank. Hiermit übereinstimmend *Lehmann,* der jedoch einen weit conzentrirteren Harn untersuchte bei 11—1300 Gr. eine Conzentration von 5%, bei 8—1100 6%, 700 7% etc. Ferner ergiebt sich aus weitern Untersuchungen, dass dieses Verhältniss für jedes Individuum ein Verschiedenes ist.

Es wäre nun noch, um zu zeigen, dass die festen Bestandtheile und das Wasser keine bestimmte quantitative Beziehung zu einander haben, für jeden einzelnen Bestandtheil diese Inconstanz nachzuweisen, was leicht zu bewerkstelligen ist.

Harnstoff. Lecanu A. 745 Gr. Urin und 1664 Gr. Urin, gleiche Mengen Harnstoff 28,3 und 28,2 Gr. 857 Gr. Urin, 29,9 Harnstoff. — E. 1713 Gr. Ur., 33,0 Harnst. 1932 Gr. Urin, 27,6 Harnstoff. — D. 3925 Gr. Urin, 27,1 Harnstoff.

2038 Gr. Urin, 30,247 Harnst. Dies von Personen gleichen Geschlechts und gleichen Alters. Noch auffallender zwischen Personen bei denen alle Umstände verschieden sind. Bei Greisen auf 762 Gr. Urin 5,65 Harnstoff, auf 1040 Gr. Urin 12 Gr. Harnstoff. Bei Frauen auf 2045 Gr. Urin 10,2 Harnstoff etc.

In Krankheiten, wie in der Brightschen und der Harnruhr, ist die Harnstoffmenge noch auffallender verringert und ebenso erscheint sie sehr verringert in den Simonschen Analysen, wo die Extractivstoffe sehr bedeutend an Quantität zugenommen haben.

Chlorverbindungen. Lecanu. A. auf 941 Gr. und 1684 Gr. Urin 4,4 Chlorsalze. Auf 1274 Gr. Urin 7,5. — B. auf 889 Gr. Urin. 1,2 und auf 712 Gr. 2,4 Chlorverbindungen. — E. bei gleichen Mengen Urin 1749 und 1713 = 1,85 und 4,6 Gr. Bei Frauen auf 2045 Gr. Urin 0,6 und bei 1226 Gr. Urin. gar nur 0,01.

Schwefelsaure Verbindungen. Lecanu; A. 941 Gr. Urin 2,3 und 1274 Urin 2,6. C. 1932 und 1678 Gr. Urin gleiche Mengen 2,2 etc. Es sind jedoch hier die Verhältnisse nicht so ausserordentlich abweichend als beim Harnstoff und den Chlorverb ndungen.

Phosphorsaure Verbindungen. Lecanu. A. 1274 und 1684 Gr. Urin gleiche Menge 1,0 Gr. — Bei E. 1678 Gr. Urin, 1,1 und 1742 Gr. 0,4 etc.

Milchsaure Verbindungen. Leider fehlt es hier noch gänzlich an genaueren Arbeiten; die Milchsäure ist immer unter den Extractivstoffen mitbestimmt. Der Versuche von *Lehmann* aber sind zu wenige. Es ergiebt sich jedoch aus der Betrachtung krankhafter Zustände obige Behauptung aufs Klarste. Ich brauche nur an die sogenannte Alcalescenz des Harns zu erinnern. — Wir müssen allerdings von der Alcalescenz der Anazotoria *Willis*, dem alcal. Harn bei Rückenmarkskrankheiten und bei Haematuria absehen, weil bei diesen übermässiges Natron und Ammoniak vorhanden, und die Alcalescenz zum Theil auch erst in der Blase entsteht. *Rayer* hat

uns jedoch eine Anzahl Fälle von Rheumatismus und Gastritis chronica bekannt gemacht, in denen alkalischer Urin und zwar in ungeheurer Quantität zum Theil gelassen wurde, ohne dass eine grössere Menge von Basen im Harn vorhanden gewesen wäre. Noch schlagender aber zeigt sich der Mangel an Milchsäure (durch Alkaleszenz des Harns mit einem entsprechenden Mangel an Basen) bei den ungeheuren Quantitäten Urin in der Harnruhr, deren Produkt *Simon*, *Lehmann* und *Bequerel* genauer untersucht haben. Vgl. *Simons* medic. Chemie.

Extractivstoffe. Die Inconstanz ist hier zu auffallend als dass es zu ihrer Bestätigung Zahlen bedürfte; ein Blick in *Simons*, *Becquerels* und namentlich *Lecanus* Tabellen ist hinreichend, um die auffallendsten Contraste zu zeigen.

Indem wir zu unserer eigentlich uns vorgesetzten Frage, welches ist die Kraftquelle der Urinabsonderung? dringen, ist es nothwendig, uns die Funktionen der Kräfte, welche bisher als Absonderungsursachen überhaupt angegeben sind, noch einmal vor Augen zu stellen.

Man hat eine vitale, chemische und mechanische Kraft, durch welche die Absonderung von Flüssigkeit durch die Membranen der Blut- und Drüsengefässe erfolgt, angenommen. — Erstere bis jetzt nirgends erwiesen, und zum Allerwenigsten nicht hinreichend definirt, werde ich vor der Hand mit Stillschweigen übergehn, und später für die Nierenabsonderung ihre gänzliche Unanwendbarkeit zeigen.

Also zuerst von der chemischen Kraft, der sogenannten *Endosmose.* Um ihre Kenntniss haben sich *Fischer*, *Parrot*, *Dutrochet*, *Magnus* und *Kürschner* verdient gemacht. Nach den durch diese Forscher bekannt gewordenen Thatsachen ist dieselbe, wie erwähnt, eine rein chemische, indem nach den Gesetzen der Verwandschaft eine Anzie-

hung der Atome heterogener Stoffe durch die Poren der Membranen, insofern diese der chemischen Qualität den Durchgang gestatten, erfolgt*). Nach und aus diesen Erfahrungen, was mit obiger Definition stimmt, richtet sich die Quantität des Angezogenen und die Schnelligkeit mit der die Anziekung erfolgt nach der Quantität des Anziehenden**).

Sehen wir nun, ob die endosmotische Kraft Ursache des Austritts von Harn aus dem Blute sein kann. Wir wissen, dass als erste Bedingung für die Endosmose ein anziehender Stoff nöthig ist, welcher in unserem Falle in dem Nierengewebe, ausserhalb des Blutes liegen, Wasser und die Salze anziehen und mit dem Harn verbunden abgehen müsste. So sehr wir uns nun auch umsehen, wir finden ausser der unlöslichen und gar keine wasseranziehenden Eigenschaften bethätigenden Harnsäure keinen Stoff im Harn, der nicht auch im Blute gefunden würde. Wenn wir aber auch noch das Vorhandensein eines attraktorischen Stoffes zugeständen, also einen der Harnbestandtheile, etwa den Harnstoff oder die Milchsäure und Extraktivstoffe als in der Niere entstehend annähmen***), so müsste wenigstens das zweite Moment,

*) *Kürschner*, Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Artikel Aufsaugung.

**) Da jedoch nach bekanntem physikalischem Gesetz jede Anziehung eine gegenseitige ist, so wird ebenwohl eine Strömung nach der entgegengesetzten Seite obwohl in schwächerem Grade stattfinden.

***) Allerdings werden nicht alle im Harn enthaltenen Stoffe schon fertig in denselben abgeschieden; zu denen die nun in der Niere oder vielmehr im Harn gebildet werden, gehört vor allem die Milchsäure, was wir einfach aus der alkalischen Eigenschaft des Bluts und der durch Milchsäure bedingten sauren Reaction des Urins schliessen müssen. — Eine Bildung, die sich ungezwungen aus den von *Berzelius* und *Fremy* aufgestellten Sätzen über Entstehung der Milchsäure erklärt.

das Verhältniss der Menge des Anziehenden zum Angezogenen sich finden.

Aus dem Vorhergehenden ist als ganz gewöhnlich charakteristische Erscheinung bekanut, dass sich die Quantität des Wassers nach keinem der aufgelösten Bestandtheile richtet, es fehlt also auch diese Bedingung. Um aber das gänzlich unstatthafte der endosmotischen Theorie einzusehen, braucht man endlich nur daran zu denken, welche Art von Verwandschaft eigentlich denn die sein müsste, die im Stande wäre, alle möglichen Elemente und Combinationen dieser Elemente, insofern sie nur im Wasser löslich sind, an sich zu ziehen. —

Es sei hier der Platz, Einiges über die vitale Kraftquelle zu sagen, und ihre gänzliche Unstatthaftigkeit als harnabsondernde Kraft darzuthun. Wenn ich die Schriftsteller, welche sie als harnabsondernde Kraft darstellen, recht verstanden habe, so theilen sie dem Gewebe, trotz dass es Zellen und eine chemische Qualität, wie die andern Gewebe, und Nerven wie die andern Organe hat, die Eigenschaft zu, aus dem Blute eine gewisse Anzahl von Verbindungen an sich ziehen zu können; eine Eigenschaft, die vielleicht, da in der Natur nichts a priori unwahrscheinlich ist, vorhanden sein könnte, obgleich man nicht weiss, an welches Substrat sie gebunden sein sollte. Diese Kraft nun könnte höchstens die Ursache der Imprägnirung des Nierengewebes mit Harn, die Ursache einer Verbindung von Harn und Nierengewebe, nimmer aber die Ursache der Aussonderung aus demselben sein, da es aller guten Vernunft widerstreitet, eine Kraft anzunehmen, die den Stoff aufnimmt um ihn, so wie sie ihn aufgenommen, wieder abzuscheiden. Man müsste also zur ersten ganz unerwiesenen Hypothese noch eine andere unerwiesene Hilfshypothese — eine vitale Scheidekraft setzen; es wäre dieses aber, was uns zu dem nach dem jetzigen Zustand der Physiologie umgereimt erscheinen

muss, zu viel verlangt; und wir werden sehen, auch dieses wäre noch nicht hinreichend.

Wir kommen endlich zur dritten Kraftquelle, welche Absonderung erzeugt, nemlich zum Druck. Ehe wir aus streng bewiesenen Sätzen die Statthaftigkeit eines Verhältnissmässig hohen Drucks auf die Nierengefässwände erwiesen, sei es mir gestattet, um alle Missverständnisse zu vermeiden, darzulegen, inwiefern mechanische Kräfte den Absonderungen Nutzen leisten können. — Es ist eine unumstössliche Wahrheit, dass der Druck *für sich* nur die *Quantität* der Absonderung reguliren kann. Dieser an und für sich klare Satz bedarf keiner weitern Zusätze. — Es wird nun die Untersuchung nicht ohne Interesse sein, in wiefern, nach welchen Gesetzen, der Druck die Menge des durch *thierische Membranen* Filtrirten regulirt.

Wie bekannt sind alle thierischen Membranen porös, und haben wegen dieser Eigenschaft die Kraft der Capillarattraktion gegen Wasser und verdünnte wässrige Lösungen. — Ferner sind die thierischen Häute elastisch; Druck auf dieselben wird also die Fasern verdünnen, anspannen, somit die Poren erweitern, die Ausflussstellen vergrössern und zu dem wird wegen relativer Verkleinerung der attrahirenden Fläche, die Capillarattraktion vermindert werden. Zieht man diese Complikationen mit in Betracht, so wird man finden, dass die Resultate nachfolgender Versuche sich aus der hydrodynamischen Theorie über Wasser-Ausfluss ganz rein ergeben. Dass sie nemlich dem Gesetz, dass sich die Ausflussgeschwindigkeiten, wie die $\sqrt{}$ aus den Druckhöhen verhalten, anschliessen.

1. Ueber eine ihrer Grösse nach nicht näher bestimmte Fläche, nemlich über ein auf den Ausschnitt eines Blechrohrs geleimtes Schaafhäutchen, wurde ein konstanter Wasserstrom mittelst einer 46″ 10‴ Ps. hohen Cylinderröhre bei ungeschmälerter Ausflussöffnung aus der Blechröhre geleitet. — In diesem Fall, wo der Druch bekanntlich Null ist, befeuchtete sich das Häutchen ohne etwas hindurch zu lassen.

2. Ein Stück desselben Häutchens ward auf den Abschnitt eines Glasrohrs von 6‴ diam. auf eine Unterlage von Kautschouk aufgebunden. Man liess auf dasselbe verschiedene Druckhöhen wirken, und wog die in bestimmtem Zeitraum filtrirte Flüssigkeit. Die Mengen sind das Mittel aus 3 Versuchen.

1ste Druckhöhe = 222‴ Ps. Destillirtes Wasser. In 5 Minuten 0,192 Gr.

2te Druckhöke 342‴ = filt. binnen 5 Min. 0,250.

Gut mit obiger Theorie stimmend verhielt sich die Ausflussmenge proportional den $\sqrt{}$ der Druckhöhen, nur ergibt sich für die letztere Druckhöhe ein Ueberschuss von 0,008, was bei der Genauigkeit des Versuchs nur von oben erwähnter Elastizitätseigenschaft der Häute herrühren kann. — Einleuchtender noch ward dieses, als man eine bedeutend höhere Druckhöhe aufsetzte, wo die Ausflussmenge ganz aus allem Verhältniss mit dem der eben angeführten trat. Als man nemlich 557‴ wirken liess, flossen 0,595 aus während das Verhältniss nur 0,308 verlangte.

Es wird sich also die Quantität der abgesonderten Flüssigkeit, nach der Stärke des Drucks, dem Widerstand, der Membran und der Grösse des Widerstands der durch die Poren der Membran der wirksamen Kraft entgegensteht, richten.

Valentin *) hat diesen Umständen einen Einfluss auf die Qualität der Absonderung gestattet; eine Annahme die nach uns allen bekannten Erfahrungen nicht richtig ist. Vermittelst Filtration durch eine *dicke* Membran kann eine *konzentrirte* Lösung nie in eine *diluirte* umgewandelt werden.

Es wird sich jetzt zunächst die Frage nach der

*) *Wagners* Handwörterbuch der Physiologie. Artikel Absonderung. S. 25.

Ursache und dem Orte des Drucks, der in den Nieren vorhanden sein soll, stellen. Die Beantwortung dieser Frage wird uns sehr erleichtert werden, wenn wir uns vorest ein Weniges mit der hydraulischen Lehre von Strömen in Röhren beschäftigt haben.

Flüssigkeiten, die in Röhren strömen, zeigen bekanntlich nie die Geschwindigkeit, welche ihnen hypothetisch vermöge der auf sie wirkenden Kraft zusteht. Die Ursachen dieser Verlangsamung sind Adhäsion der Flüssigkeit an die Röhrenwände, Biegungen und Erweiterungen mit nachfolgender Verengerung des Lumens derselben; der erstere Fall ist unter dem Namen des Reibungswiderstands, die beiden letztern unter den Namen *) der Illisio und der Stromkontraktion bekannt. Die Kraftmenge nun, welche der Strom verliert, theilt er natürlich dem ihm Widerstand leistenden Körper, in unserm Fall den Wänden der Röhrenleitung mit. Aus dieser Deduktion geht hervor, dass der Druck, den Ströme auf die Wände von Röhrenleitungen ausüben, gleich dem Kraftverlust des Stroms sein muss. Da nun von den Hydraulikern die Maasse für den Kraftverlust, wie sie sagen die Widerstandshöhe, ermittelt sind, so müsste es scheinbar leicht sein, die Grösse des Drucks, den in den speziellen Fällen Röhrenwandungen auszuhalten haben, anzugeben. Versuche überzeugten mich jedoch vom Gegentheil. Ich werde hier zur Bewahrheitung des Ausspruchs mehrere Resultate meiner Versuche angeben **). Sie sind mit einem Apparate unternommen, der nach der Idee des Stromlaufs in den Nieren geformt war.

An ein beliebig langes $\frac{1}{2}''$ diam. weites Glasrohr wurde unten ein Blechrohr angeheftet, das im rechten Winkel

*) *Eytelwein*, Handbuch der Hydraulik. Dritte Auflage. 1842. S. 166.

**) Ich hoffe die Gesetze für diesen interessanten Theil der Hydraulik bald den Physikern vorlegen zu können.

gebogen und dessen horizontaler Theil mit einem Hahn, dessen Durchflussöffnung $\frac{1}{4}''$ diam. betrug, versehen war. Ueber diesen Hahn erstreckt sich $1\frac{1}{2}''$ hinaus das $\frac{1}{2}''$ weite Blechrohr. Es konnten nun verschieden weite Ausflussröhren vermittelst eines Korks in das horizontale Blechrohr eingesetzt werden. Nachdem die Ausflussgeschwindigkeit aus diesem Einsatzrohr bestimmt war, wurde eine beliebige Erweiterung an dasselbe gebracht, in dessen oberer Wand ein Manometer, so dass sein Lumen mit dem der Erweiterung kommunizirte, eingesetzt war. An die Ausflussmündung der Erweiterung konnte wiederum eine verengte Ausflussröhre gesetzt werden. Auf diese Weise bestimmte man durch das Steigen der Flüssigkeit im Manometer direct den Druck, der auf den Wänden der Erweiterung lastete.

I. Druckhöhe = 92'' Ps.; eingesetztes Rohr 3''' diam. Beobachtete Ausflussmenge = 6,17 Cub.''Par. in der Secd. = einer Geschwindigkeit von 125,9''; dieser entspricht eine Bewegungshöhe von 21,87''. Es wurde eine Erweiterung von $5\frac{1}{2}'''$ diamtr. und 5'', 6''' Länge angesetzt, und diesem ein abermals 3''' weites Ausflussrohr angefügt. Die hier beobachtete Ausflussmenge = 5,3 Cub.'' in der Secd. Geschwindigkeit = 108,8''; dieser entspricht eine Druckhöhe von 16,33''. Es war also durch die Contraktion nach der Erweiterung eine Druckhöhe von 5,54'' verloren gegangen, und mit dieser hätte nach *Eytelwein* die Flüssigkeit im Manometer steigen müssen. Es ergab sich aber im Manometer, das vor Beginn des Versuchs 87 Theilstriche zeigte, eine Verkleinerung des Lumens um $6\frac{1}{2}$, eine Veränderung der bei dem damaligen Barometerstan dein Druckzuwachs von 29,67'' unseres Wassers entsprach.

Als bei sonst gleichen Verhältnissen eine Druckhöhe von 45'' aufgesetzt wurde, zeigte die erste Ausflussmündung eine Geschwindigkeit = 99,7'', entspricht einer Druckhöhe von 13,7'', und aus der zweiten Ausflussröhre eine Ge-

schwindigkeit von 85,7″ = einer Druckhöhe von 10,13″ Differenz = 3,57. Der Stand im Manometer verlangte aber einen Druckzuwachs von 18,24″.

Diese Versuche oft repetirt gaben, selbst als man eine Erweiterung von 11,5‴ diam. anbrachte, ein konstantes Resultat.

Dieser schon für die kleinen Druckhöhen ungeheure Druck würde aber sehr vermehrt, wenn man eine nur 2‴ diam. haltende Ein- und Ausflussröhre einfügte.

II. Bei einer Druckhöhe von 92″ und eingefügten 2‴ weiten Ein-und Ausflussröhren Geschwindigkeit aus dem ersten Rohr = 161,4‴; dazu gehörige Höhe = 35,9″. Aus dem zweiten Rohr c. = 123,3 — h. 20,9″ Differenz der Höhen 15,0. Der Manometerstand verlangte 53,5″ Wasserhöhe.

Bei der Druckhöhe 54″, Ein- und Ausflussrohr 2‴ d., aus dem Einflussrohr c. = 123,6, dazugehöriges h. = 21,0. Das Ausflussrohr c = 90,4″ dazugehörige Höhe = 11,2. Differenz 10,8. Der Manometerstand verlangte 22,34.

III. Wurde in die Erweiterung ein Ausflussrohr von doppeltem Durchmesser des Einflussrohrs gesezt, so dass keine Contraktion zu Stande zu kommen brauchte, so blieb das Manometer auf dem ursprünglichen Stand stehen, es erfolgte also kein Druck auf die Wände, eine Sache die sich auch von selbst versteht.

Man sieht also aus diesen Versuchen unwiderleglich, dass bei Contraktionen des Strahles

1) mit der Geschwindigkeit des Stromes der Druck auf die Wände der Erweiterung erwächst;

2) Dass mit der Verengnrung des Ein- und Ausströmungsrohres der Druck wächst;

3) Dass die Differenz des Kraftverlustes der Ein- und Ausströmungsgeschwindigkeit nicht gleich der Druckkraft auf die Wände der Erweiterung ist;

4) Dass die Grösse der Erweiterung bei sonst gleichen Verhältnissen keinen merklichen Einfluss auf die Druckkraft des Stroms auf die Wände übt.

So weit hinreichend.

Wenn wir nun nnter diesem Gesichtspunkt den Blutlauf in den Nieren betrachten, so ergibt sich Folgendes: Es strömt das Blut mit einer bedeutenden Geschwindigkeit durch die Nierenarterie. Die Kraft dieses Stosses erleidet aber schon in den grösseren Zweigen derselben, wegen der häufigen Illision und immer weiter schreitenden Contraktion bedeutende Schwächung. In den kleineren Gefässen, von kaum messbarem Durchmesser, tritt zu den berührten Hemmungen der Reibungswiderstand hinzu, der für so kleine Durchmesser trotz der kleinen Länge nicht unberücksichtigt bleiben darf. In den Glomerulis endlich aber ist ein unendlich zierlicher, aber sehr wirksamer Hemmungsapparat realisirt. Die hier in dem Gefässsystem eintretende Erweiterung mit schnell folgender Verengerung der Gefässe bringt nemlich in dem Blutstrom eine bedeutende Contraktion und in Folge dessen einen heftigen Druck auf die Gefässhäute hervor, der wie aus obigen Wasserversuchen hervorgeht, nicht allein durch die Differenz zwischen Ein- und Auströmungsgeschwindigkeit gemessen werden kann, sondern zu dem sich auch noch nach einem gewissen, noch näher zu erörterndem Verhältniss ein Theil der übrigen scheinbar schon verbrauchten Widerstandshöhe addirt.

Von nun an aber ändert sich das Verhältniss um ein Bedeutendes, und kehrt sich endlich fast gänzlich um. Es strömt das Blut freilich noch einmal, aber schon mit schwacher Geschwindigkeit in engen Röhren, wo der Reibungswiderstand, da er sich wie das □ der Geschwindigkeit verhält, jeden Falls unbedeutend wird, und die von der Contraktion herrührende Widerstandsquelle wegen der nachfolgenden Erweiterung der Röhren gänzlich verschwindet. Nachdem das Blut diese engeren Röhren aber verlassen, und in die gestreckten Gefässe von bedeutenderem Durchmesser getreten ist, fliesst es, abgesehen von der schwächern Triebkraft, auch wegen des zunehmenden

Lumens der Querschnitte immer langsamer. Es verschwindet hierdurch auch die letzte Quelle des Widerstandes, die Reibung, was ersichtlich wird, wenn man bedenkt, dass dieselbe direkt im Verhältniss des Quadrats der Geschwindigkeit des Stroms und im umgekehrten des Quadrats der Querschnitte der Röhre zunimmt. Ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass die weiten Röhren eine den konisch erweiterten Ansatzröhren ähnliche, nemlich eine Saugwirkung ausüben. Ein scheinbares Hinderniss für einen Theil des Blutstroms entsteht nun aber endlich noch in den Umbiegungsschlingen der gestreckten Gefässe; es kann jedoch dasselbe kaum merklich sein, und zwar wegen der Erweiterung in den sehr stumpfwinklichen Biegungen dieser Stellen*). — Ganz anders jedoch Alles in dem von *Bünger* entdeckten Gefässnetz; es fällt hier natürlich alle durch die Glomeruli bedingte Complikation weg, und es dringt das Blut durch die Maschen nur mit dem Reibungswiderstand, und tritt also verhältnissmässig ohne grosse Schwächung seiner Kraft in die Venen zurück.

Es bedurfte nun um dieser Deduktion allen Zweifel zu nehmen eines besondern Experimentes, was, wie voraussichtlich, ein zutreffendes Resultat gab. — Es wurde eine eben ausgeschlachtete Schweineniere**) mit viel terpenthinölhaltiger Wachsmasse und Zinnober injizirt. So wie der aus den Venen dringende rothe Strom die gelungene Injektion anzeigte dieselbe in kaltes Wasser geworfen. Die Niere wurde nach Verdunstung des Terpenthinöls durchschnitten; man sah keine Glomeruli, wohl aber an deren Stelle, so wie überhaupt über die ganze Cortikalsubstanz, einen gelben Wachsüberzug, während die Medullarsubstanz schön rothe Gefässe darbot, zwischen denen mit

*) Das Genauere in *Eytelwrin* S. 171.

**) Diess sind die einzigen Nieren, die sich wegen der wenigen Gefässe, die von dem Stamm der Arterie zur Kapsel gehen, zu diesem Versuche eignen.

gelbem Wachs gefüllte gestreckte Harnkanälchen lagen. Vermittelst letzterer war auch das ganze Nierenbecken mit gelber Wachsmasse, die kein Körnchen Farbstoff enthielt, gefüllt. Als man hierauf eine abgeschnittene Scheibe der Nierensubstanz in Terpenthinöl legte, welche den ausserhalb den Gefässen liegenden Wachsüberzug wegnahm, kamen die Glomeruli in herrlichster Gestalt und wundervoll roth gefärbt zum Vorschein. Es geht deutlich aus dem Experiment hervor, dass es unter den Nieren-Capillaren nur die Wände der Glomeruli sind, welche einen Druck, und zwar einen bedeutenden, abzuhalten haben, während die nach den Venen hin sich erstreckenden einem solchen nicht unterworfen sind*).

*) Es hat der Verfasser des Artikels *Harnabsonderung* im berliner encyklopädischen Wörterbuch die Frage, warum denn eigentlich Blut in die Nierenarterie ströme, da es doch mit weniger Widerstand in der Aorta weiter schreiten kann, aufgeworfen. Hier die Antwort.

20jährige kräftige Leiche. Selbstmörder.

Aorta über der Nierenarterie $7\frac{1}{2}'''$ d. = 44,1 □'''
Nierenarterie 1 = $2\frac{3}{8}'''$ d. zusammen = 8,6 □'''
Aorta unter der Nierenarterie = 7''' d. = 38,4 □'''

30jähriger Sträfling.

Aorta über den Zweigen = $7\frac{1}{2}'''$ d. = 44,1 □'''
Linke Nierenarterie = 3''' d. = 7,6 □'''
Rechte Nierenarterie = 5''' d. = 12,5 □'''
mit einem bedeutenden Ast nach oben, der nicht weiter verfolgt wurde
Arter. Coeliac. } jede = $3\frac{1}{8}'''$ d. = 15,2 □'''
Messenterica super. }
Aorta unter diesen Zweigen = $6\frac{1}{4}'''$ = 30,6 □'''.

Kräftiger Blödsinniger 47 Jahre alt.

Aorta über den Zweigen $7\frac{1}{2}'''$ diam. = 44,1 □'''
Coeliaca $3\frac{1}{8}'''$ d. = 7,6 □'''
Nierenarterie $3\frac{1}{8}$ d. zusammen = 15,2 □'''
Aorta unter den Zweigen $6\frac{1}{4}'''$ = 30,6 □'''.

Die Arterienhaut zeigte über und unter den Aesten gleiche Stärke. Es wird also ausser der Hemmung, die durch Verengerung des Lumens entsteht, auch noch eine stärkere Einwirkung

Es bedarf wohl kaum noch eines Weitern über diese Thatsache. Es ist jedoch unsere Aufgabe, die Funktionen dieser Gefässvertheilung für die Sekretion weiter zu verfolgen. — Zuerst wird Jedem einleuchten, dass es zur Erzielung möglichst grossen Raumes von permeabler Membran, von Absonderungsfläche, sehr zweckmässig war, die Erweiterung des Blutstroms in viele einzelne Gefässe zu fassen; dann aber war diese Einrichtung auch absolut nothwendig, um einen stetigen Strom zu erzielen, wie sogleich aus dem Folgenden ohne weitere Diskussion klar werden wird. — Weiter sehen wir jetzt von neuem deutlich, dass auch die Qualität des Urins nicht von einer attraktorischen Kraft abhängen kann, denn es würde trotz der Endosmose und dgl. in diesem Falle durch den auf den Gefässwänden der Glomeruli ruhenden Druck gelöstes Eiweiss und Fett mit übergeführt werden müssen. — Es bleibt uns also wiederum nur ein Ausweg zur Erklärung des Mangels dieser Bestandtheile; er kann nur daraus erklärt werden, dass man eine, das Eiweiss abweisende (in Wasser unlösliche?), Substanz, die ihren Sitz um die Gefässe der Glomeruli haben muss, annimmt*). Wenn auch das Vorhandensein und die speciellen Träger dieser Energie für die Nieren noch nicht nachgewiesen, so ist dieselbe doch wenigstens wahrscheinlich, da wir für alle Schleimhäute der Respiration, der Genitalien, der Leber und alle serösen Häute, namentlich die descemetische Haut, ein gleiches Phaenomen, also wohl auch gleichen Grund besitzen; wir es also hier mit einer Cardinaleigenschaft des Ernährungsprozesses zu thun haben**). — Ferner ist es nothwendig als äusserste Grenze

der elastischen Haut auf die geringere Menge des Inhalts möglich und so nichts natürlicher als eine Einströmung in die Aeste sein.

*) die im Harn vorkommende Milchsäure ist in solcher Verdünnung keine derartige.

**) Es braucht, da die Nierenarterie oft eine Spermatica abgibt,

dieses Prozesses die Gefässhäute selbst zu bezeichnen, denn dränge durch die Häute der Glomeruli das ganze Serum, so würden nach der bekannten Constitution des Serums auf 92 Gr. Wasser 8 Gr. Eiweiss mit übergehen, also bei der niedrigsten Normalmenge von 1000 Gr. Urin 80 Gr. = $5\frac{1}{4}$ Lth. festes Eiweiss in den Nieren abgelagert werden müssen. Schon diese Mengen würden die wenigen Lymphgefässe der Niere nicht wegzuführen im Stande sein; wie sollten sie aber erst 320—450 Gr. festes Eiweiss entfernen können, wie sie es doch bei jedem, der der Sorge eines Hydropathen unterworfen ist, thun müssten**).

Wird nun also das Eiweiss, die Fettkörper und wie es wahrscheinlich ein Theil des Kochsalzes*), ein wah-

und die Zweige, die das Fett um die Nierenkapsel ablagern, kaum bemerkt zu werden, dass von einer spezifischen Eigenschaft des Bluts innerhalb dieser Gefässepisoden nicht die Rede sein kann.

*) Es hat vielleicht mit diesem eine Bewandtniss, wie mit dem Eisen, von dem auch nur die überflüssige i. e. eine solche Menge, welche mit den organischen Blutbestandtheilen keine Verbindung eingegangen ist, in den Harn übertritt.

**) Es scheint dieser Annahme die Erfahrung, dass die Nieren wirklich viel lösliches Eiweiss enthalten zu widersprechen. Da die Arbeit von *Berzelius* hierüber, weil er die Blutgefässe nicht vom Blut befreit hatte, nicht beweisend war, so unternahm ich die Bestimmung dieser Verhältnisse von Neuem. Es wurde in die Nieren so lange Wasser injicirt bis der aus der Vene und dem Ureter kommende Strom keine durch Salpetersäure mehr nachweissbare Spur von Eiweiss enthielt. Hierauf wurden schön reine Scheiben beider Nierensubstanzen gleichmässig gepresst und in einen Theil dieser Scheiben der feste Gehalt überhaupt, in einem andern Theil die Eiweissmenge bestimmt. — Der Inhalt an Festem wurde nach 2 Versuchen auf 13,42% und 13,87% bestimmt. Es wurde hierauf zur Bestimmung des Eiweisses die andere ausgepresste abgewogene Menge mit Wasser zerrieben, die Flocken durch Filtriren und Dekantiren möglichst entfernt, die Lösung eingedampft,

res Nahrungsmittel, innerhalb der Gefässe zurückgehalten, so geht eine Salzlösung von der oben bezeichneten Constitution — $Na\,Cl_2$ durch die Gefässwände. Es konstituirt aber ein solches nicht den Urin. Es müssen also mit demselben entweder noch andere Veränderungen vorgehn, oder die Theorie ist nicht richtig. Wir finden nun in der That nach der Natur die Gefässstruktur hinter den Glomerulis und des in ihnen rinnenden Bluts eine solche Action, nemlich eine endosmotische Kraft. Ich muss jedoch nach der von mir inne gehaltenen streng physikalischen Beweismethode zuerst das wirkliche Vorhandensein des endosmotischen Prozesses innerhalb der Nieren nachweisen, ehe ich durch und aus denselbem etwas folgern will.

Ehe ich jedoch dazu schreiten durfte, auf die endosmotische Theorie etwas zu bauen, musste ich wegen Mangels aller quantitativen Vorarbeiten einige derselben unternehmen. — Nach der endosmotischen Theorie geht zu der konzentrirteren, resp. weniger mit Wasser gesättigten, von der weniger konzentrirten Lösung zuerst ein Wasserstrom über, und erst nachdem beide Flüssigkeiten gleichartig mit Wasser gesättigt sind, geht eine Vermischung der andern Flüssigkeitsbestandtheile vor sich.

Es wurde bei folgenden, zur Stütze dieses Ausspruchs

---

durch Kochen coagulirt, das Coagulum aufs Filter gebracht, mit Wasser, Aether und Alcohol ausgewaschen und getrocknet;

feuchte Substanz 8,200 enthält zu 13,50%

festen Rückstand 1,107

Eiweis 0,284 = 25,67% der trocknen } Substanz.
und 3,41 der feuchten }

Obgleich die Ursache des Vorhandenseins dieses Eiweisses sich einfach erklärt, sein Vorhandensein zur Ernährung der Substanz nothwendig ist und dgl., so ist es doch von der Natur so gelagert, dass ein von den Blutgefässen zu den Harnkanälchen gehender Wasserstrom es nicht mitnimmt, wie eben aus diesen Versuchen hervorgeht. Ein Weiteres über alles dieses in einer chemischen Abhandlung über den Gegenstand.

unternommenen Versuchen, Serum durch Erhitzen coagulirt, zerrieben und die wässrige Salzlösung abfiltrirt. Hierauf der Gehalt des Serums und der Salzlösung an festen Theilen bestimmt. Von beiden Flüssigkeiten wurde eine Portion der Endosmose überlassen. Eine abgewogene Menge Serum nämlich wurde in eine unten mit einem Schaafhäutchen verschlossene Glasröhre gefüllt, und in eine abgewogene Portion von Serumsalzwasser gestellt. Nachdem man ein bedeutendes Steigen der Flüssigkeit in der Serumröhre wahrgenommen, wurde das Serumrohr wohl abgetrocknet, und gewogen; also dadurch die Zunahme der Flüssigkeit im Serumrohr bestimmt. Hierauf wurde abermals die Conzentration beider Flüssigkeiten ausgemittelt. Während des Versuchs war der Apparat durch ein umgestürztes Glas vor Verdunstung geschützt. War nun im Serumrohr trotz Zunahme der Flüssigkeit nur der Conzentrationsgrad vermindert und zwar um so viel, dass die vermehrte Flüssigkeit nach der Berechnung nicht mehr festen Rückstand als die ursprüngliche Flüssigkeit enthielt, so war nur Wasser übergegangen. Umgekehrt, der Flüssigkeitsmenge nach, musste es bei den Serum-Salzen sein.

1) *Hammelsblut.*

Konzentration des Serums = 8,62%
Konzentration der Serumsalze = 1,98%

der endosmotischen Thätigkeit überlassen

Serum 1,490 enthält also Rückstand = 0,128
Serumsalz sol. 1,966 „ „ „ = 0,038

Nach 3 Stunden hatte das Serum zugenommen um 0,213, es war also jetzt im

Serumrohr Flüssigkeit 1,703
und Serumsalzrohr = 1,753

der Konzentrationsgrad in beiden bestimmt, gab

Serum 7,52% enthält also Rückstand = 0,128
Serumsalze sol. 2,21% „ „ „ = 0,038.

wenig und fast gänzlich trockner Urin ausgeschieden. Geben wir nun auch zu, dass die Harnsäure in statu nascenti weniger Wasser zu ihrer Lösung braucht, geben wir zu, dass sie nach *Scheerer* *) als harnsaures Natron aus dem Blute entfernt werde, so ist doch noch immer eine grosse Quantität Wasser zu dem Zustandekommen ihrer Sekretion nöthig, von dem wir wie gesagt in diesen Fällen kaum Spuren sehen. Der einfache Schlüssel dieses sonst wunderbaren Verschwindens des Wasser liegt in der endosmotischen Thätigkeit der Niere.

So wie die Harnsäure aus dem Blute, resp. in die Harnkanälchen getreten ist, wird sie mit Hülfe der im Harn sich bildenden Milchsäure aus der Flüssigkeit fest niedergeschlagen, worauf wegen des hohen Atomgewichts der Harnsäure und wegen Mangel an Harnstoff die zurückbleibende Flüssigkeit dem destillirten Wasser mehr als nahe kommt. Schnell wird jedes Tröpfchen von dem concentrirten Blut, was hinter den Glomerulis fliesst wieder aufgenommen, und es werden in den exquisitesten Fällen solchen Verhaltens ein paar Tropfen milchsaures Natron und viel trockne Harnsäure ausgeschieden. Ich brauche wohl als Beispiel kaum auf den trocknen Urin der Schlangen und Vögel aufmerksam zu machen. Um aber auch von Menschen hergenommene Beispiele vorzulegen, verweise ich auf 2 Fälle trocknen Urins bei Ischuria guttosa, welche *Rayer* in seiner Traitè des maladies des reins aufführt **). Interessant für die eben angeführte Behauptung, und so sehr, dass ich die Bemerkung nicht unterdrücken kann, war mir noch die aus *Becquerels* ***) Untersuchungen hervorgehende Thatsache, dass

*) Annalen den Pharmazie 1842. Juni.

**) In beiden dauerte die Harnverhaltung mehrere Tage und es wurde hiernach eine grosse Menge von Harnsäurekrystallen mit nur wenigen Tropfen Flüssigkeit ausgestossen.

***) *Becquerel*, der Urin im gesunden und krankhaften Zustande übersezt von *Neubert* S. 36.

mit der Zunahme an Harnsäure die täglich exzernirte Harnmenge abnimmt. *Becquerel* kannte natürlich meine Theorie noch nicht.

Umgekehrt muss aber die Urinmenge sich mehren, wenn die aus den Glomerulis abgeschiedene Flüssigkeit schon eine höhere Konzentration mitbringt. Es tritt dieser Umstand in der zuckerigen Harnruhr, und bei dem Gebrauche salziger Diuretika ein. Das Genauere in dem folgenden Abschnittchen.

Nachdem wir so das Vorhandensein der Art der Endosmose in den Nieren erwiesen, wie wir sie immer, wo nur Endosmose vorkommen mag, finden, muss als Controlle noch erwiesen werden, dass der anatomische Bau der Nieren nichts gegen eine derartige Erscheinung einzuwenden hat. — Wir wissen, dass selbst heterogene Kräfte, wenn sie in entgegengesetzter Richtung wirken, sich aufheben, und umgekehrt dass sie sich auch unterstützen können. In unserem Fall also könnte ein von innen herrührender Druck auf die Gefässwände die chemische Kraft der Endosmose zum Stillstand bringen.

Wir haben nun aber oben bei der Betractung des Kreislaufs in den Nieren gesehen, dass gerade das umgekehrte Verhältniss stattfindet, gesehen, dass die Gefässhäute des pheripherischen Netzes und die der parenchymatösen Gefässe h i n t e r den Glomerulis keinen Druck mehr auszuhalten haben. Wie nun aber die Abwesenheit der Spannung der Gefässhäute die Endosmose erlaubt, so begünstigt sie auffallend die anatomische Verbreitung des Blutstroms. Jedes Tröpfchen Flüssigkeit, man möchte sagen jedes Atom, ist nach seinem Austritt aus den Glomerulis der Einwirkung von allen Seiten her in dem engen Maschenwerk ausgesetzt, und die eng sich an die gestreckten Harnkanälchen anschliessenden gestreckten Gefässe verfolgen den abgeschiedenen Harn bis zu seinem Austritt aus den Papillen. Es ergiebt sich also schon aus dem Bau der Nieren die Nothwendigkeit der Endosmose.

Es bleibt uns nun noch, die Frage nach der Ursache der Ausstosung des fertigen Harns aus den Nierenkanälchen in das Becken zu erörtern, übrig. — Am nächsten lag wohl anzunehmen, dass dies durch Kontraktionen der Kelche geschehe, welche die Papillen wie einen Schwamm ausdrückten, wozu es nur schwacher Bewegungen der Kelche bedurft hätte, da der grössten Extension der Papille die bedeutendste Verengerung des Kelchs entspricht. — Als ich aber bei genauerer mikroskopischer Untersuchung auf der äussern Fläche der Schleimhaut des Kelchs keine Muskelfasern auffinden konnte, als ich sah, dass bei Injektion gefärbter flüssiger Wachsmasse in durch heisses Wasser erwärmte Nieren der Ureter sich mit ungefärbtem Wachs füllte, und als ich bei zur chemischen Untersuchung vorbereiteten Nieren das in die Arterien injicirte Wasser in starkem Strom aus dem Ureter dringen sah, musste ich zur Einsicht gelangen, dass, wenn in diesen Fällen keine Gefässzerreissung statt gefunden habe, der Austritt des Harns aus den Papillen nicht von Contraktilität der Kelche herrühren könne.

Um diesen Versuchen letztern Vorwurf, nämlich den der Gefässzerreissung zu nehmen, wurde fein gepulverter und geschlemmter Sand *) mit Wasser gemengt, in dem, damit es den Sand besser suspendirt erhalten konnte, etwas Eiweiss gelösst war. Diese Flüssigkeit wurde mit einer Injectionsspritze in eine eben ausgeschlachtete Schweinsniere injicirt. Eine in den Ureter eingebundene Glasröhre leitete die aus demselben dringende Flüssigkeit in ein mit einem Kork durchbohrtes Glas. Es drang nun so nach der Stärke des angewendeten Drucks eine demselben proportionale Menge Wasser aus dem Ureter, was bei genauerer Untersuchung auch nicht ein Sandkörnchen enthielt. Nachdem

*) Andere als körnige Pulver werden zu leicht durch Filtra gezogen.

die Niere vorsichtig gereinigt war, wurde der Ureter und das Becken untersucht, und auch in diesem fand man keine Spur von Sand.

Professor *Nasse* theilte mir mit, dass er einen ähnlichen Versuch schon früher unternommen hatte, ohne jedoch das Erscheinen von Flüssigkeit aus dem Ureter bemerkt zu haben, selbst als der Strom durch die Venen wieder herausdrang; er hatte als Druckwerkzeug nicht die Hand, sondern einen Wasserdruck angewendet. Bei der Wiederholung dieses Versuchs, erhielt ich jedesmal dasselbe Resultat wie das mit der Spritze. Doch muss ich bemerken, dass hohe Druckhöhen, 71″ Ps., bei Schweinsnieren dazu gehören um anfänglich einen konstanten Strom aus Ureter und Venen zu erzeugen, den man aber später, wenn durch Wegspülung des geronnenen Bluts die Cirkulation freier wird, verringern kann.

Hiernach ist unläugbar der Strom des Blutes innerhalb der eigenthümlich konstruirten Niere die Ursache der Exklusion des Harns. Man erlaube mir, da nur eine Art und Weise des Hergangs zu combiniren möglich, die direckte Darstellung des Prozesses. Jeder Tropfen Flüssigkeit, der aus den Glomerulis dringt, wird begierig von den capillaren Harnkanälchen aufgenommen und hier mit der Kraft der Capillarität zurückgehalten, so dass die beschriebene Endosmose zu Stande kommen kann. Mehr und mehr nachdringende Flüssigkeit wird endlich die Niersubstanz gegen die Kapsel spannen und hierdurch wird sie die in den Harnkanälchen liegende Flüssigkeit nach der Seite des geringsten Widerstands, d. h. nach den Papillen zu, auspressen. An Nieren, welche Kelche besitzen, wird dieser Austritt ersichtlich sehr durch den Druck der Papille gegen die Kelche erleichtert. Die in dem Kelch angelangte Flüssigkeit dringt nun in das Becken und den Ureter. In diesem langen Sphincter findet nun die Flüssigkeit von neuem einen Widerstand, indem bei der organischen Muskelparthien eigenthümlichen rhytmischen Kontraktion immer ein-

zelne Stellen desselben geschlossen sind. Bei langsamen Bewegungen desselben, bei denen die Flüssigkeit stangnirt, wird also die den Harn ausstossende Gewalt grössere Schwierigkeiten als im umgekehrten Fall zu überwinden haben, indem bei letzterm gleichsam eine Saugwirkung ausgeübt wird.

Ich brauche wohl hier den Grund, warum in einzelnen Fällen, z. B. bei Anschwellung in den Enden der Harnkanälchen, wenn sie wirklich vorhanden, der Harn nicht nach der den Papillen entgegengesetzten Seite tritt, auseinander zusetzen. *E. H. Weber* hat bekanntlich schon in einer klassischen Darstellung die Gründe hierfür angegeben.

Eine genauere Ueberlegung lässt uns gerade in dieser letzten Art und Weisse der Ausstossung des Harns aus den Harnkanälchen den Schlusstein dieser ganzen Einrichtung erblicken. Wären andere Käfte als gerade die, welche die Quantität und die Konzentration des Urins überhaupt bedingen, Ursachen der Harnausstossung, so würden die mannigfachsten Disharmonien in dieser Absonderung sich einfinden, die natürlich wieder die grössten Störungen im ganzen Organismus zur Folge hätten.

Es wird nun zum Schluss nicht ohne Nutzen sein, noch einmal im Complex die einzelnen Bedingungen und Ursachen der verschiedenen Mengen und verschiedenen Konzentrationen des Harns uns vor Augen zu stellen.

1) Der Harn wird in *geringer* Menge und *konzentrirt* gelassen: a. wenn der Wasser- und Salzgehalt des Bluts gering ist, oder statt Harnstoff Harnsäure abgesondert wird. b. Wenn der Widerstand, den die Flüssigkeit im Ureter findet, ein bedeutender ist. Aus dem konzentrirten Blut wird nur we- Salzlösung ausgeschieden, das hierdurch noch mehr konzentrirte Blut, welches hinter den Glomerulis fliesst, wird eine starke Endosmose ausüben, und so die an und für sich geringere Menge von Flüssigkeit in den Harnkanälchen noch mehr mindern; dieser Effekt wird natürlich, wenn Widerstand

im Ureter sich findet, noch durch zweierlei Umstände begünstigt werden, nemlich einmal durch Verlangsamung des Abflusses von Harn, wodurch die Dauer der endosmotischen Einwirkung sich ausdehnt, und dann auch weil wegen des Widerstandes, der vermittelst der Kapselspannung auf alle in ihr enthaltenen Punkte der Nierensubstanz und so auch auf die der Poren Blutgefässhäute ausgeübt wird, sich die Menge des Abgesonderten mindert. Urin im Sommer, Morgenharn, Fieberharn.

2) Die Menge des Harns wird vermehrt werden, und die Konzentration abnehmen, wenn das Blut weniger konzentrirt, und die Bewegung der Flüssigkeit im Ureter eine schnellere ist. Der erstere Punkt bedarf keiner weitern Auseinandersetzung. Wir finden den Fall nach vielem Trinken wässeriger Flüssigkeiten. — Ist die Bewegung der Flüssigkeit im Ureter beschleunigt, so wird der Widerstand, den die Flüssigkeit zu überwinden hat, sich bedeutend mindern, und um so schneller die Bewegung nach vorn, um so schneller wird die Flüssigkeit, insofern sie überhaupt noch unter einem Drucke liegt, von hinten nach dringen; es wird eine wahre Saugwirkung entstehn. Dieser Umstand bedingt die grossen Quantitäten wässrigen Harns bei Krampfkranken *).

3) Die Menge und Konzentration des Harns wird zunehmen, wenn die von den Nieren abzuscheidende Menge der Salze und Extraktivstoffe im Blute sich mehrt. Diuretica und zuckerige Harnruhr u. s. w.

4) Konzentration und Menge des Urins werden abnehmen bei Abnahme der Blutkonzentration überhaupt, namentlich bei Verringerung seines Gehalts an Salzen, Harnstoff und Extractivstoffen, besonders wenn sich noch

*) Es ist diese beschleunigte Bewegung, dieser Krampf in den Ausführungsgängen, bei allen Drüsenabsonderungen von Wichtigkeit.

Schwäche des Herzstosses und in Folge dessen Abnahme der Geschwindigkeit des Blutstroms zu diesem Allen gesellt.

Es muss diese Theorie auch die Gründe angehen, warum beim Uebermaass des einen Bestandtheils, der andern im Harn geringer wird, warum z. B. bei Zucker- oder Extractivstoffreichem Harn die Harnstoffmenge sich mindert und warum unter diesen Umständen ungeheure Mengen Harn dazu gehören, um eine gleiche Quantität von Harnstoff zu entfernen, als es eine geringe Quantität normalen Harns thut (*Lecanu's* Gesetz). Es wird nämlich selbst bei intensiver Endosmose, da es überhaupt nur auf den Konzentrationsgrad ankommt, jeder Urinquantität relativ um so weniger Harnstoff enthalten können, als ihr Gehalt an dem normalen Harn fremden Stoffen zunimmt, mit einem Wort der Harn wird trotz des Mangels an Harnstoff schnell konzentrirt und dadurch die Harnkanälchen bald mit Harn angefüllt und so häufiger ausgedrückt werden. Es werden also dem Blut für die Fortschaffung der ihm rückständig gebliebenen Harnstoffmenge von aussen zugeführte Wassermengen nothwendig sein, mit denen der ebenbeschriebene Vorgang immer von Neuem beginnt.

So sehen wir in diesen Verhältnissen eine Einfachheit, eine Harmonie, die keiner Natureinrichtung an Schönheit nachsteht.

Schwäche des Herzstosses und in Folge dessen Abnahme der Geschwindigkeit des Blutstroms zu diesem Allen gesellt.

Es muss diese Theorie auch die Gründe angehen, warum beim Uebermaass des einen Bestandtheils, der andern im Harn geringer wird, warum z. B. bei Zucker- oder Extractivstoffreichem Harn die Harnstoffmenge sich mindert und warum unter diesen Umständen ungeheure Mengen Harn dazu gehören, um eine gleiche Quantität von Harnstoff zu entfernen, als es eine geringe Quantität normalen Harns thut (*Lecanu's* Gesetz). Es wird nämlich selbst bei intensiver Endosmose, da es überhaupt nur auf den Konzentrationsgrad ankommt, jeder Urinquantität relativ um so weniger Harnstoff enthalten können, als ihr Gehalt an dem normalen Harn fremden Stoffen zunimmt, mit einem Wort der Harn wird trotz des Mangels an Harnstoff schnell konzentrirt und dadurch die Harnkanälchen bald mit Harn angefüllt und so häufiger ausgedrückt werden. Es werden also dem Blut für die Fortschaffung der ihm rückständig gebliebenen Harnstoffmenge von aussen zugeführte Wassermengen nothwendig sein, mit denen der ebenbeschriebene Vorgang immer von Neuem beginnt.

So sehen wir in diesen Verhältnissen eine Einfachheit, eine Harmonie, die keiner Natureinrichtung an Schönheit nachsteht.