

## XVII.

Einige Bemerkungen über die Circulationsverhältnisse  
in den Nieren.

Von Rud. Virchow.

(Hierzu Taf. XI.)

In meiner Abhandlung über die Wassersucht (Handbuch der spec. Pathol. u. Therapie I. S. 196—99) habe ich die verschiedenen Beziehungen besprochen, welche zwischen Albuminurie, Nierenerkrankung und Wassersucht bestehen können, sowie darauf aufmerksam gemacht, dass die Mischung des Eiweissharns eine sehr wechselnde sein kann, je nachdem Eiweiss und Harnstoff an denselben oder an verschiedenen Orten der Niere ausgeschieden werden. Bei dieser Gelegenheit wies ich namentlich darauf hin, dass die Gefässe der Rinde eine ziemliche Unabhängigkeit von denen der Pyramiden haben und dass die Albuminausscheidung jenseits des eigentlich secretorischen Theiles der Rindensubstanz erfolgen könne (S. 198).

Diese wenig ausgeführten Bemerkungen sind bei den neueren Discussionen über Harnsecretion und Albuminurie gänzlich unbeachtet geblieben, was zum Theil daraus erklärlich sein dürfte, dass die anatomischen Voraussetzungen, auf denen meine Ansicht beruht, wesentlich abweichen von den Angaben, welche sich gegenwärtig bei der Mehrzahl und gerade bei den bedeutendsten Nieren-Histologen finden. Es schien mir daher gerechtfertigt, bei dem grossen Interesse, welches der Gegenstand eben jetzt in Anspruch nimmt, meine abweichenden Erfahrungen mitzutheilen, nachdem ich mich in letzter Zeit durch eine neue Reihe von Untersuchungen von der Richtigkeit jener Voraussetzungen wiederum überzeugt hatte. Diese Untersuchungen sind ausschliesslich an menschlichen Nieren ge-

macht, die theils von meinem Assistenten, Herrn A. Beer, theils von mir selbst injicirt waren.

Der hauptsächlichste Differenzpunkt betrifft den Ursprung der Gefässe der Marksubstanz. Obwohl einzelne Anatomen, wie Arnold, Hyrtl, Leydig, Arterien der Pyramidalsubstanz (*Arteriolae rectae* Arn.) direct aus der Nierenarterie entspringen lassen, so ist doch seit Berres und Bowman die Ansicht allmählig ganz vorherrschend geworden, dass auch diese Gefässe aus den *Vasa efferentia* Malpighi'scher Knäuel hervorgehen. Die Lehre von Kölliker ist in dieser Beziehung die einfachste, insofern er überhaupt keine anderen Aeste der Nierenarterie zulässt, als diejenigen, welche sich in Glomeruli auflösen, während Ludwig an der Oberfläche und Gerlach im Innern der Rindensubstanz noch eine kleinere Zahl von Gefässen direct in Capillaren übergehen lassen. Alle diese Fragen sind um so mehr von Bedeutung geworden, seitdem Bowman und namentlich Ludwig es versucht haben, die Lehre von der Harnsecretion auf das Studium des feineren Structurverhältnisses der Nieren zu begründen, ein Streben, das gewiss als vollständig berechtigt anerkannt werden muss.

Ich bemerke nun zunächst, dass nach meinen Erfahrungen es überhaupt sehr misslich erscheint, gewisse Möglichkeiten ganz und gar auszuschliessen, weil sie sich nicht in jedem Präparate wiederfinden. Um überzeugende Objecte zu gewinnen, ist es oft nöthig, eine grosse Zahl von Schnitten zu machen und diese auf verschiedenartige Weise zu behandeln. Hat man so ein bestimmtes Resultat erlangt, so wird dieses dadurch nicht umgestossen, dass in einem neuen Objecte nichts davon wahrgenommen wird. Denn, wie überhaupt im Gefässsystem, so ist auch hier eine gewisse Zahl von Möglichkeiten verwirklicht. Allein man muss wohl unterscheiden zwischen blossen Varietäten, zufälligen und individuellen Abweichungen und der regelmässigen, typischen Anlage. Während ich mich z. B. nicht für berechtigt erachte, die Angaben von Ludwig und Gerlach, dass sie directe Auflösungen kleiner Arterienäste der Rinde in Capillaren gesehen haben, einfach zu bezweifeln, so kann ich doch gleich im Voraus bemerken, dass, abgesehen von der Grenzschiht gegen die Markkegel hin, ich ein solches Vor

kommen für ein bloß zufälliges ansehen muss und dass ich es als Regel betrachte, dass sämtliche Arterienäste des mittleren und peripherischen Rindentheils in Glomeruli übergehen. Auf die Peripherie werde ich noch kurz zurückkommen.

Anders verhält es sich mit der Marksubstanz. Hier finde ich nämlich constant dreierlei verschiedene Arten der Gefässvertheilung:

- 1) Arteriolae rectae, welche direct aus den Endästen der Nierenarterien hervorgehen,
- 2) Vasa efferentia der unteren (innersten) Glomeruli,
- 3) Capillare Ausläufer des corticalen Maschennetzes.

Allein ich füge sogleich hinzu, dass diese drei verschiedenen Arten der Gefässvertheilung auch constante räumliche Verschiedenheiten zeigen, so dass man auf gewissen Schnitten überwiegend oder auch wohl ausschliesslich die eine oder andere Art findet und dass sehr glückliche oder mit aller Rücksicht auf das zu suchende Verhältniss geführte Schnitte dazu gehören, um in demselben Objecte eine Uebersicht der ganzen Anordnung zu gewinnen. Gerade der directe Ursprung der Art. rectae aus der A. renalis ist deshalb schwerer zu finden, weil die Ebene, in welcher die Stämme der Art. rectae sich verbreiten, oft gerade entgegengesetzt der Ebene ist, in welcher die Verästelungen der A. renalis liegen. Hier ist es besonders zu empfehlen, Schnitte, die man frisch möglichst genau untersucht hat, trocknen zu lassen, dann mit Terpenthinöl oder Balsam durchsichtig zu machen und sie unter einer Reihe der verschiedensten Vergrösserungen, bei durch- und auffallendem Lichte zu mustern. Man kann auf diese Weise mit vollkommener Sicherheit Gefässe, die sich bloß decken oder kreuzen, von denjenigen unterscheiden, die wirklich einen gemeinsamen Ursprung haben.

Auch in Beziehung auf die Injection selbst ist ein Umstand besonders bemerkenswerth. Je feiner die Injection ist, je vollständiger der ganze Capillarapparat gefüllt ist, um so schwieriger ist es, den wirklichen Zusammenhang klar zu übersehen. Insbesondere dann, wenn die Injection von den Knäueln aus in die Harnkanälchen eingedrungen ist, verwirren sich die Verhältnisse in der

Marks-substanz ausserordentlich, und man kann ebenso gut Harnkanälchen für Gefässe, als umgekehrt Gefässe für Harnkanälchen halten. Schloss ja schon der alte Ruysch aus der Leichtigkeit, mit der sich die Harnkanälchen von den Knäueln aus füllen, dass die ersteren direct aus den Gefässen hervorgingen \*), und noch Berres glaubte aufs Sicherste dargethan zu haben, dass in dem intermediären Capillarnetz eine solche Inosculation stattfände. Nun ist es freilich durchaus nöthig, eine sehr feine Injection zu haben, um den Zusammenhang der Vasa efferentia und der Capillaren der Rinde mit den Gefässen des Markes zu erkennen, aber ich habe gefunden, dass das Verhältniss der directen Arterien des Markes sich am deutlichsten zeigt, wo die Injection nicht ganz vollkommen ist, ja man kann sagen, dass die Beweisführung am evidentesten ist, wenn die Injectionsmasse die Knäuel nicht gefüllt hat und die Vasa efferentia frei sind. Ich habe dies zum Theil dadurch erreicht, dass ich die Injection frühzeitig unterbrach oder dass ich sehr dicke Masse (Leim mit Zinnober) einspritzte; meine zuverlässigsten Präparate stammen von einer Niere, bei welcher eine so beträchtliche amyloide Degeneration der arteriellen Gefässwandungen stattgefunden hatte, dass die etwas dicke Injectionsmasse nirgends das Innere der Knäuel erreicht hat.

Am wenigsten finde ich die Schilderung von Berres zutreffend, bei der man übrigens, wenn man die Abbildung vergleicht, annehmen möchte, dass sie mehr aus einer willkürlichen Ergänzung der durch die Beobachtung nicht ausgefüllten Lücken hervorgegangen sei. Er lässt (Anatomie der mikrosk. Gebilde. 1836—42. S. 162) jedes ausführende Gefäss des Knäuels einerseits zu dem das Nierenkorn (d. h. den Glomerulus) kappenartig umgebenden intermediären Maschennetze gehen, andererseits aber langgestreckte Schlingen bilden, welche sich aus der Cortical- in die Medullar-substanz vorschieben und, indem sie mit und zwischen den Bellinischen Kanälchen gegen die Papille hinlaufen, in dieser Wanderung früher oder später umbiegen, um wieder bis zur Grenze der Corticalsubstanz zurückzulaufen und sich erst hier durch zartere

\*) Kölliker (Mikrosk. Anat. II. 2. S. 353) gibt das Gegentheil an, indess ist dies wohl nur ein Missverständniss.

Aederchen in das intermediäre Gefässnetz zu ergiessen. Nur einzelne dieser langen Schlingengefässe erreichten die Oberfläche der Nierenwarzen selbst und bildeten hier das intermediäre Maschen-netz um die Mündungen der Harnkanälchen.

Bowman's Darstellung ist ungleich richtiger, und sie scheint auch die Grundlage aller späteren Beschreibungen gewesen zu sein. Er leitet die Markgefässe nicht aus allen Glomerulis ab, sondern nur aus denjenigen, welche der Basis der Markkegel nahe liegen. Hier seien die Malpighischen Körper im Allgemeinen grösser, ihre Vasa efferentia geräumiger und nach Art einer Arterie verästelt (Philos. Transact. 1842. I. p. 61. 63.), während sonst die ausführenden Gefässe kaum grösser seien, als die Capillaren des Plexus, in den sie sich sofort auflösen. An der Grenze der Pyramiden betrage ihr Durchmesser oft das 3—4fache von dem der Plexusgefässe. Er gibt dann auch auf Pl. IV. Fig. 6 eine Abbildung vom Pferde, Fig. 7 eine andere vom Kaninchen, von denen die erstere in Kölliker's Gewebelehre Fig. 253 und Mikrosk. Anat. II. 2. Fig. 304 übergegangen ist. Auf diese Weise bleibt er also auch für die Marksubstanz bei der Vergleichung der Nierengefässe mit der Pfortader stehen \*) und der Satz, dass alles Blut der Nierenarterie durch die Knäuel ströme\*\*), wird in seiner ganzen Ausdehnung aufrecht erhalten.

Es erhellt aus Bowman's Darstellung nicht, in wie weit seine Erfahrungen über alle diese Punkte die menschliche Niere betreffen, und ich bemerke daher ausdrücklich, dass ich für diese Fragen nur die letztere untersucht habe. Hier kann ich nun zunächst den Satz nicht bestätigen, dass die Malpighischen Körper in der Nähe der Marksubstanz beständig grösser seien, als die übrigen. Wie bekannt, variirt die Grösse dieser Körper in derselben Niere sehr bedeutend und man trifft nicht selten an demselben Stamme Knäuel

\*) Pag. 63. Each one of these efferent vessels is truly a portal vein in miniature.

\*\*) Pag. 59. All the blood of the renal artery (with the exception of a small quantity distributed to the capsule, surrounding fat, and the coats of the larger vessels) enters the capillary tufts of the Malpighian bodies; thence it passes into the capillary plexus surrounding the uriniferous tubes, and it finally leaves the organ through the branches of the renal vein. With the inconsiderable exceptions just mentioned, the terminal twigs of the artery correspond in number with the Malpighian bodies.

der verschiedensten Durchmesser. So maass ich in der nächsten Nähe der Marksubstanz Glomeruli von 0,08, 0,09 und 0,11 Linien Par. Durchmesser, während ich in demselben Schnitte mitten in der Rinde andere von 0,076, 0,085, 0,095, 0,105 und 0,108 Lin. fand. Im Allgemeinen schien es mir, dass je dichter die Glomeruli liegen, sie auch um so kleiner sind, und da sie in der Nähe der Pyramiden allerdings sparsamer zu sein pflegen, so haben sie auch oft eine grössere Entwicklung. Indess kommen ebenso grosse in der Mitte der Rinde und umgekehrt ebenso kleine an der Grenze vor. In dem Präparate der Fig. 1 misst der ganz nahe an der Grenze gelegene Glomerulus  $a = 0,095$  Lin.,  $b = 0,090$ , dagegen der viel entferntere  $c = 0,11$  Lin.,  $d = 0,08$ ,  $e = 0,085$ ,  $f = 0,09$  Lin.

Was das Verhältniss der Vasa afferentia und efferentia betrifft, so sind im Allgemeinen die letzteren erheblich kleiner als die ersteren, beide aber in einem gewissen Verhältnisse zu den Glomerulis. Ich maass Vasa afferentia von 0,017—0,028—0,035 Lin., V. efferentia von 0,008—0,011—0,015—0,02 Lin. Durchmesser. In Fig. 1 hat der grosse Glomerulus  $c$  eine zuführende Arterie von 0,025, eine abführende von 0,2 Lin. Durchmesser; der sehr beträchtliche Glomerulus  $g$  eine zuführende von 0,035, eine abführende von 0,03 Lin.; aus dem kleinen Knäuel  $h$  führt ein Vas efferens von 0,0175 Lin. Ich füge hier hinzu, dass der grosse Arterienstamm  $A$  0,2 Lin., seine Aeste  $B$  und  $C$  je 0,1 und 0,013 Linien messen.

Bowman gibt an, dass die Vasa efferentia stets solitär seien und kaum grösser, als die Capillaren des Maschennetzes, in das sie sich direct auflösen. Das Erstere ist die Regel, doch habe ich auch deutlich zwei Vasa efferentia aus einem Knäuel divergirend hervortreten sehen; das Zweite halte ich jedoch für entschieden unrichtig. In der Mehrzahl der Fälle fand ich die Vasa efferentia entschieden grösser, als die Capillaren des intermediären Maschennetzes, deren beträchtlichste Grösse ich, wie Kölliker, nur bis zu 0,0065 Lin. fand. Selbst die relativ grossen Capillaren, in welche sich in Fig. 1 die grosse austretende Arterie des Glomerulus  $g$  auflöst, hatten nur 0,004 Lin. Ueberhaupt sah ich fast

überall die capillare Auflösung der Vasa efferentia ganz nach Art von Arterien erfolgen, nicht blos in der Nähe der Marksubstanz (Fig. 1 g. 2 E. 5 F.), sondern auch an der Peripherie (Fig. 4). Nur darin zeigt sich eine gewisse Verschiedenheit, dass im Allgemeinen die Vasa efferentia sich seitlich und mehr nach abwärts auflösen, dass sie dagegen an der Peripherie mehr aufsteigen, um in das die oberflächlichen Lagen des Organs horizontal durchsetzende Maschennetz überzugehen \*).

Vergleichen wir nun die Maassverhältnisse der Markgefässe, so muss es Jedem auffallen, dass, während die Capillaren der Markkegel durchschnittlich enger sind, als die der Rindensubstanz, die Arteriolae rectae entschieden weiter sind, als die Vasa efferentia, ja meist sogar weiter, als die Art. afferentes. Die Capillaren der Marksubstanz maass ich, wie Kölliker, zu 0,003—0,004 Linien. Während dieser Forscher aber die Arteriolae rectae zu 0,01—0,016, tiefer herunter zu 0,004—0,01 Lin. angibt, so fand ich die Hauptstämme bis zu 0,030—0,035—0,04 Lin. dick, die Aeste durchschnittlich zu 0,008—0,013—0,017—0,025. Auch Berres maass die Vasa afferentia zu 0,0010—0,0011 Zoll Wien., die V. efferentia zu 0,0005, die Art. rectae zu 0,0010—0,0011 an der Grenze der Marksubstanz, 0,002 an der von ihm supponirten Umbeugungsstelle, die Gefässe der Papillen sogar zu 0,0024—0,0025 Zoll. Wahrscheinlich sind daher andere Untersucher zufällig auf Schnitte gestossen, die keine Hauptstämme enthielten. In meiner Figur C maass das Vas efferens  $E = 0,018$  Lin., der Stamm der Art. recta  $B = 0,036$  Lin. In Fig. 1 haben die Stämme bei  $i$  und  $l$  0,03, der bei  $k$  0,035 Lin., die Aeste bei  $m$  0,02—0,025 Lin. Durchmesser.

Ich lege auf diese schon für die einfache Betrachtung sehr ins Auge fallende Verschiedenheit ein sehr grosses Gewicht, weil sich daraus von vornherein die Unwahrscheinlichkeit ergibt, dass diese grossen Stämme aus Vasa efferentia abstammen. Sie übertreffen nicht blos die wirklichen Vasa efferentia, zuweilen um das Doppelte und Dreifache, an Weite, indem vielmehr ihre sehr zahlreichen Aeste denselben gleichen, sondern sie überragen sogar

\*) Bei der Beschreibung ist die Peripherie der Renculi als oben, die Papille als unten gedacht.

nicht selten die Art. afferentes an Durchmesser. Dass Vasa efferentia selbst, oder doch mit ihren capillaren Ausläufern in die Marksubstanz übergehen, leugne ich, wie schon erwähnt, keineswegs, aber ich halte nicht die Art. rectae für solche Fortsetzungen. Hier ist namentlich ein Verhältniss hervorzuheben, von dem ich freilich nicht behaupten kann, dass andere Untersucher dadurch getäuscht worden sind; indess wäre diess doch möglich, da es mich wenigstens dahin gebracht hat, zu wiederholten Malen an dem schon gewonnenen Resultate wieder irre zu werden.

Es ist dies die auf Fig. 3 dargestellte Verbindung, wo ein grösserer Stamm, der geradesweges in die Marksubstanz herabsteigt, zwei Arteriolae rectae abgibt, von denen einer *D*, dicht hinter der Abgangsstelle ein Vas afferens *a* abgibt, den Glomerulus bildet und dann in das V. efferens *e* fort- und zurückläuft. Aehnlich verhält es sich auf Fig. 1 bei dem Glomerulus *b*, neben dem ein Gefäss, das nicht das Vas efferens ist, von 0,0225 Lin. Durchmesser in gestrecktem Verlaufe zur Marksubstanz herabsteigt. Es gibt demnach an der Grenze zwischen Rinde und Mark ein neutrales Gebiet, wo die Arteriolae rectae noch zum Theil Knäuel bilden, während die Vasa efferentia lange, gestreckte Ausläufer aussenden, welche in das Capillarnetz des Markes, zuweilen (Fig. 2 *E*.) nach einer Seite in das des Markes, nach der anderen in das der Rinde sich auflösen. Die Art. afferentes, durch welche diese Knäuel an den Arteriae rectae hängen, sind häufig so kurz, dass es aussieht, als seien die Aeste der A. rectae, welche bei dem Glomerulus eben nur vorüberlaufen, wirkliche Vasa efferentia.

Noch ein anderer Umstand ist hier zu erwähnen, der auf das Urtheil sehr leicht Einfluss ausüben kann und der offenbar auf die in den Lehrbüchern leider immer mehr überhand nehmenden schematischen, aber durch ihre feinere Ausführung nur zu sehr verführerischen Abbildungen eingewirkt hat. Indem man es entschieden vernachlässigt hat, den gröberen Verlauf der Nierengefässe durch Präparation zu verfolgen, so ist man zu dem Schema gekommen, dass die grösseren Arterien bogenförmig um die Basis der Markkegel verlaufen und von hier unter rechten Winkeln die



zur Peripherie aufsteigenden, Knäuel tragenden Gefässe abgeben. Dies ist wohl für manche Durchschnitte zutreffend, aber doch als Regel falsch.

Nachdem sich die Nierenarterie in ihre Aeste mittlerer Ordnung gespalten hat, dringen diese gewöhnlich zwischen je zwei Pyramiden (Renculi) vom Hilus aus ein. Hier erfolgen nun sehr bald neue, oft regelmässig dichotomische Theilungen und die neuen Aeste verlaufen in flachen Bogen zum äusseren (oberen, basalen) Umfange der Markkegel. Zuweilen theilen sie sich hier schon früh von Neuem oder sie geben doch grössere Aeste ab, welche bald gerade gegen die Oberfläche aufsteigen, häufiger jedoch schief in die Rinde eindringen und sich hier wiederum verästeln. Die Hauptäste laufen nach Abgabe dieser Zweige, schief ansteigend, im Umfange der Pyramiden fort und geben in diesem Verlaufe wiederum Zweige ab, die zuweilen senkrecht, sehr gewöhnlich aber ebenfalls schief in die Rinde eindringen. Zuletzt löst sich das Gefäss in der Art auf, dass etwa in der Mitte der Basis des Markkegels, wie in Fig. 1 dargestellt ist, der Endast (*B*) sich auch gegen die Rinde anhebt und Knäuel trägt. Hier ist denn auch der Punkt, wo seine Aeste ganz nahe mit denen eines anderen Hauptastes, der von der anderen Seite des Markkegels heraufstieg, zusammentreffen und wo man früher annahm, dass sie mit einander communicirten.

Allerdings liegen diese Hauptäste (Arcus s. Fornices arteriosi) an der Grenze zwischen Mark und Rinde; allerdings geben sie fast alle ihre Zweige in die Rinde ab. Aber man muss sich nicht die Markkegel als geschlossene mathematische Bildungen vorstellen. Die Hauptäste der Arterie drängen die einzelnen Bündel der Marksubstanz peripherisch aus einander und die Rindensubstanz schiebt sich keilförmig in diese Spalten hinein, so dass man oft genug Durchschnitte bekommt, wo das aufsteigende Gefäss den Verlauf von Markbündeln kreuzt. Auch ist der Theil, in welchen die abgehenden Zweige eindringen, noch keineswegs ausgemachte Rindensubstanz, sondern es ist die bald mehr, bald weniger breite Zone des oben erwähnten neutralen Gebietes.

Fragt man nun, wo die Arteriae rectae ihren Ursprung nehmen, so kann man sagen, dass dies in der Regel nicht von den

Hauptästen, also gerade nicht von den der Marksubstanz zunächst anliegenden Gefässen geschieht, sondern vielmehr von den grösseren Zweigen innerhalb der neutralen Zone und zwar wohl immer von Zweigen, die zugleich Knäuel tragende Aeste haben. Zuweilen sieht man wohl horizontal verlaufende Gefässe (Fig. 5 B.), welche nur A. rectae abzugeben scheinen, indess ist dies gewöhnlich in sehr feinen Schnitten der Fall. In gröberen trifft man in der Regel Beides, Artt. rectae und afferentes, an demselben Aste. Auf diese Weise erklärt es sich, dass man zuweilen Schnitte bekommt, die, obwohl in der Ebene der Harnkanälchen geführt, doch nicht einen Arcus arteriosus, sondern 2 oder 3 nahezu parallele, über einander gelagerte Bogen zeigen. Von diesen ist der untere gewöhnlich der stärkere; er entspricht dem fortlaufenden Hauptaste. Die anderen sind schief in die Rinde vordringende Zweige, und gerade sie sind es, welche die Art. rectae abgeben. Diese müssen dann also in ihrem Verlaufe zur Marksubstanz ein- oder zweimal die tiefer gelegenen Bogen kreuzen und gerade sie machen daher leicht den Eindruck, als seien sie Vasa efferentia. Aber, wenn man genau nachsieht, so zeigt sich, dass die tieferen Bogen noch innerhalb der Pyramidalsubstanz oder doch in der neutralen Zone gelegen sind und dass eigentlich die Art. rectae nicht aus der Rinde, sondern aus der Grenzschrift zwischen ihr und dem Mark herkommen.

Ich habe diese Verhältnisse und die Fehlerquellen, welche sie für die Deutung in sich schliessen, etwas weitläufiger behandelt, weil die gangbaren Schemata selbst diese grösseren Circulations-einrichtungen in einer die Anschauung trübenden Weise behandeln. Ein senkrechtes Aufsteigen der knäueltragenden Arterien findet gerade da am meisten statt, wo man es am wenigsten erwähnt, in demjenigen Theile der Rinde, welcher über den Columnae Bertini liegt. Nächst dem nähern sich die gerade in der Axe der Renculi gelegenen Theile. Am Umfange der Markkegel dagegen, d. h. im grössten Theile der Substanz steigen die Arterien schief an, theilen sich häufig dichotomisch, geben neue Aeste ab und erst diese oder noch spätere (Fig. 4 A.) Theilungen nehmen einen mehr senkrechten Verlauf zur Peripherie. Aber alle diese dem Umfange der Markkegel zugehörigen Arterien geben Art. rectae und

Art. afferentes und nicht selten kleinere Aeste, die nur einen Glomerulus und 1, 2 oder mehrere Art. rectae tragen.

Ich habe nun ein anderes Verhältniss zu berühren, das für die Blutströmung gewiss von der grössten Bedeutung ist und das fast nirgends erwähnt, wenngleich hier und da in den Abbildungen angedeutet wird, nämlich die Art des Abganges der kleineren Arterien. Die grosse Mehrzahl aller kleineren Aeste, sowohl der A. rectae, als der A. afferentes geht mehr oder weniger rückläufig von den grösseren Zweigen ab. Man hat oft genug gesagt, die Glomeruli hängen wie Früchte, wie Trauben oder Aepfel an ihren Stämmen, aber man lässt die Art. afferentes unter rechten Winkeln entspringen oder gar unter spitzen gegen die Peripherie aufsteigen. Allein die Art. afferentes gehen entweder unter spitzen Winkeln rückwärts ab oder sie machen Bogen, deren Convexität gegen die Peripherie sieht, oder endlich es entspringt ein kleinerer Stamm von dem grösseren Gefäss, der sich am Ende in eine kleine Dolde mit umgebogenen Stielen spaltet (Fig. 1). Nirgends kann man dies so schön sehen, als wenn man einen Schnitt durch eine Columna Bertini führt, quer durch von einer Pyramide zur anderen (Fig. 5). Hier hängen die Glomeruli beiderseits gegen die Marksubstanz (*M* und *M'*) und da, wo die Corticalsubstanz der verschmolzenen Renculi (*Co* und *Co'*) zusammenstösst, sieht man nicht etwa eine Naht oder Zwischensubstanz, sondern grössere Gefässe (*A*, *A'*), die von einer Seite zur anderen gehen, oder von der Mitte her nach beiden Seiten ausstrahlen und die nur einen neutralen Punkt haben, von dem aus die Stiele der Glomeruli divergirend auseinanderhängen.

Das Blut strömt daher in die Glomeruli schon ein mit der Richtung gegen die Marksubstanz, und indem die Vasa efferentia im Allgemeinen dieselbe Richtung beibehalten, so wirkt der ganze Druck nicht, wie man erwarten sollte, gegen die Peripherie, sondern gegen die Harnkanälchen und schliesslich gegen die Nierenwarzen. Nur an der Peripherie selbst ändern sich diese Verhältnisse insofern, als die äussersten Glomeruli und ihre Vasa efferentia eine mehr aufsteigende Richtung haben; schon die nächst tieferen liegen mehr horizontal oder geradezu zurückgebogen (Fig. 4). Am

auffälligsten und daher am häufigsten abgebildet ist dies Verhältniss in der Nähe der Marksubstanz und namentlich in der neutralen Schicht, wo die Knäuel oft gerade nach abwärts hängen und ihre langen Vasa efferentia senkrecht nach unten laufen.

Für die Art. rectae gilt dasselbe. Die grösseren Wurzeln derselben liegen gewöhnlich mehr gestreckt, horizontal oder schief ansteigend, mit leichter Convexität gegen die Rinde, dann aber wenden sie kurz um und steigen unter rechten oder gar spitzen Winkeln abwärts. Diejenigen, welche in den höheren Theilen der neutralen Zone ihren Ursprung nehmen, gehen zuweilen sofort von ihrem Anfange an rückläufig neben und parallel mit dem Gefässe, von dem sie herkommen. So lange sie noch in der neutralen Zone sich befinden, bleiben sie gewöhnlich einfach; sobald sie die eigentliche Grenze der Marksubstanz (*M* der Abbildungen) erreichen, lösen sie sich schnell in grosse Quäste oder Schöpfe (*m, m*) von Aesten auf, welche zunächst parallel herabsteigen und die grösseren Fascikel der Marksubstanz von einander scheiden, in welche sie nach und nach kurze, quere Aeste senden, die sich alsbald zu einem weitmaschigen Capillarnetz mit langgestreckten Netzen auflösen. Nur an der oberen (basalen) Grenze geht ein Theil der Art. rectae schnell in kürzere, divergirende Aeste auseinander, welche ein etwas engeres und gleichmässigeres Maschen-netz bilden (*n, n*), und gerade dieses Maschennetz ist es, in welches auch die langen Vasa efferentia und die capillaren Ausläufer des corticalen Maschennetzes (vgl. Ludwig in R. Wagner's Handwörterbuch II. S. 621) hineinreichen, in welches aber auch nicht selten, noch unterhalb der Arcus arteriosi, Knäuel hineinhängen.

Die mitgetheilten Thatfachen scheinen mir insofern von Bedeutung, als sie nicht blos ganz allgemein eine Erklärung geben, warum die Richtung des Circulations- und Secretionsdruckes von dem Verlaufe der grösseren Gefässe abweicht, ja zum Theil ihm geradezu entgegengesetzt ist, sondern zugleich ein eigenthümliches Moderations- und Regulationsverhältniss erschliessen. Die Nierenarterie ist bekanntlich ein im Verhältniss zu der Grösse des Organs ausserordentlich starkes Gefäss, das ganz colossale Massen von Blut zuführt und einem sehr beträchtlichen Druck ausgesetzt

ist. Dieses Blut findet sehr bald in seinem Vorrücken bedeutende Hindernisse. Die Einrichtung der Knäuel bedingt, wie allgemein angenommen, zugleich eine bedeutende Verlangsamung des Stroms und eine ansehnliche Steigerung des Drucks. Wäre die Stromrichtung bis zu den Schlingen des Glomerulus vollkommen gerade, so würden gewiss Verletzungen, namentlich Sprengungen derselben sehr viel häufiger sein. Die rückläufige Richtung der abgehenden Gefässe muss aber nothwendig den Druck mässigen und sowohl in der Rinde, als in dem Mark günstigere und gleichmässige Strömungsbedingungen schaffen.

Neben dieser Moderation findet sich aber zugleich eine vortreffliche Regulation. Müsste wirklich alles Blut durch die Glomeruli, so würde jedes Verhältniss der Collateralbahnen in der Niere fehlen und in der That haben sich die meisten neueren Forscher für einen solchen Mangel ausgesprochen. Ich selbst wurde auf das Bestehen der Collateralbahnen zuerst aufmerksam beim Studium der sogenannten Bright'schen Krankheit. Gerade in den exquisitesten Fällen derselben finden wir neben der auffälligsten Anämie der Rinde eine so hochgradige Hyperämie der Marksubstanz, dass dadurch das so charakteristische Bild des Gegensatzes beider Substanzen entsteht. Wo sollte diese Hyperämie, die in vielen Fällen keineswegs venöser Natur ist, herkommen, wenn die Glomeruli das Blut fast ganz zurückhalten? Hier handelt es sich vielmehr im eigentlichen Sinne um eine collaterale Fluxion, wie ich den Begriff derselben in meiner Abhandlung über die Blutwallerung (Handb. d. spec. Path. u. Ther. I. S. 142) zuerst genauer entwickelt habe. Das Blut, welches gehindert wird, in die Rinde einzuströmen, weil die parenchymatöse Schwellung die Gefässe zusammendrückt, findet seinen Abfluss durch die Arteriae rectae in die Pyramiden und kehrt von hier aus in die Venen zurück. Ja die Hemmung in der Rinde kann so gross sein, dass das Blut in den Venen derselben stockt und gerinnt, und doch bleibt noch die arterielle Circulation offen, da ihr der collaterale Abfluss durch die wundervolle Einrichtung der Sonderung beider Gefässabschnitte gegeben ist. Niemals habe ich dies Verhältniss künstlich schöner reproducirt gesehen, als bei der Injection der schon erwähnten

Niere mit amyloider Degeneration der Glomeruli, wo die Injections-masse nirgends die Schlingen der Glomeruli gefüllt hatte und die Vasa efferentia ganz frei waren, während die Quäste der Art. rectae in der Marksubstanz die schönste und dichteste Füllung zeigten. Gerade in solchen Fällen kann man sich auch sehr deutlich überzeugen, dass in der Peripherie jene directe Fortsetzung der Arterien in Capillaren nicht besteht, welche Ludwig angenommen hat, sondern dass hier zuletzt Büschel oder Dolden von Art. afferentes das Gefäss krönen, an denen oft ein halbes Dutzend Glomeruli sitzt.

Die Niere besitzt also in sich ein Verhältniss der collateralen Regulation, nicht blos zwischen benachbarten Bündeln und Pyramiden, sondern in jedem Abschnitte zwischen Rinde und Mark. Das Blut muss seine Bahn schneller und leichter durch das Mark vollenden, weil hier die Hemmungen der Schlingenbildung in Glomerulis fehlen: die Circulation ist freier, sie hat nicht mehr den secretorischen, sondern den gewöhnlichen nutritiven Charakter. Dies ist, wie ich glaube, ein Gewinn auch für die physiologische Theorie. Man kann hier nicht mehr im Sinne von Ludwig eine vermehrte Endosmose wegen der grösseren Concentration des aus den Glomerulis abgeflossenen Blutes suchen; diese hört in der neutralen Zone zwischen Rinde und Mark auf. Aber wohl ist das schneller strömende Blut unter günstigeren Verhältnissen der Resorption, und es ist sehr wohl denkbar, dass das Epithel dieser Gegenden einem stärkeren endosmotischen Strome ausgesetzt ist, als das der Rinde. Daraus könnte es sich wohl erklären, dass gerade dieses Epithel so viel seltener schwere Erkrankungen erfährt, dass die Störungen, die es erfährt, leichter ausgeglichen werden, dass die Flüssigkeiten gerade hier concentrirter werden und dass Niederschläge aus denselben (Harnsäure, Kalk u. s. w.) gerade hier und zwar an den Papillen häufiger, als in der Nähe der Basis ausgefällt werden. Aber andererseits begreift es sich auch, dass bei allen Schwellungen der Rinde, bei allen Erkrankungen der Malpighischen Körper, bei allen Störungen der Circulation in den interlobulären Arterien der Corticalsubstanz alsbald die collaterale Fluxion im Marke einen hohen Grad erreicht, dass hier Durchtretungen von Eiweiss, Auspressung fibrinartiger

Stoffe, endlich Blutungen sehr leicht erfolgen können. Hier am meisten geschieht bei allen Formen der croupösen Nephritis und bei allen Hemmungen der Circulation die Bildung der sogenannten Nierencylinder und gerade hier dürften auch die Bedingungen für viele Albuminurien liegen, sowohl für die eigentlich collateralen, als auch für diejenigen, die vielleicht einer in Folge des grösseren Blutdruckes gehemmten Resorption des in der Rinde abgesonderten Albumens ihre Entstehung verdanken. Endlich darf vielleicht darauf hingewiesen werden, wie gross oft in solchen Fällen der Albuminurie die günstige Einwirkung einer Behandlung ist, welche die Spannungszustände im Gefässsysteme mindert, den Herzdruck herabsetzt und die Blutmasse verkleinert (Antiphlogose, Abführmittel).

### Erklärung der Abbildungen.

Taf. XI. Sämmtliche Abbildungen sind möglichst getreu nach Injectionspräparaten gezeichnet, die an der Luft getrocknet und dann mit Balsam getränkt waren. Fig. IV. nach einer Injection mit Leim und Zinnober, sämmtliche übrigen nach Injectionen mit Leim und Chromblei.

Fig. 1. Vergrösserung mit dem einfachen Mikroskop.

*M.* Marksubstanz, *Co.* Corticalsubstanz, *N.* neutrale Zone.

*A.* Endast der *Art. renalis* (*Arcus arteriosus*), dessen einer Zweig *B* schief durch die neutrale Zone aufsteigt, *Artt. rectae* und *afferentes* abgiebt und sich endlich gegen die Peripherie wendet, während der andere *C* fast direkt zur Rinde ansteigt und sowohl direkt *Art. afferentes* als auch solche Aeste abgiebt, die Büschel von *Glomerulis* tragen.

*a—h.* *Glomeruli* von bestimmter, im Text erwähnter Grösse, fast alle an rückwärts gerichteten Stielen hängend.

*i—l.* Wurzeln der *Art. rectae* in der neutralen Zone.

*m. m.* Quäste der *Art. rectae* zwischen den Fascikeln der Marksubstanz.

*n. n.* Frühe Auflösungen an der Grenze des Markes.

Von *a, b, g* kommen Gefässe, die rückwärts aus der Rinde zu dem Capillarnetze der neutralen Zone und des Markes verlaufen und die *Art. renalis* kreuzen.

Fig. 2. Schwache Vergrösserung (etwa 50mal).

*A.* Endast der *Art. renalis*.

*B.* Stamm einer *Art. recta*.

*C.* *Art. afferens*.

*D.* Zweig der *Art. renalis* mit 2 *Glomerulis*.

- E.** Vas efferens, das sich nach Art einer Arterie verästelt und sowohl in das Capillarnetz der Rinde **Co**, als in das des Markes **M** übergeht.
- F.** Hoher Ast der Art. recta, der sich in das kurzmaschige Capillarnetz an der Basis der Ferrein'schen Pyramide auflöst.
- G.** Die Aeste, welche den interfasciculären Quast zusammensetzen.

Fig. 3. Stärkere Vergrößerung (280).

- A.** Endast eines Arcus arteriosus, aus dem ein grösserer Zweig **B** rückläufig gegen die Marksubstanz hervorgeht.
- C, D.** Dichotomische Theilung dieses Zweiges, um den interfasciculären Quast zu bilden.
- g.** Knäuel, dessen Art. afferens **a** aus **D** hervorgeht, der selbst zwischen die Aeste von **B** eingeklemmt liegt und der bei **e** rückwärts sein Vas afferens abgibt.

Fig. 4. Schwache Vergrößerung (50).

Schnitt von der Peripherie. **P** die Albuginea der Niere. **Co** die äussersten Theile der Rinde, an der man zunächst den von Knäueln freien Saum mit seinem horizontalen Capillarnetz sieht, das durch aufsteigende Vasa efferentia aus den äussersten Knäueln gespeist wird. Bei **A** eine interlobuläre Arterie, die noch kurz vor der Rinde grössere Zweige abgibt, die schief zur Oberfläche aufsteigen. Bei **B** Endäste der Interlobular-Arterien mit Büscheln an den Enden und rückläufigen Stielen der Glomeruli im Verlauf.

Fig. 5. Schwache Vergrößerung (50).

Schnitt durch eine Columna Bertini.

- M M** Marksubstanz zweier benachbarten Pyramiden.
- Co Co'** Die zusammengeflossene Corticalsubstanz.
- N** Die neutrale Zone.
- A A** Interlobuläre Arterien, die nach 2 Seiten rückläufige, divergirende Art. afferentes abgeben.
- B** Wurzeln der Art. rectae.
- m m** Quäste der Marksubstanz.



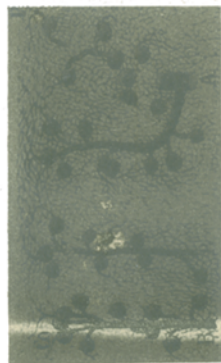


Fig. V.

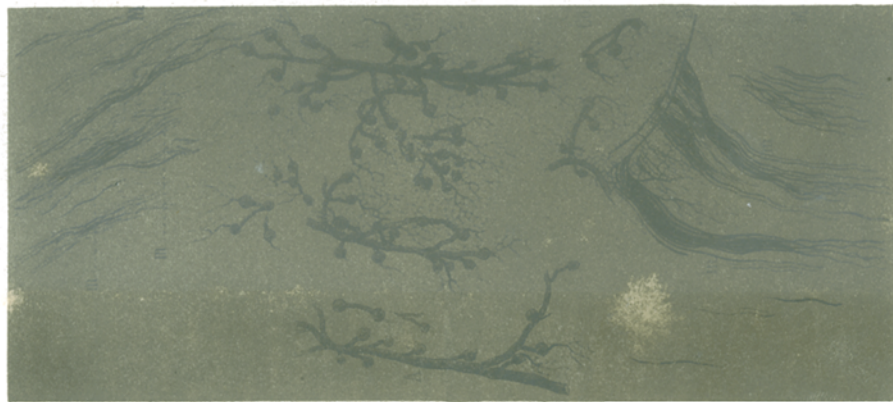


Fig. II.

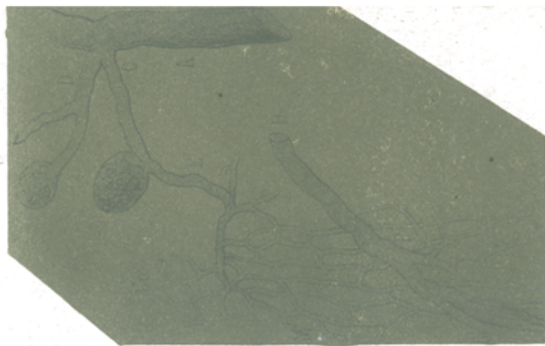


Fig. III.

