

## XIV.

## Die Veränderungen der Niere des Kaninchens nach zweistündiger Unterbindung der Vena renalis.

(Aus dem Institut für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie  
in Rostock.)

Von

Franz Pawlicki,

Arzt aus Ostrowo, z. Z. Assistenten am Pathologischen Institut in Zürich.

### Vorbemerkungen.

Es wurden 50 Tiere operiert; vom Rücken aus legten wir die linke Niere der Kaninchen frei, unterbanden auf Leder die Vena renalis für zwei Stunden und ließen die Tiere nach Lösung der Unterbindung eine verschieden lange Zeit leben. Eine Anzahl der Tiere starb bereits in einer frühen Zeit, ohne daß eine Komplikation hinzugetreten wäre. An zum Zweck der Tötung narkotisierten Tieren, nach der Tötung durch Nackenschlag oder nach dem ohne Eingriff eingetretenen Tode haben wir stets flüssiges Blut in der ganzen Vena renalis gefunden.

Die Nieren wurden in einer 4prozentigen Formollösung fixiert, von jeder wurden Paraffinschnitte mit Hämalaun und in van Giesonscher Lösung gefärbt; ferner wurden Gefrierschnitte außer mit Hämalaun mit Sudanlösung auf Fett gefärbt.

Die Mannigfaltigkeit und Gesetzmäßigkeit in der Lokalisation der Veränderungen führte uns zu einer besonderen Einteilung der Niere. Wir teilen die Rinde ein in eine obere und eine untere Hälfte, außerdem bezeichnen wir als „oberste Zone“ die von den obersten Glomeruli bis an die Kapsel reichende, als „unterste Zone“ die zu den untersten Glomeruli gehörige Kanälchenschicht. Als „gewundene Kanälchen“ bezeichnen wir der Kürze wegen in den Protokollen sämtliche in den betreffenden Schnitt gefallenem Durchschnitte durch die Schlingen eines solchen.

Im Marke unterscheiden wir die Grenzzone, d. h. den an die Rinde anstoßenden Teil des Markes, der etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der Marksubstanz beträgt, und das tiefe Mark.

Bei den Infarcten unterscheiden wir das Zentrum, eine um dieses gelegene Leukocytenzone und das Grenzgebiet, d. h. den an die Leukocytenzone nach außen sich anschließenden Teil des Infarctes.

Es wurden zwar die Nieren sämtlicher Tiere untersucht und eingehend beschrieben, doch geben wir im folgenden nur eine Auswahl von Protokollen.

1. und 2. Tier: 2 Stunden nach der Unterbindung getötet und untersucht ohne vorausgegangene Abnahme der Ligatur.

1. Tier. Maße:<sup>1)</sup> L. N.: L. 3,1, B. 1,6,  
R. N.: L. 2,9, B. 1,2.

Makroskopischer Befund: In der Capsula fibrosa blutig durchtränkte Stellen; stellenweise befindet sich eine Lage Blut zwischen ihr und der Niere. Die Niere ist blaurot, insbesondere die Marksubstanz. Die Venen sind sehr stark erweitert und gefüllt.

Mikroskopischer Befund: In der Nierenkapsel, im Hilusfettgewebe und im adventitiellen Bindegewebe zahlreiche freie rote Blutkörperchen und eine homogene (geronnene) Masse.

Blutgefäße: Die Venen und Arterien sind stark erweitert und gefüllt. Weiße Blutkörperchen liegen häufig in Reihen und Häufchen der Venenwand an. Die Kapillaren sind sämtlich stark erweitert und gefüllt, desgleichen die Glomeruli. In den Kapselräumen befindet sich eine homogene oder fädige (geronnene) Masse, dazu vereinzelt rote Blutkörperchen.

Kanälchen: Die gewundenen Kanälchen und die Kapselräume sind leicht erweitert, das Kanälchenepithel ist entsprechend abgeflacht. Fädiger Inhalt in den Kanälchen der Rinde, im Marke mehr homogener Inhalt. Fett fehlt.

2. Tier. Maße: L. N.: L. 3,3, B. 1,8,  
R. N.: L. 3,2, B. 1,5.

Abweichungen von der 1. Niere: Vereinzelt Stellen nahe der Kapsel enthalten zwischen einigen gewundenen Kanälchen freie rote Blutkörperchen. Die gewundenen Kanälchen sind etwas stärker erweitert.

In allem übrigen besteht völlige Übereinstimmung.

Die von den zwei ersten Tieren gewonnenen Präparate geben Auskunft, wie sich die Nieren in den zwei Stunden verändern, nach denen in den folgenden Versuchen die Ligatur abgenommen worden ist.

<sup>1)</sup> L. N. = Linke Niere, R. N. = Rechte Niere. L. = Länge, B. = Abstand der Papillenspitze von der Mitte der Konvexität. Die Zahlen geben die Maße in Zentimetern an.

Es zeigt sich, daß die Veränderungen übereinstimmen, wenn sie auch von etwas verschiedener Stärke sind.

Beide Nieren sind hart und in sehr verschiedenem Maße vergrößert; sie sind blaurot, und mikroskopisch ist ihr ganzes Gefäß- und Kapillarsystem stark erweitert und gefüllt. Es erklärt sich das aus dem Verschuß der Vene, der zu Drucksteigerung in der gesamten Blutbahn führt, in der das Blut zum Stillstand kommt.

Von dieser kapillären Blutdrucksteigerung sind die anderen Befunde abzuleiten, nämlich der Austritt von roten Blutkörperchen, der sehr geringen, wenn auch wechselnden Umfanges ist, und der Austritt einer eiweißhaltigen Flüssigkeit, die das Nierenbindegewebe durchtränkt und das Kanalsystem der Niere leicht erweitert. Auch die in den Kanälchenlumina befindliche Flüssigkeit ist als Transsudat aus den Kapillaren anzusehen, da von einer Sekretion in einer Niere, deren Durchströmung mit Blut aufgehört hat, keine Rede sein kann.

Wenn wir nun die verschiedenen Befunde auf die Drucksteigerung in der Nierenblutbahn zurückgeführt haben, so ist jetzt noch der Einfluß namhaft zu machen, der die graduelle Verschiedenheit in den Folgen des Eingriffs bei den zwei Tieren so weit wie möglich verständlich macht.

Da der Blutdruck, soweit er vom Herzen abhängig ist, bei zwei ungefähr gleich großen und gleich alten, gesunden Tieren übereinstimmt und durch den Eingriff unbeeinflusst bleibt, so müssen es die Nierengefäße sein, die auf die Drucksteigerung als einen starken mechanischen Reiz der Gefäßnerven verschieden reagieren. Es ist denkbar, daß bei dem einen Tier ein plötzlicher, vollständiger Verlust ihrer Erregbarkeit eintritt und damit eine rasche und maximale Dehnung der Gefäße zustande kommt, bei dem anderen die Erregbarkeit langsam verloren geht, und somit eine Zeitlang dem andrängenden Blut Widerstände entgegengesetzt werden, die im ersten Fall fehlen.

Wenn also bei Abnahme der Ligatur die Nieren, denen wir uns jetzt zuwenden, im großen und ganzen in einem und demselben Zustande waren, so walteten doch geringe Differenzen ob, die mit in Betracht kommen für das Verständnis

der differenten Folgen des Eingriffs, die wir im folgenden feststellen werden.

Mit der Abnahme der Ligatur wurde die Niere weicher und kleiner, und die tiefblaue Farbe veränderte sich in Blaurot.

Ein Tier: 4 Stunden nach Abnahme der Ligatur.<sup>1)</sup>

3. Tier (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,3, B. 1,7,

R. N.: L. 2,7, B. 1,5.

Makroskopischer Befund: Die Niere ist vergrößert und blaurot. Das Becken ist leicht erweitert.

Mikroskopischer Befund (im Vergleich mit der 1. und 2. Niere): Geringere Erweiterung der Gefäße und Kapillaren. Die Kapselräume und Kanälchen sind nur leicht erweitert. In der Grenzzone wechseln Gruppen von vorwiegend kernlosen Kanälchen ab mit kernhaltigen; jene liegen meistens unter den gewundenen Kanälchen, diese sind vorwiegend die Verlängerung der Markstrahlen. Die kernlosen Kanälchen enthalten spärliche Chromatinkörnchen. Fett fehlt.

In den vier Stunden seit der Lösung der Ligatur und Wiederherstellung einer Strömung haben sich die bisher beschriebenen Veränderungen zum Teil verringert, insbesondere die Vergrößerung und tiefblaue Farbe der Nieren. Da sie aber doch noch sehr ausgesprochen vorhanden und am lebenden Tier ohne weiteres festzustellen sind, so fließt das Blut zu dieser Zeit in vermehrter Menge in den erweiterten Kapillaren des Organs und, wie aus der gleichmäßigen blauroten Farbe der Niere zu erschließen ist, verlangsamt.

Es müssen also, da die Untersuchung des Venenlumens kein Hindernis für das Blut nachweist, infolge der zweistündigen Unterbrechung der Blutströmung und der dehnend wirkenden Drucksteigerung in der Blutbahn der Niere die lokalen bewegenden Kräfte abgenommen haben; als solche sind bekannt die unter dem Einfluß des Nervensystems stehende Gefäßmuskulararbeit und der elastische Rückstoß der Arterien, Kapillaren und Venen sowie des Nierengewebes einschließlich seiner fibrösen Kapsel.

1) Auch alle folgenden Zeitangaben beziehen sich auf die seit Lösung der Ligatur verstrichenen Stunden und Tage.

Während das Parenchym der Niere im allgemeinen keine Veränderungen aufweist, ist eine Region der Niere dadurch ausgezeichnet, daß ein Teil der Kanälchen die Kerne verloren hat und das Zellplasma aufs stärkste in seiner Struktur verändert ist, während die Struktur der Kapillaren daselbst erhalten geblieben ist. Es ist das ausschließlich in der Grenzzone der Marksubstanz der Fall, aber nur in Bündeln von geraden Kanälchen während ihres Verlaufs in dieser Grenzzone; die dazwischen gelegenen Bündel von Kanälchenabschnitten sind ebensowenig verändert wie, von der Erweiterung der Blutbahn abgesehen, Rinde und tiefes Mark.

Zwischen diesen kernlosen Kanälchenabschnitten vermißt man im Gegensatz zu den übrigen Teilen der Niere die roten Blutkörperchen in den hier sehr engen Kapillaren, obwohl es auf Grund des Verhaltens der zwei vor Lösung der Ligatur untersuchten Nieren keinem Zweifel unterliegt, daß in den zwei Stunden der Unterbindung auch diese Kapillaren überfüllt waren. Die Blutkörperchen sind also aus dieser Gegend entweder zu Anfang hinausgeschwemmt worden, und es hat dann nur noch Blutflüssigkeit in den Kapillaren geströmt, oder sie sind nach völliger Unterbrechung einer Strömung an Ort und Stelle aufgelöst worden. Gegen eine so rasche Auflösung spricht der Umstand, daß z. B. in der Capsula fibrosa die Blutkörperchen unversehrt erhalten geblieben sind, die doch schon während des Bestandes der Ligatur die Kapillarbahn verlassen haben; doch können wir diesen Punkt an der Hand späterer Erfahrungen besser erörtern und werden dabei auch auf den angegebenen Gegensatz im Verhalten des Epithels und Endothels zurückkommen.

Die kernlos gewordenen Kanälchenbündel in der Grenzzone als die allein kernlos gewordenen Abschnitte müssen sich also in bezug auf die Beziehung zum Blut anders, ungünstiger verhalten, als alle übrigen Teile der Niere, in der der Blutdruck herabgesetzt war. Es wird das aus folgendem verständlich.

In der — dadurch charakterisierten — Grenzzone wechseln annähernd regelmäßig ab Kanälchenbündel, deren Kapillaren, wie die der übrigen Marksubstanz, das Blut beziehen von den aus den Arteriae arcuatae entspringenden Arteriae rectae verae,

mit Kanälchenbündeln, deren Kapillaren zu Vasa efferentia unterster Glomeruli gehören, demgemäß Blut führen, das, im Gegensatz zu dem im Stromgebiet der Rectae verae fließenden, schon ein Kapillargebiet passiert hat. Da also das Blut in diesen Kapillargebieten zweiter Ordnung unter einem weit niedrigeren Druck steht, so kann in ihnen infolge eines den Nierenblutdruck herabsetzenden Eingriffes der Blutstrom schon zum Stillstand kommen, während er in den Kapillargebieten erster und einziger Ordnung noch fortbesteht.

Es erhebt sich nun sofort die Frage, warum im Bereich der aus den untersten Glomeruli stammenden Vasa efferentia die Blutströmung früher erlischt als im Bereich der übrigen Vasa efferentia, die die Rinde versorgen:

Es erklärt sich das aus der an jedem Injektionspräparat der Niere leicht zu bestätigenden, von R. Virchow<sup>1)</sup> zuerst gewürdigten Tatsache, daß die Arteriae afferentes der untersten Glomeruli unter einem markwärts geöffneten Winkel vom Stamme der Arteria interlobularis abgehen, so daß das in sie eintretende Blut einen größeren Widerstand überwindet als beim Einströmen in alle übrigen Arteriae afferentes, die sich spitzwinklig so von der Interlobulararterie abzweigen, daß sie wie diese ihre Richtung auf die Nierenkapsel zu nehmen.

Zwei Tiere: 5--7 Stunden.

4. Tier: 5 Stunden (getötet).

Maße: L. N.: L. 2,9, B. 1,2,

R. N.: L. 2,7, B. 1,2.

Makroskopischer Befund: Die Niere ist sehr stark blaurot gefärbt.

Mikroskopischer Befund: Kapsel und Hilusfettgewebe verhalten sich wie in den früheren Nieren.

Die Venen sind sehr stark erweitert, die Arterien nicht merklich. Die Kapillaren sind überall stark erweitert, am stärksten in der obersten Zone der Rinde; die Leukocyten in den Kapillaren sind nicht vermehrt, mit Ausnahme der Kapillaren zwischen den kernlosen Kanälchen der Grenzzone.

In der Rinde sind die Kerne in den gewundenen und geraden Kanälchen der obersten Zone vorhanden, mit Ausnahme einiger weniger in der

<sup>1)</sup> Virchow, R., Einige Bemerkungen über die Circulationsverhältnisse in den Nieren. Dieses Archiv, 12. Bd., 1857.

Reihe und einiger ganzer Schlingendurchschnitte; die Kerne sind verkleinert und verdichtet, häufig zackig. Eine Ausnahme bilden die die Kapsel berührenden Schlingenteile, deren Struktur unverändert ist. In den tieferen Schichten der Rinde ist der Befund ungefähr derselbe, mit Ausnahme der untersten Zone, die überhaupt keine Veränderungen aufweist.

In der Grenzzone des Marks wechseln Bündel völlig kernloser oder mit zerfallenen Kernen versehener Kanälchen regelmäßig ab mit kernhaltigen. Tiefes Mark unverändert.

In sämtlichen kernhaltigen und kernlosen Kanälchen der Rinde findet sich Fett, in den meisten in feinen Tropfen unter Bevorzugung der Basis der Zellen. Glomeruli mit Spuren von Fett. Am meisten Fett ist in der Grenzzone vorhanden, und zwar in den Bündeln mit veränderten und zum Teil fehlenden Kernen. In den dazwischen gelegenen unveränderten Kanälchen und im unveränderten tiefen Mark sehr wenig Fett in sehr feinen Tröpfchen.

Auch in dieser Niere begegnen wir demselben Befund am Parenchym von Kanälchenbündeln während ihres Verlaufs in der Grenzzone. Eine bemerkenswerte Abweichung weisen aber die Kapillaren zwischen den kernlos gewordenen Kanälchen auf; es sind in ihnen, deren Zellen keine Abweichung erkennen lassen, die vorwiegend mehrkernigen Leukocyten stark vermehrt. Der Kapillarstrom ist also hier eine gewisse Zeit lang verlangsamt gewesen, so daß die spezifisch leichteren weißen Blutkörperchen an die Kapillarwand geraten und zurückgeblieben sind. Unter Übergang der Blutbewegung in Stillstand ist das Kanälchenepithel in der angegebenen Weise verändert worden. Das Stadium der verlangsamten Strömung kann nur kurz gewährt haben, es würden sonst noch weit mehr Leukocyten in den Kapillaren aufgetreten sein, so etwa, wie wir dies später von der Leukocytenzone der Infarcte schildern werden.

Zum ersten Mal sind in dieser Niere kernlose Zellen und ihre Vorstufen auch in der Rinde vorhanden, und zwar an Stellen, wo die Kapillaren besonders stark erweitert und mit roten Blutkörperchen überfüllt sind, also auch jetzt, in den fünf Stunden nach Abnahme der Ligatur gewonnenen Präparaten, noch so aussehen, wie in den vor Abnahme der Ligatur untersuchten Nieren; auch die tief blaurote Farbe der Oberfläche dieser Niere ist dieselbe gewesen. Da die weißen Blutkörperchen in diesen Kapillaren nicht vermehrt sind und somit keine verlangsamte Blutströmung bestanden hat, so ist anzu-

nehmen, daß infolge raschen, völligen Verlustes der lokalen bewegenden Kräfte die Blutströmung hier überhaupt nicht mehr oder ganz kurze Zeit nur sehr unvollkommen in Gang gekommen ist; die Folge waren dann die Parenchymveränderungen.

Daß dies in dem oberen Teil der Rinde der Fall gewesen, während ihr unterer Teil unversehrt geblieben ist, erklärt sich daraus, daß die Blutströmung in den oberen Teilen, als den von den Stammgefäßen weiter entfernten, unter geringerem Druck verläuft und größeren Widerständen unterworfen ist, demgemäß bei einem Sinken des Blutdrucks in der Niere leichter und früher ganz erlischt oder überhaupt nicht mehr in Gang kommt.

Weiter ist hierfür von Wichtigkeit, daß sich, wenn auch in geringer Zahl, in das Kapillarnetz nur der untersten Teile der Rinde kleinste Arterien unmittelbar auflösen, die, vor den Glomerulis entspringend, ihren Blutdruck unmittelbar auf die umspinnenden Kapillaren wirken lassen.<sup>1)</sup>

Die unmittelbar an die Kapsel anstoßenden Schlingenteile haben die Veränderung nicht mitgemacht, sie sind erhalten geblieben vermöge ihrer Beziehung zur Blutströmung in der Capsula fibrosa. Diese bezieht ihr Blut aus kleinen Arterien, die im Hilus aus der Arteria renalis entspringen, und ihr Blut fließt in der Vena renalis ab. Die fibröse Kapsel nimmt also, wie auch der Augenschein lehrt, an der durch den Eingriff hervorgerufenen Hyperämie teil, wenn auch in anderer Form wie die Niere, da kapilläre Verbindungen mit der Capsula adiposa während des Bestandes und nach der Aufhebung der Ligatur die Folgen des Eingriffs abschwächen. Aus dem Folgenden wird hervorgehen, daß die Beziehung der Schlingenteile zum Blute in der Capsula fibrosa nicht konstant und nur vorübergehend ist.

In dieser Niere ist in den fünf Stunden seit der Lösung der Ligatur viel Fett aufgetreten. Die Bevorzugung der Basis der Zellen, die dem Blut und der Lymphe zugewandt ist, weist auf die Herkunft der Fettkonstituenten hin. Wie das Blut, so

<sup>1)</sup> Vgl. Elbe, Die Nieren- und Darmveränderungen bei der Sublimatvergiftung des Kaninchens in ihrer Abhängigkeit vom Gefäßnervensystem. Dieses Archiv, 182. Bd., 1905.

ist auch der Lymphstrom in der Niere und aus denselben Ursachen vermehrt und verlangsamt worden, die angesammelte Lymphe läßt sich denn auch im Präparat nachweisen. Bei ihrer langsamen Bewegung durch das Zellplasma hindurch kommt in diesem die Fettsynthese zustande, und zwar, um dies am Mark zu erläutern, am stärksten dort, wo, wie wir gesehen haben, die Blutströmung durch das besondere Verhalten der Arteriae afferentes erschwert ist, nämlich in den von einem Kapillarsystem zweiter Ordnung versorgten Teilen der Grenzzone, am wenigsten im Bereich eines Kapillarsystems erster Ordnung, nämlich in den dazwischen gelegenen Kanälchenbündeln, und in den tiefen Markteilen, wo die Beeinträchtigung der Blutströmung geringer war und das Parenchym erhalten geblieben ist.

Das Auftreten des Fettes in so beträchtlicher Menge und so kurzer Zeit ist ein sicherer Beweis dafür, daß in der ganzen Niere eine Strömung zum mindesten der das Fett liefernden Blutflüssigkeit stattgefunden hat. Diese hat im allgemeinen Blutkörperchen mit sich geführt, dagegen wurde in den Kapillaren der kernlos gewordenen Bündel der Grenzzone von dem hier besonders niedrigen Blutdruck nicht Blut, sondern nur Blutflüssigkeit bewegt.

Diese Beziehung zur Blutflüssigkeit ist es auch, der in dieser Niere und der vorhergehenden die Erhaltung der Kapillarzellen zugeschrieben werden muß, während sie zur Erhaltung des Kanälchenepithels nicht genügt hat, das auf eine Beziehung zu strömendem Blut angewiesen ist.

5. Tier: 7 Stunden (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,4, B. 1,5,

R. N.: L. 2,9, B. 1,6.

Makroskopischer Befund: Die linke Niere zeigt in der Rinde weitere Venen als die rechte, auch die Grenzzone ist blutreicher. Kleine Blutergüsse unter der Kapsel.

Mikroskopischer Befund: In der Rinde keine wesentlichen Abweichungen von der Niere des 4. Tieres, nur ist der Umfang der Veränderungen etwas geringer. In der Grenzzone wechseln besonders regelmäßig die vorwiegend unter den gewundenen Kanälchen gelegenen kernlosen Bündel ab mit den kernhaltigen. Zwischen den kernlosen Kanälchen der Grenzzone sind in den Kapillaren die Leukocyten stark vermehrt.

Fett ist nicht vorhanden, auch nicht in den kernlosen Kanälchen.

In bezug auf die Niere dieses Tieres bedarf nur das Fehlen des Fettes einer kurzen Erörterung. Es genügt zum Verständnis, anzunehmen, daß in dieser Niere der den Veränderungen zugrunde liegende veränderte Durchströmungscharakter erst nach einer bestimmten Zeit eingetreten ist, in der der Blutdruck wieder annähernd normale Stärke angenommen hatte, so daß zum Auftreten des Fettes die Zeit gemangelt hat. War doch auch an der Niere des 3. Tieres (von 4 Stunden) festgestellt worden, daß zwar der Kernverlust schon aufgetreten, das Fett aber noch ausgeblieben war.

Ein Tier: 8 Stunden.

6. Tier (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,1, B. 1,6,

R. N.: L. 2,9, B. 1,2.

Makroskopischer Befund: Kapsel und adventitielles Bindegewebe verhalten sich wie bei den vorigen Nieren.

Blutgefäße: Die Venen sind sehr stark erweitert und gefüllt, die Arterien sind nicht erweitert. Die Kapillaren sind in der Rinde und im Marke erweitert und gefüllt; in der oberen Hälfte der Rinde sind dazu die Zwischenräume zwischen den gewundenen Kanälchen verbreitert und mit freien roten Blutkörperchen in lockerer Anordnung angefüllt. Die Glomeruli sind stark gefüllt; in einigen Kapselräumen befinden sich fädige Massen und rote Blutkörperchen.

In der oberen Hälfte der Rinde sind die gewundenen Kanälchen fast alle kernlos, oder die Kerne sind stark und unregelmäßig verkleinert. In der unteren Hälfte fehlen nur einige Kerne in der Reihe. Sämtliche gewundene Kanälchen sind etwas weit und enthalten fädigen Inhalt. Die meisten Markstrahlen in der oberen Hälfte der Rinde sind in ihren sämtlichen Kanälchen kernlos.

In der Grenzzone des Markes sind kernhaltige Kanälchen überall in Gruppen zwischen die vorwiegend kernlosen eingestreut. Im tiefen Mark enthalten eine Anzahl der kernhaltigen Kanälchen fädige Massen, die Zellen und Zelltrümmer einschließen.

In der oberen Hälfte der Rinde ziemlich viel feintropfiges Fett, in der unteren Hälfte ganz vereinzelte Tröpfchen. Die Markstrahlen enthalten etwas reichlicher Fett. Am reichlichsten ist das Fett in der Grenzzone, hier sind die Tropfen bis über kerngroß. An allen diesen Stellen liegt das Fett in kernlosen Zellen, seltener in solchen mit verändertem Kern, nicht in den unveränderten Kanälchen. In der Papillenspitze sind spärliche feinste Fetttropfen im Epithel vorhanden, etwas mehr Fett befindet sich in den freien Zellen in den Lumina.

Die zweistündige Unterbrechung der Blutströmung und die Drucksteigerung haben in dieser Niere, vielleicht schon

während des Bestandes der Ligatur, oder erst nach ihrer Lösung, stärkere Folgen gehabt, als bei den beiden vorigen Tieren, die sich der Zeit nach nur unwesentlich von dem zuletzt angeführten unterscheiden. Darauf ist es zu beziehen, daß in dem Organ viele freie rote Blutkörperchen außerhalb der Kapillaren vorhanden sind, und zwar am Orte der stärksten, fast maximalen Parenchymveränderungen, nämlich im oberen Teil der Rinde. Gerade diese Lokalisation, ferner der Vergleich mit den zwei an erster Stelle besprochenen Nieren, in denen sich die ausgetretenen roten Blutkörperchen an anderen Stellen aufhielten, weist darauf hin, daß diese Blutkörperchen wohl erst nach Lösung der Ligatur die Blutbahn verlassen haben, ohne Zweifel durch Wirkung des zwar herabgesetzt, aber doch nicht erloschen gewesenen Blutdrucks, der auf einer ähnlich wie das Parenchym und aus derselben Ursache veränderten Kapillarwand ruhte.

Als ein weiterer Beweis der größeren Stärke der Veränderungen ist anzuführen, daß auch in den tieferen Schichten der Rinde die Veränderungen in geringem Umfange vorhanden sind, die nach Erfahrung an den früheren Tieren dem Zerfall des Epithels vorangehen. Hier war also auch der Blutdruck herabgesetzt, doch entweder geringer als höher oben, oder der niedrige Blutdruck hatte erst kurze Zeit bestanden.

Wiederum bestätigt sich die oben dargelegte Abhängigkeit des Fettes von dem Durchströmungscharakter darin, daß sich in der oberen Hälfte der Rinde und in der Grenzzone sehr reichliches Fett findet, während in den tieferen Teilen der Rinde und im tiefen Mark, wo die Bewegung des Blutes und der Lymphe weit weniger beeinträchtigt war, wenig aufgetreten ist. Wir treffen das reichliche Fett ausschließlich in den kernlosen Zellen. Da nach den früheren Beobachtungen für diese besonders stark veränderte, sehr fettreich gewordene Niere mit voller Sicherheit anzunehmen ist, daß der Kernverlust, zumal in der Grenzzone, bereits sehr früh aufgetreten ist, so muß das Fett während und nach dem Schwund der Kerne den festgestellten maximalen Grad seiner Menge erreicht haben.

Ein Tier: 12 Stunden.

7. Tier (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,4, B. 1,8,

R. N.: L. 2,9, B. 1,6.

**Makroskopischer Befund:** Die Rinde ist sehr stark bluthaltig, das Mark weit weniger, mit Ausnahme der sehr blutreichen peripherischen Teile eines keilförmigen Bezirkes, dessen Spitze in der Papille, dessen Basis (12 mm) an der Grenze von Rinde und Mark liegt. In der Mitte dieser Basis befindet sich ein nahezu weißer Infarct (Basis 3 mm), dessen Spitze papillenwärts gerichtet ist (Höhe 4 mm). Auf einer anderen Schnittfläche ist der weiße Teil größer und der rote kleiner.

**Mikroskopischer Befund:** Kapsel, adventitiales Bindegewebe, Arterien und Venen verhalten sich wie in den früheren Nieren. Die Kapillaren sind in der Rinde stark erweitert und gefüllt. In der oberen Hälfte der Rinde enthalten sie stark vermehrte weiße Blutkörperchen, fast durchweg mehrkernige; sie liegen sehr häufig in Reihen der Kapillarwand an. Stellenweise sind freie weiße und rote Blutkörperchen sichtbar. In der unteren Hälfte fehlen die vermehrten Leukocyten in den Kapillaren.

Die Glomeruli sind unverändert. Die Kapselräume sind mit fädiger Masse ausgefüllt, öfters befinden sich darin rote Blutkörperchen.

In der oberen Hälfte der Rinde sind die gewundenen Kanälchen kernlos, das Lumen ist nur angedeutet. In der unteren Hälfte sind zahlreiche gewundene Kanälchen unverändert, anderen fehlen die Kerne. Die Markstrahlen sind vorwiegend kernlos, doch enthalten viele Bündel einige kernhaltige, unveränderte Kanälchen. Stellenweise ist die obere Hälfte der Markstrahlen völlig kernlos, die untere kernhaltig.

Die meisten Kanälchen der Grenzzone des Markes sind kernlos, doch sind überall Bündel kernhaltiger in annähernd regelmäßigen Abständen vorhanden. Das tiefe Mark ist unverändert. In den Sammelröhren befinden sich freie Zellen mit zerfallenen Kernen in fädigem Inhalt.

Der Infarct liegt ganz in der Grenzzone. Das Zentrum ist fast ganz kernlos und ist frei von roten und weißen Blutkörperchen; wenige stark geschrumpfte Kerne sind sichtbar. Ebenso verhalten sich die Kanälchen der Leukocytenzone. Hier sind die Kapillaren mit dichtgedrängten Leukocyten ausgefüllt. Das Grenzgebiet verhält sich in bezug auf die Kanälchen wie die oben beschriebene Grenzzone; die Capillaren enthalten hier Blut mit vermehrten weißen Blutkörperchen.

In der oberen Hälfte der Rinde sind die allgemein kernlosen gewundenen Kanälchen teils sehr stark, teils weniger stark fetthaltig. Von den Markstrahlen enthalten die kernlosen Kanälchen sehr viel Fett, die kernhaltigen sehr wenig oder keines. Ebenso enthalten die unveränderten gewundenen Kanälchen der untersten Zone zum Teil kein Fett, zum Teil sehr wenig in feinsten Tröpfchen. Die Glomeruli enthalten alle äußerst spärliche feinste Tröpfchen.

**Grenzzone:** Es befindet sich sehr viel Fett in den kernlosen Kanälchen, während die kernhaltigen weit weniger Fett in feinen Tröpfchen enthalten. Spärlich finden sich kernlose Kanälchen mit wenig Fett.

Das tiefe Mark enthält sehr wenig feinste Tröpfchen; ebenso verhält sich das Zentrum des Infarctes. Die Leukocytenzone des Infarctes enthält in ihren Kanälchen sehr viel Fett, in den Leukocyten weniger. Das Grenzgebiet verhält sich wie die Grenzzone.

In bezug auf die Rinde bedarf eine Eigentümlichkeit, der wir bei den folgenden Tieren noch öfter begegnen werden, einer Erörterung. Es ist nämlich aus dem Protokoll zu ersehen, daß unversehrte, stark mit roten Blutkörperchen gefüllte Glomeruli angrenzen an völlig kernlose gewundene Kanälchen, und daß von den zugehörigen Markstrahlkanälchen nur ein Teil seine Kerne verloren hat, die übrigen aber unversehrt geblieben sind.

Es könnte zunächst daran gedacht werden, daß die geraden Kanälchen, oder vielmehr gewisse unter ihnen, aus irgendwelchen Ursachen auf die veränderte Beziehung zum Blut weniger stark oder langsamer reagieren, als die gewundenen. Dem ist jedoch nicht so, wie aus den Tatsachen hervorgeht, daß die geraden Kanälchen der Grenzzone die ersten sind, an denen in unseren Versuchen der Kernverlust eintritt, daß ferner in den 5 und 7 Stunden nach Lösung der Ligatur untersuchten Nieren im oberen Teile der Rinde gewundene und gerade Kanälchen übereinstimmend kernlos geworden waren. Auch in der uns eben beschäftigenden Niere (12 Stunden) sind Markstrahlen und Markstrahlenabschnitte vorhanden, deren sämtliche Kanälchen zusammen mit den zugehörigen gewundenen kernlos geworden sind.

Gegenüber einer aufgehobenen Strömung verhalten sich also gewundene und gerade Kanälchen gleich; wir müssen also eine andere Ursache für unsere Beobachtung aufsuchen.<sup>1)</sup>

Aus Injektionspräparaten geht hervor, daß sich das Vas efferens nicht etwa sofort in die (die gewundenen Kanälchen) umspinnenden Kapillaren auflöst, sondern vorher zum Markstrahl tritt und hier zuerst ein Kapillarnetz bildet, an das sich das der umspinnenden Kapillaren anschließt. Da nun die zugehörige Vene aus dem Markstrahle austritt und durch das gewundene Kanälchen hindurch zur Vena interlobularis verläuft, so kann bei niedrigem Druck das Blut oder das Blut-

<sup>1)</sup> Vgl. zum folgenden Elbe, a. a. O.

plasma seinen Weg vom Glomerulus zum Markstrahl und unter Umgehung der umspinnenden Kapillaren zur Vene nehmen. Dabei genügt der verringerte Druck nicht zur Durchströmung des gesamten Kapillarnetzes der Markstrahlen, es bleiben daher nur eine Anzahl Kanälchen erhalten, während die an die gewundenen Kanälchen anstoßenden mit diesen kernlos werden.

Während der übrige Befund in der Rinde dieser Niere aus den Bemerkungen zu den vorhergehenden Nieren verständlich ist, bedarf die Marksubstanz einer besonderen Erwähnung, weil in ihr ein keilförmiger anämischer Infarkt aufgetreten ist.

Es ist dies das erste Beispiel, daß ein Bezirk mit aufgehobener Durchströmung und den davon abhängigen Veränderungen, wie Kernverlust und Zellplasmaveränderungen, mit bloßem Auge sichtbar gewesen ist; in den früheren Fällen hat es sich um mikroskopisch kleine Stellen, nämlich Gebiete von Vasa efferentia in der Grenzzone gehandelt, und auch in der Rinde waren die außer Beziehung zum Blut gesetzten und entsprechend veränderten Teile nicht mit unbewaffnetem Auge zu erkennen gewesen.

Gegenüber diesem weißen Infarkt in der Niere ist zunächst zu erwägen, ob er durch Thrombose in den zuführenden Gefäßen entstanden ist, während eine Entstehung durch von der Unterbindungsstelle ausgehende Embolie nach der Versuchsanordnung ausgeschlossen ist, und Thrombose von Venen ebensowenig in Betracht kommt; der Infarkt wäre in diesem Falle ein roter geworden und hätte sich in der kurzen Zeit seines Bestandes nicht entfärbt, oder das reichliche Blut hätte zum mindesten Spuren hinterlassen.

Aus zahlreichen Erfahrungen der experimentellen Pathologie geht mit Sicherheit hervor, daß allein durch eine zwei-stündige Stagnation in unversehrten Gefäßen das Blut nicht zur Gerinnung kommt, und wir dürfen uns um so mehr auf dies Tatsache stützen, als in allen Versuchen nicht einmal an der Unterbindungsstelle nach Lösung der Ligatur und Wiederherstellung der Circulation ein Thrombus aufgetreten ist, wie uns denn auch im ganzen Verlauf der mikroskopischen Untersuchung kein einziger Thrombus zu Gesicht gekommen ist.

Wenn wir nun noch darauf hinweisen, daß eine isolierte Thrombose ausschließlich in den zum Infarctgebiet gehörigen Vasa recta vera und spuria, die doch verschiedener Herkunft sind, vorausgesetzt werden müßte, und ein Verschluß einer Arteria arcuata nicht angenommen werden dürfte, weil er auch einen Rindeninfarct mit sich gebracht hätte, so geht aus diesen Überlegungen hervor, daß auch dieser größere Infarct im gleichen Sinne aufgefaßt werden muß, wie die früher besprochenen kleineren des Grenzgebietes.

Es hat sich also in dieser Niere mit ihrem besonders stark herabgesetzten Blutdruck in einer Gruppe nicht nur von Vasa recta vera, sondern dazu auch von recta spuria die Durchströmung nicht wieder hergestellt, oder sie ist bald erloschen, nachdem ein kurzes Stadium der Durchströmung mit Plasma stattgefunden hatte.

Daß der Infarct nicht bis ins tiefe Mark, etwa bis in die Papille reicht, obwohl in ihm doch Vasa recta vera außer Durchströmung gesetzt waren, darf nicht wunder nehmen. Die Arteriae rectae verae konvergieren alle auf die Spitze der (einzigen) Papille der Kaninchenniere hin und bilden im tiefen Mark ein gemeinsames Kapillarnetz, das, als eines erster und einziger Ordnung, die regelmäßige Unversehrtheit des tiefen Markes in unseren Versuchen herbeiführt, und in dem auch in der uns jetzt beschäftigenden Niere der Blutdruck nur soweit abgenommen hatte, daß eine geringe Menge von Fett gebildet wurde.

Nachdem der Infarct auf die angegebene Weise entstanden war, sind in seine Grenzzone mit einem verlangsamten Kapillarstrom eine große Menge von Leukocyten hineingeführt worden, und am Ort des erloschenen Blutdrucks hat sich die „Leukocytenzone“, d. h. eine kapilläre Leukocytenthrombose, gebildet. Diese bald erlöschende Strömung beruht auf den allseitigen, auch zwischen Rinde und Mark bestehenden kapillären Anastomosen in der Niere. So sind es denn die untersten Rindenteile mit ihrer erhalten gebliebenen Blutströmung und die angrenzenden Markteile mit ihrer laut Befund vermehrt und verlangsamt gewesenen Blutströmung, denen diese secundäre Veränderung des Infarctes und das Vorkommen weniger

nicht kernlos gewordener Kanälchen in seinem Grenzgebiet zuzuschreiben ist.<sup>1)</sup>

Von Wichtigkeit für die Prüfung der gewonnenen Vorstellungen über die Blutbewegung in dieser Niere ist das Verhalten des Fettes.

Lediglich eine Bestätigung der bisher gewonnenen Erfahrungen ist das Verhalten der Rinde mit ihrem reichlichen Fettgehalt in der oberen Hälfte, in der die Strömung des Blutes und der Lymphe vermehrt und verlangsamt war, mit ihrem geringen Fettgehalt in der untersten Rindenzone und dem tiefen Mark, wo aus den früher angegebenen Ursachen die Änderung der Blutströmung geringer ist. Während im Zentrum des Infarctes als an einem Orte, wo die Durchströmung mit Blut nicht mehr in Gang kam, und nur ganz kurze Zeit eine plasmatische Durchströmung stattgefunden hat, der Fettgehalt minimal ist, ist an dem Orte der eine Zeit lang andauernden verlangsamteten Blutbewegung, die, von der Nachbarschaft her bestritten, die zahlreichen Leukocyten herbeiführte, der Fettgehalt sehr stark geworden.

Auch gegenüber dieser Niere ist der Schluß unabweislich, daß das Fett in kernlosen Kanälchen zugenommen hat. Ohne jeden Zweifel sind nach Maßgabe der früheren Nieren die Kanälchen in der oberen Rindenhälfte und den Grenzzonenbündeln, als den typischen Orten, schon nach den ersten Stunden kernlos, ebenso sicher aber infolge der Kürze der Zeit damals noch fettfrei oder sehr fettarm gewesen. Die verlangsamt fließende Blut- und Lymphflüssigkeit hat dann das Fett allmählich auf einen starken Grad anwachsen lassen, und seine verschiedene Menge an den verschiedenen Stellen ist auf die mehr oder minder vollkommene Beschaffenheit und die Dauer jener allmählich erlöschenden Strömung zu beziehen.

Vier Tiere: 16—24 Stunden.

8. Tier: 16 Stunden (getötet).

<sup>1)</sup> Vergl. zu dieser Auffassung der Leukocytenzone Langemak, Untersuchungen über den anämischen Niereninfarct als Folge von Schnittwunden, Bibliotheca medica, C, Heft 15, 1902.

Maße: L. N.: L. 3,6, B. 1,8,

R. N.: L. 3,2, B. 1,6.

**Makroskopischer Befund:** Die linke Niere ist weit blutreicher als die andere. Ein großer Teil der Rinde und die angrenzenden Teile der Marksubstanz sind blasser und ohne Zeichnung (vermutlich Infarct).

**Mikroskopischer Befund:** Kapsel und adventitielles Bindegewebe wie in den früheren Nieren.

Die Venen sind stark erweitert und gefüllt, die Arterien sind nicht erweitert. Die Kapillaren der Rinde sind erweitert, doch weniger stark als bisher; am stärksten zwischen den kernlosen gewundenen Kanälchen, am wenigsten zwischen den kernhaltigen. In den Kapillaren zwischen den kernlosen Kanälchen sind die Leukocyten leicht vermehrt.

Die obersten gewundenen Kanälchen der Rinde sind in der ganzen Niere kernlos, mit Ausnahme der der Kapsel anliegenden Schlingenteile. Die untersten gewundenen Kanälchen und an vielen Stellen dazu noch höher gelegene sind mit Ausnahme weniger Schlingen kernhaltig und unverändert. Die Markstrahlen verhalten sich in bezug auf die Kerne wie die benachbarten gewundenen Kanälchen, doch gibt es auch zwischen unveränderten gewundenen Kanälchen kernlose Markstrahlenkanälchen neben kernhaltigen desselben Bündels.

In der Grenzzone wechseln Bündel kernloser und kernhaltiger Kanälchen ab. Im tiefen Mark enthalten die Lumina fädige Masse mit Chromatinkörnchen.

Zwei größere Rindeninfarcte (übereinstimmend): Im Zentrum fehlen viele Kerne; zahlreiche geschrumpfte Kerne und Chromatinkörnchen sind vorhanden. In der Leukocytenzone befinden sich sehr dicht gedrängte Leukocyten in den Kapillaren. Die Kanälchen verhalten sich hier wie im Zentrum. Im Grenzgebiete sind die Kanälchen kernlos, auch die Glomeruli sind nahezu kernlos. Die Kapillaren des Grenzgebietes sind stark erweitert und gefüllt und mit vermehrten weißen Blutkörperchen versehen.

An das Grenzgebiet des einen Infarctes schließt sich ein ebenso großes Gebiet an mit kernlosen Kanälchen und stark vermehrten Leukocyten in den Kapillaren.

Unter den Infarcten sind die Veränderungen der Grenzzone besonders stark.

**Fett (Infarcte):** Im Zentrum der Infarcte kein Fett. In der Leukocytenzone Spuren von feintropfigem Fett in den Leukocyten. Im Grenzgebiete viel Fett, besonders in den Schlingenteilen, die die Kapsel berühren.

Auch diese Niere ist leicht vergrößert und blutreicher als die rechte. Die Veränderungen stimmen im großen und ganzen mit den bei den vorigen Tieren gefundenen überein. Auch hier weist der Umstand, daß in den Kapillaren zwischen den kernlosen Kanälchen eine leichte Leukocytenvermehrung

vorhanden ist, darauf hin, daß ein Stadium der verlangsamten Blutströmung dem völligen Stillstande vorausgegangen ist.

Zum ersten Male haben wir Rindeninfecte vor uns, deren Entstehung ebenso aufzufassen ist, wie bei dem beschriebenen und besprochenen Markinfecte der Niere des vorigen Tieres.

Als neuer Befund in dieser Niere ist zu erwähnen, daß ein kernloses Gefäßgebiet vorhanden ist, das mit dem Infarct in allem übereinstimmt, mit Ausnahme des Umstandes, daß im ganzen Bereich die Leukocyten in den Kapillaren vermehrt sind; daraus geht hervor, daß in diesem gesamten Gefäßgebiet die Blutströmung unter Verlangsamung zum Stillstand gekommen ist.

Schließlich ist noch eine besondere Eigentümlichkeit dieser Niere zu erörtern, daß, im Gegensatz zu der in den früheren Nieren stets, in den folgenden fast ausnahmslos eingehaltenen Regel, an wenigen Stellen einige Markstrahlenkanälchen zwischen unversehrten kernlos gefunden worden sind, ohne daß die im Schnitt benachbarten gewundenen Kanälchen kernlos gewesen wären.

Der Umstand, den man vielleicht zur Erklärung benutzen möchte, daß höher gelegene Abschnitte derselben Markstrahlenkanälchen völlig kernlos geworden waren, trägt zum Verständnis dieses Kernschwundes auch in den unteren Partien nichts bei; geht doch aus den bisherigen Angaben mit voller Sicherheit hervor, daß die Markstrahlen nicht als selbständige Individuen existieren, sondern segmentweise von den in regelmäßigen Abständen entspringenden Vasa efferentia abhängig sind, eine Trennung im Abschnitte durch die Gefäßanordnung, die sich, wie wir gesehen haben, in der Grenzzone und dem tiefen Mark für einen großen Teil der Markkanälchen wiederholt.

Die oben genannte seltene Ausnahme ist daher so aufzufassen, daß in einer Rinde mit, wie wir gesehen haben, sehr stark verringertem Blutdruck rein kapilläre Unterbrechungen der Blutströmung vorkommen, neben den die Regel bildenden, in ganzen Gefäßgebieten stattfindenden. Daß in derselben Höhe der Rinde dieser Niere kernlos gewordene gewundene Kanälchen vorkommen, kann auch zum Verständnis herangezogen werden; denn ein Markstrahl gehört mehreren

gewundenen Kanälchen und damit Vasa efferentia an, und die Schnittrichtung kann es mit sich bringen, daß das kernlos gewordene gewundene Kanälchen, in dessen Vas efferens die Blutströmung aufgehört hat, in dem betreffenden Präparate nicht sichtbar ist.

Die Nieren der drei folgenden Tiere (9 : 16 Stunden, 10 : 22 Stunden, 11 : 24 Stunden, alle getötet) weichen nicht wesentlich von der des 8. Tieres ab. In allen drei Fällen ist die linke Niere vergrößert und blutreicher als die rechte. Von Eigentümlichkeiten der einzelnen Tiere ist folgendes kurz zu erwähnen.

In der Niere des 9. Tieres sind die Veränderungen ausgedehnter als in der des 8. Tieres. Die Veränderungen der Kanälchen sind zustande gekommen unter Verlangsamung des Kapillarstromes und davon abhängender Leukoeytenvermehrung in den Kapillaren. Eine weitere Eigentümlichkeit ist, daß in den kernlosen Teilen das Fett gering ist oder fehlt, woraus wir im Hinblick auf unsere früheren Ausführungen schließen, daß in diesen Teilen keine oder eine geringfügige Plasmaströmung von sehr kurzer Dauer bestanden hat. Wenn im Unterschiede zu den Nieren der vorhergehenden Tiere die kernhaltigen Teile zum erstenmal viel Fett enthalten haben, so dürfen wir daraus schließen, daß sich in diesen Teilen schon früh eine vergleichsweise geringfügige Verlangsamung der Blutströmung ausgebildet hatte.

Eine dritte Eigentümlichkeit ist, daß die an die Kapsel stoßenden Schlingen kernlos geworden sind; es rührt in diesem Falle davon her, daß die Kapsel blutig durchtränkt und die Beziehung der Schlingen zum Blut dadurch verhindert worden ist.

In der Niere des folgenden (10.) Tieres, wo diese Veränderung der Kapsel fehlt, sind denn auch die an die Kapsel anstoßenden Schlingenteile kernhaltig. Im übrigen besteht Übereinstimmung mit der Niere des 8. und 9. Tieres, auch in bezug auf das Fett. Auch die Niere des 11. Tieres stimmt mit den vorigen dieser Gruppe überein. Alle diese vier Nieren zeigen in bezug auf die Menge des Fettes geringe Schwankungen.

Bei drei getöteten Tieren (12, 13, 14), einem von 25 Stunden und zweien von 30 Stunden, ist die Niere wie bei sämtlichen vorhergehenden Tieren in verschiedenem Maße vergrößert und blaurot gefärbt. Die Lokalisation der Veränderungen ist dieselbe wie bei den zuletzt besprochenen Tieren, doch ist der Umfang der veränderten Teile größer, unter Schwankungen zwischen den drei Tieren.

Besonders ausgedehnt sind die Veränderungen bei einem der Tiere (13.) von 30 Stunden, dessen Niere sich durch starke blutige Durchtränkung ihres Bindegewebes auszeichnet, die wohl zum Teil vor, zum Teil nach der Lösung der Ligatur zustande gekommen ist.

Fast sämtliche gewundenen Kanälchen sind kernlos geworden, und zwar in der oberen Hälfte der Rinde, wie die vermehrten Leukocyten in den sehr stark erweiterten Kapillaren beweisen, unter Verlangsamung des Kapillarstromes. Dabei haben sowohl die Glomeruli als ein Teil der Markstrahlenkanälchen ihre Struktur bewahrt; was sich aus den früheren Angaben über die unter herabgesetztem Druck erfolgende, die gewundenen Kanälchen umgehende Strömung in der Niere erklärt. In den Nieren der beiden übrigen Tiere dieser Gruppe beschränken sich die kernlosen gewundenen Kanälchen auf die obere Hälfte der Rinde und reichen zum Teil etwas tiefer, wobei ebenfalls die Leukocyten in den Kapillaren auf den verändert gewesenen Charakter der Blutströmung nach Lösung der Ligatur hinweisen.

Wie die Bewegung des Blutes, so ist auch die der Lymphe nachweislich beeinträchtigt gewesen; wir finden das Nierenbindegewebe wie das Hilusfettgewebe oedematös und dazu (bei 14) zum erstenmal den zelligen Bestandteil der Lymphe, die Lymphocyten, in großer Zahl um die Venen herum angehäuft, an dem Orte, wo die erweiterten Lymphgefäße die Lymphe verlangsamt abführten.

Lokalisation und Menge des Fettes sind in den Nieren der drei Tiere sehr verschieden: das spärliche Fett des 12. Tieres bevorzugt die kernlosen Kanälchen; dazu ist aber auch in den Glomerulis und im tiefen Mark etwas Fett vorhanden; ein Zeichen dafür, daß an diesen Orten mit einer erhalten

gebliebenen Blutströmung die Bewegung der Blutflüssigkeit verlangsamt stattgefunden hat. Das reichliche Fett bei den beiden übrigen Tieren der Gruppe, reichlicher, als es bisher zu finden war und also mit der größeren Länge der Zeit vermehrt, ist in der früher angegebenen Weise lokalisiert, d. h. es sind die kernlosen Kanälchen bevorzugt, und die kernhaltigen der untersten Zone sowie des tiefen Markes von Fett ganz oder nahezu frei.

Infarete fehlen in den Nieren dieser Tiere.

In der Zeit von 28—45 Stunden seit Lösung der Ligatur sind uns acht Tiere in der Nacht gestorben, so daß wir für die einzelne Niere die seit der Abnahme der Unterbindung verstrichene Zeit nicht genau kennen, sondern nur die genannten Grenzzahlen.

Drei von den Nieren waren in verschiedenem Maße vergrößert, die übrigen nicht oder nur wenig. Die nicht vergrößerten wiesen im Gegensatz zu den vergrößerten eine starke blutige Durchtränkung der Fibrosa auf, ein Umstand, der vielleicht die Dehnung der Kapsel und damit die Vergrößerung des Organs verhindert hat. Doch sind in allen Nieren die Venen und ein großer Teil oder das gesamte Kapillarnetz erweitert gewesen, ungefähr wie bei den letzten Tieren, wenn auch weniger stark als bei den ersten Tieren, deren Nieren kurz nach Lösung der Ligatur untersucht worden sind. In mehreren Nieren waren zahlreiche Lymphocyten um die Venen angehäuft, ein Zeichen für Verlangsamung des vermehrten Lymphstromes, aus dem die Lymphocyten zurückgehalten werden.

Von den Nieren der acht Tiere bedürfen drei (15, 16, 17) nur einer kurzen Erwähnung. Die Veränderungen sind hier vollkommen typisch lokalisiert, wie wir im Hinblick auf die früheren Nieren sagen dürfen; unversehrt sind nur die untersten gewundenen Kanälchen, die Glomeruli und ein Teil der Markstrahlenkanälchen, Bündel in der Grenzzone und die Kanälchen des tiefen Markes; das Fett bevorzugt die kernlosen Kanälchen, die kernhaltigen enthalten nur Spuren davon.

In einem Gegensatz zueinander stehen die Nieren des 18. und des 19. Tieres insofern, als in jener die Rinde, weniger

das Mark, in dieser das Mark maximale Veränderungen aufweist. Dort ist fast die ganze Rinde kernlos; immerhin weist der Umstand, daß in den Glomerulis die meisten Kerne sowie im Zwischengewebe der Rinde und in einem Teil der Markstrahlenkanälchen die Kerne erhalten geblieben sind, darauf hin, daß hier noch die früher erörterte Durchströmung unter herabgesetztem Drucke und unter Umgehung der gewundenen Kanälchen bestanden hat; diese hat denn auch in der oberen Hälfte der Rinde viel, in der unteren Hälfte weniger Fett entstehen lassen, ein Unterschied, der in Übereinstimmung mit den früheren Nieren darauf zurückzuführen ist, daß sich dort früher die herabgesetzte Strömung ausgebildet hat, als hier.

Im Gegensatz dazu ist in der Niere des 19. Tieres die Rinde bis auf wenige kernlose gewundene Kanälchen unversehrt, der größte Teil des Marks von Infarcten mit den früher erwähnten sekundären Veränderungen eingenommen. Das tiefe Mark weist in seinen kernhaltigen Kanälchen sehr viel Fett auf, zum Zeichen dafür, daß auch hier der Blut- und Lymphstrom verlangsamt gewesen ist.

Diesen besonders stark veränderten Nieren stellen wir als Gegensatz an die Seite der Niere des 16. Tieres; in der obersten Zone der Rinde sind nur stellenweise gewundene Kanälchen kernlos geworden, dazu die Grenzzonenveränderungen typisch ausgebildet.

Von den drei noch übrigen Nieren dieser Gruppe sind als besondere Eigentümlichkeiten zu erwähnen, daß in der in geringem Umfang veränderten Niere des 20. Tieres ein Teil der kernlosen Kanälchen in den Markstrahlen und der Grenzzone verkalkt ist, d. h. an Orten, von denen wir nach den früheren Erfahrungen sagen dürfen, daß hier die Kanälchen sehr früh, in wenigen Stunden, kernlos geworden sind. Der Kalk ist also in die kernlos gewordenen Kanälchen mit den zugehörigen starken Zellplasmaveränderungen abgelagert worden und stammt aus der Blutflüssigkeit, die in den Kapillaren statt des Blutes floß, und aus der Lymphe, die aus der Umgebung in die zerfallenen Kanälchen eindrang.

Von Schwankungen ist, außer den bereits hervorgehobenen, den Umfang des kernlos gewordenen Gebietes betreffenden,

noch die der Fettmenge in den kernhaltigen und kernlosen Kanälchen zu erwähnen, sowie der Umstand, daß die an die Kapsel anstoßenden Schlingenteile, die stets zu kernlos gewordenen gewundenen Kanälchen gehören, bald ebenfalls kernlos, bald in ihrer Struktur erhalten waren, und zwar bei den verschiedenen Nieren sowohl als an verschiedenen Stellen einer und derselben Niere. Teils ist es die blutige Durchtränkung der Kapsel in ihrem verschiedenen Umfang, die es verhindert, daß ein Teil einer Kanälchenschlinge in der Beziehung zum Blute bleibt, teils sind Schwankungen in dem Verhalten der Kapselgefäße nach dem Eingriff die Ursache.

Wir haben in unserer Besprechung bisher das Sinusfettgewebe der Niere unberücksichtigt gelassen; es ist bei allen bisher erwähnten Nieren hyperämisch, oedematös, mehr oder minder mit roten Blutkörperchen durchsetzt und an solchen Stellen selten in geringer Ausdehnung der Kerne verlustig gegangen; mit der Länge der Zeit nimmt die Menge des Fettes ab, so daß bei einer Niere (16) schon von einer Umwandlung in oedematöses Bindegewebe gesprochen werden kann.

Wie man sich mit bloßem Auge leicht an jedem Kaninchen überzeugen kann, dessen Nierenfettgewebe vorsichtig freigelegt wird, ist das Sinusfettgewebe, wie alles Fettgewebe, äußerst blaß. Die Beteiligung des von Ästchen der Vasa renalia versorgten Sinusfettgewebes an der an die zweistündige Venenunterbindung sich anschließenden Hyperämie ist also mit Schwund des in den Fettzellen vorhandenen Fettes verbunden, der auf Einwirkung der austretenden Blutflüssigkeit beruht.

Wenn das Sinusfettgewebe im allgemeinen von Zerfall verschont bleibt, der in der Niere so großen Umfang erreichen kann, so erklärt sich das aus der Möglichkeit eines wenn auch geringfügigen Abflusses des Blutes während des Bestandes der Ligatur auf dem Wege von Venen der Capsula adiposa am Hilus; so wird denn auch die Blutdrucksabnahme nach Lösung der Ligatur geringer, und völliger Stillstand der Durchströmung bleibt aus.

Vier Tiere: 2—5½ Tage.

Von den Nieren der folgenden Gruppe erwähnen wir nur kurz die des 21. Tieres (gestorben, 50—60 Stunden); die nicht

vergrößerte Niere gehört zu den stark veränderten; die Kapillaren zwischen den vorwiegend in der obersten Zone zu findenden kernlosen Kanälchen sind stärker erweitert als zwischen den kernhaltigen Kanälchen, sie enthalten dort vermehrte Leukocyten. Die Lokalisation der Veränderungen ist typisch, das reichliche Fett bevorzugt, wie in vielen anderen Nieren, die kernlosen Kanälchen.

Über eine weitere leicht vergrößerte Niere aus dieser Periode geben wir das Protokoll:

Ein Tier: 48 Stunden.

22. Tier (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,3, B. 1,6,

R. N.: L. 3,0, B. 1,5.

Mikroskopischer Befund: In und unter der Kapsel befindet sich sehr viel Blut; in dieses erstrecken sich von der Capsula fibrosa aus, die vermehrte Spindelzellen enthält, solche und Kapillaren hinein. Das adventitielle Bindegewebe ist stark oedematös.

Die Venen sind erweitert und gefüllt, um sie befindet sich eine große Menge von Lymphocyten. In den Lymphgefäßen vermehrter Inhalt. Die Kapillaren sind in der oberen Hälfte der Rinde stark erweitert, in der unteren leicht, im Marke nicht erweitert. Die Leukocyten sind im Blut nicht vermehrt.

Die Arterien sind nicht erweitert, die Glomeruli unverändert. Die gewundenen Kanälchen der Rinde sind kernhaltig, mit Ausnahme von wenigen Schlingen in der oberen Hälfte der Rinde, die teils kernlos sind, teils eine verminderte Zahl von Kernen besitzen. Vereinzelt Markstrahlenkanälchen sind kernlos; in sämtlichen befinden sich homogene Cylinder.

In der Grenzzone gibt es vereinzelt Kanälchen ohne Kerne. Das tiefe Mark ist unverändert. Viele von den Kanälchen enthalten eine homogene Masse.

Fett: In der oberen Hälfte der Rinde ist reichlich Fett vorhanden in vielen gewundenen Kanälchen, und zwar in kernhaltigen und kernlosen. In der unteren Hälfte der Rinde fehlt das Fett in den gewundenen Kanälchen fast ganz, in einigen ist es in Spuren vorhanden. In den Schaltstücken und Markstrahlen der oberen Hälfte der Rinde viel Fett in kernhaltigen und kernlosen Kanälchen; in der unteren Hälfte der Rinde sind dieselben Kanälchen zum Teil fettfrei, zum Teil sehr schwach fetthaltig. In der Grenzzone befindet sich ziemlich reichlich Fett in kernhaltigen und kernlosen Kanälchen. Dazwischen gelegene Bündel sind teils fettfrei, teils sehr schwach fetthaltig. Im tiefen Marke spärlich feintropfiges Fett. In vielen Cylindern der Rinde und des Markes ist auch Fett vorhanden.

Aus diesem Befund ist folgendes als von den vorhergehenden Nieren abweichend herauszuheben und zu erklären.

Wenn von der ganzen Rinde der leicht vergrößerten Niere nur einzelne Schlingen gewundener Kanälchen und vereinzelte Markstrahlenkanälchen, sowie in der Grenzzone nur vereinzelte Kanälchen kernlos geworden sind, so ist das der geringste Grad der Veränderungen und beweist, daß von den zu den betreffenden Vasa efferentia gehörigen Kapillaren nur ein Teil ungenügend oder gar nicht durchströmt worden ist.

Die so wenig durch Epithelzerfall veränderte Niere ist dabei sehr fettreich geworden, und zwar wiederum so, daß der Ort der stärksten Abweichung von der Norm, die obere Hälfte der Rinde und die Grenzzone, am meisten Fett aufweist, das nach dem Gesagten fast ausschließlich in kernhaltigem Epithel liegt.

Wir folgern daraus im Einklang mit den früheren Erfahrungen, daß die aus der Kapillarerweiterung sowie der Lymphocytenanhäufung zu erschließende Verlangsamung des Blut- und Lymphstromes in einem gewissen geringen Grade zu mit der Zeit sich steigender Fettanhäufung führt, während der stärkere Grad der verlangsamten Strömung zum Kernverlust führt, ein Vorgang, neben dem, wie wir gesehen haben, die Fettanhäufung einhergeht, und nach dem sie sich vermöge der Plasmaströmung noch fortsetzt.

Schließlich erwähnen wir noch, daß zum ersten Male die Capsula fibrosa deutlich hyperplastisch gefunden worden ist und mit Spindelzellen und Kapillaren in den Bluterguß hineinreicht. Dieser Wachstumsvorgang ist durch Hyperämie der Kapsel entstanden, für die wir früher Ursachen angegeben haben; zum Verständnis des starken Grades der Hyperämie und Hyperplasie sind noch chemische Reize, ausgehend vom Extravasat, und mechanische, bestehend im Druck des Extravasats auf die Venen, heranzuziehen.

Die nicht vergrößerte Niere eines Tieres (22), das nach 56—68 Stunden gestorben ist, unterscheidet sich von dem soeben Besprochenen in bezug auf die Rinde nicht wesentlich. In bezug auf das Mark zeichnet sie sich vor den Nieren aller bisherigen Tiere dadurch aus, daß in den untersuchten Schnitten

sämtliche Kanälchen, auch die der Grenzzone, kernhaltig und unverändert geblieben sind. Dabei ist die Menge des Fettes in Rinde und Grenzzone reichlich, im tiefen Mark gering.

Ein Tier (23, getötet), dessen sehr gering vergrößerte Niere drei Tage nach Lösung der Ligatur zur Untersuchung gekommen ist, enthält weder in der Rinde, noch im Mark kernlose Kanälchen. Die Kanälchen sind namentlich in der Rindensubstanz erweitert; sie enthalten Cylinder, zum Teil mit einigen Kalkkörnchen und mit roten Blutkörperchen. Das Epithel ist besonders in der unteren Hälfte der Rinde und im Marke sehr zellplasmareich und hat viele vergrößerte Kerne. Es finden sich sehr zahlreiche Mitosen in allen Schichten, mit Ausnahme des tiefen Markes, besonders reichlich in der unteren Hälfte der Rinde, hier oft in einem Gesichtsfelde mehrere, ausschließlich in Epithelzellen. Um die Venen sind Lymphocyten angehäuft.

Auf dieses Wachstum der Niere gehen wir bei Besprechung der Niere der nächsten Tiere ein, über die wir das Protokoll mitteilen.

Ein Tier: 5½ Tage.

24. Tier (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,3, B. 1,3,

R. N.: L. 3,3, B. 1,6.

Makroskopischer Befund: Die Venen sind leicht erweitert. In der Grenzzone befindet sich ein weißer Infarct mit gerötetem Hof, einige Quadratmillimeter groß.

Mikroskopischer Befund: Das Fettgewebe der Capsula adiposa und am Hilus ist in sehr gefäßreiches Bindegewebe umgewandelt; es ist oedematös, mit Lymphocyten durchsetzt und enthält freie rote Blutkörperchen und stark erweiterte Lymphgefäße.

Die Venen sind erweitert, und in ihrer Umgebung sind Lymphocyten angehäuft. Die Kapillaren der Rinde und Grenzzone sind stellenweise stark erweitert, die weißen Blutkörperchen sind in ihnen nicht vermehrt.

Die beiden Pole sind frei von kernlosen Kanälchen; im übrigen Teil der Niere finden sich in der oberen Hälfte der Rinde spärliche kernlose Kanälchen, vorwiegend kalkhaltig. Etwas zahlreicher sind Markstrahlenkanälchen kernlos und kalkhaltig, und zwar diese auch in der unteren Hälfte der Rinde. Die untersten gewundenen Kanälchen sind unverändert.

In der Grenzzone und im tiefen Marke fehlen die kernlosen Kanälchen mit Ausnahme der Papillenspitze, die zum Teil kernlos ist.

Das Epithel der Kanälchen in der ganzen Niere, insbesondere der Rinde, ist sehr hoch und sehr zellplasmareich. Die Kerne sind sehr zahlreich und sehr groß bis zu Riesenkernen; auch Zellen mit mehreren Kernen sind vorhanden und spärliche Mitosen in Epithelzellen; um Kalkcylinder sind die Epithelzellen zuweilen besonders groß.

Es befindet sich sehr viel feintropfiges Fett fast ausschließlich in sämtlichen zahlreichen Cylindern und in wenigen Kanälchendurchschnitten. Auch die verkalkten Teile sind fetthaltig.

Die linke Niere dieses (des 24.) Tieres unterscheidet sich von der unmittelbar vorher angeführten, die keine kernlose Kanälchen aufweist, dadurch, daß kernlose, verkalkte Kanälchen in mittlerem Umfange in der Rinde und ein sehr kleiner Markinfarct vorhanden sind. Beide Nieren stimmen darin überein, daß die Kanälchen gewachsen sind, und zwar geht das aus der Vergrößerung der Epithelzellen mit ihren Kernen, sowie aus den Mitosen an Epithelzellen hervor, die beim ersten (23.) Tier sehr zahlreich, beim zweiten (24.) spärlicher sind.

Zum Verständnis dieses Wachstumsvorganges beschäftigen wir uns zuerst mit der Niere des 24. Tieres, in der ein kleiner Teil durch Nekrose ausgefallen ist. Der Wachstumsvorgang könnte so gedeutet werden, wie der in einer Niere nach Entfernung der anderen auftretende. Er würde danach so aufzufassen sein, daß die harnfähigen Substanzen des Blutes auf die Gefäßnerven der erhalten gebliebenen Nierensubstanz so einwirkten, daß vermehrte Blutdurchströmung in dem der Niere zukommenden Charakter, und abhängig davon typisches Wachstum durch Mehranlagerung von zugeführten Stoffen zustande kam.

Gegen diese Auffassung muß eingewendet werden, daß in der Niere der Ausfall von Nierensubstanz viel zu gering gewesen ist, als daß auf diesem Wege eine dem starken Umfang und der Schnelligkeit des stattgehabten Wachstums entsprechende Zunahme der Blutströmung hätte herbeigeführt werden können. Wenn also auch das angeführte Moment keineswegs unwirksam war, so ist es jedenfalls unzureichend gewesen.

Wir dürfen das um so sicherer behaupten, als der Vergleich mit der ersten der beiden Nieren lehrt, daß ein Ausfall von Nierensubstanz für den Eintritt des Wachstums überhaupt nicht nötig ist, daß sich auch ohne ihn ein Wachstum in der Niere einstellen kann, das nach Größe der Zellen und Zahl

der Mitosen das in der einen Niere nach Entfernung der anderen eintretende in der gegebenen Zeit weit übertrifft.

Wir müssen uns also fragen, welcher andere Einfluß von genügender Stärke die Nieren der beiden Tiere in einen ähnlichen Zustand versetzt hat, wie ihn die eine Niere nach Entfernung der anderen, oder der Nierenstumpf nach Exstirpation eines größeren Stückes der Niere aufweist.

In diesen beiden zum Vergleich herangezogenen Beispielen fließt das Nierenblut vermehrt und beschleunigt. Dieser Strömungscharakter ist also in unseren beiden gewachsenen Nieren ebenfalls anzunehmen und ergibt sich in der Tat aus der Dehnung des ganzen Gefäßsystems der Niere infolge der zweistündigen Unterbindung der Vene. Die Dehnung, die im Präparat besonders an der Erweiterung der in der Kaninchenniere fast rein bindegewebigen Venen mit Sicherheit nachzuweisen ist, wirkt im Sinne der Herabsetzung der Widerstände.

Diese Herabsetzung der Widerstände kann freilich nur dann mit einer Beschleunigung des Blutstromes verbunden gewesen sein, wenn der Nierenblutdruck, soweit er von der Muscularis der Gefäße abhängt, nicht verringert war. Da die Muskelarbeit der Gefäße vom Gefäßnervensystem abhängt, so muß dieses also nach Lösung der Ligatur seine Reizbarkeit noch besessen oder wieder erhalten haben; die normalen, von Blut und Lymphe aus einwirkenden Reize der Niere konnten unter dieser Bedingung so angreifen, daß die Blutströmung in der erweiterten Bahn die in der Norm verwirklichten Charaktere, in bezug auf Schwankungen der Stärke und ähnliches, wiedererhielt.

Da in der einen Niere Zerfall von Kanälchenepithel ganz ausgeblieben, in der anderen nur in geringem Umfang eingetreten ist, da in beiden Nieren vermehrte Lymphocyten und Fett vorhanden sind, so dürfen wir daraus schließen, daß dort der Blutdruck anfangs gering, hier kurz nach Lösung der Ligatur etwas stärker gesunken war; an dieses Stadium hat sich also die Wiederkehr der Erregbarkeit des Nervensystems und die typische Hyperämie angeschlossen, deren Folge die typische Hyperplasie war.

Die Folgen der zweistündigen Venenunterbindung sind also mannigfaltig; dies ergibt sich aus allen bisher mitgeteilten

Erfahrungen zur Genüge. Die beiden Faktoren, von denen die Wiederherstellung des lokalen Blutdrucks abhängt, die vom Nervensystem abhängige Muskelarbeit der Gefäße und die Gesamtelastizität, verhalten sich inkonstant und inkongruent gegenüber dem Eingriff. Beide entziehen sich der Messung, und ein Schluß aus der Weite der Arterien im Präparat ist mit zu großen Fehlerquellen behaftet; aus unseren Protokollen geht nur das eine mit Sicherheit hervor, daß ihre anfängliche maximale Erweiterung bald teilweise oder ganz verschwindet; welcher Grad der Muskelarbeit und des elastischen Rückstoßes an die Stelle tritt, entzieht sich dem direkten Nachweis.

Wir haben noch das Fett der beiden vorhergehenden Nieren zu besprechen. Während von der Niere des 24. Tieres im Protokoll nur sehr wenig Fett in Kanälchen erwähnt ist, enthält die Niere des 23. Kaninchens, von der wir kein Protokoll gegeben haben, in den unteren gewundenen Kanälchen wenig Fett, während es nach der Kapsel zu zunimmt, doch gibt es in allen Schichten völlig fettfreie Kanälchen. In der Grenzzone wiegen die fettfreien Kanälchen vor, im tiefen Mark ist wenig Fett, in Cylindern viel.

Dieses Fett führen wir auf die erste Periode des herabgesetzt gewesenen Blutdruckes zurück und dürfen annehmen, daß es nicht mehr in Vermehrung, vielmehr in Rückbildung begriffen war. Hat doch die Niere des 24. Tieres, in der zerfallene Kanälchen vorkommen und demgemäß in der ersten Periode sicher nicht wenig Fett vorhanden war, am 6. Tage kein Fett mehr, während am 3. Tage in der Niere des 23. Tieres noch Fett nachzuweisen war. Wie verlangsamte Strömung der Blut- und Lymphflüssigkeit mit Fettsynthese verbunden ist, so fehlt Fett, oder vorhandenes schwindet bei vermehrter und beschleunigter Durchströmung.

Ein Tier: 6 Tage.

25. Tier (getötet).

Masse: L. N.: L. 3,7, B. 1,3,

R. N.: L. 3,4, B. 1,5.

Makroskopischer Befund: Es befindet sich unter der Kapsel ein Bluterguß (1 qcm groß), dazu viele kleinere. Die Venen der linken Niere sind weiter als auf der anderen Seite. Die Grenzzone ist gelb gestreift.

Mikroskopischer Befund: Der Bluterguß liegt unter der leicht verdickten Capsula fibrosa und ist von der Niere getrennt durch einen breiten Streifen zellreichen Bindegewebes. Das adventitielle Bindegewebe ist deutlich vermehrt.

Blutgefäße: Die Venen sind in den veränderten zwei Dritteln sehr stark erweitert und gefüllt, die weißen Blutkörperchen sind vermehrt. Die Kapillaren sind außer an manchen Stellen nicht auffällig weit, die Leukozyten sind in ihnen nicht vermehrt.

Rinde: Ein zusammenhängendes Drittel des Medianschnittes durch die ganze Niere weist keine Veränderungen auf. In den übrigen zwei Dritteln unterscheidet sich die Rinde in folgendem:

1. Durch eine sehr große Anzahl von gewundenen und geraden Kanälchen in der ganzen Dicke der Rinde, die mit einem niedrigen Epithel ausgekleidet sind, dazu aber dichtgedrängte, zu Cylindern zusammenhängende Kalkschollen enthalten, zwischen denen eine große Anzahl von Epithelzellen liegen, teils im Anschluß an das auskleidende Epithel, teils frei.

2. Dadurch, daß die übrigen nicht kalkhaltigen Kanälchen schmaler sind als in dem unveränderten Drittel.

3. Dadurch, daß zwischen den Kanälchen die Kapillarkerne sehr stark an Zahl und Größe zugenommen haben; außerdem ist das Nierenbindegewebe vermehrt an Zellen und feinen Collagenfasern, an den Stellen mit kalkhaltigen Kanälchen stärker, als zwischen den nicht kalkhaltigen. In Endothel- und Bindegewebszellen, sowie auch in Epithelzellen spärliche Mitosen.

Die Grenzzone verhält sich wie die darüber gelegenen Teile der Rinde. Unter dem veränderten Teil zeichnen sich zwei mehrere Quadratmillimeter große (infarktähnliche) Stellen dadurch aus, daß die meisten Kanälchen kernlos und kalkfrei sind, und auch das Zwischengewebe die Kerne verloren hat. Die im Bereich dieser Stellen erhalten gebliebenen Kanälchen und Kapillaren haben vergrößerte Zellen, das Bindegewebe ist daselbst leicht vermehrt. Tiefes Mark unverändert.

In sämtlichen Kanälchen der Rinde und Grenzzone findet sich Fett in zahlreichen feinen Tropfen. Im tiefen Mark ist Fett in Cylindern vorhanden.

Wie aus dem Protokoll hervorgeht, beschränken sich die Veränderungen auf scharf begrenzte zwei Drittel der Niere; wir sehen darin bestätigt, daß der Eingriff ohne bleibende Folgen für einen Teil der Niere sein kann.

Auch in dieser Niere hat eine nicht unbeträchtliche Vermehrung von Rindenepithelzellen stattgefunden, aber nicht in der Form, daß die Kanälchen ein typisches Wachstum erfahren hätten, sondern so, daß die Epithelzellen zwar auch als auskleidende Lage auftreten, dazu aber noch neugebildete in unregelmäßiger Anordnung, teils kontinuierlich zusammenhängend,

teils freiliegend, an und zwischen Kalkschollen zu finden sind, die, der Größe und Form nach Epithelzellen entsprechend, als abgestoßene, kernlos gewordene und dann verkalkte Epithelzellen aufgefaßt werden müssen. An jenem Epithel sind vereinzelte Mitosen zu finden; das auskleidende Epithel dieser Nierengegend ist aber nicht etwa vergrößert, wie bei den zwei vorigen Nieren, vielmehr nicht unbeträchtlich verschmälert, schmaler, als das einer normalen Niere; gleichzeitig, und dies ist ein weiterer Unterschied gegen die zwei vorhergehenden (und alle bisherigen) Nieren, ist in diesen zwei Dritteln das Bindegewebe einschließlich der Kapillarendothelzellen vermehrt, seine Kerne und Zellen sind, im Gegensatz zum Kanälchenepithel, stark vergrößert, und auch an ihnen sind Mitosen zu finden.

Die stattgehabte Hyperplasie des Nierengewebes ist keine typische, auf eine typische Hyperämie zurückzuführende, wie aus dem starken Grad der Bindegewebsvermehrung und dem Charakter der Epithelhyperplasie, die die Vergrößerung der Zellen vermissen läßt und mit Desquamation verbunden ist, erhellt. Die aus der besonders starken Erweiterung und Füllung der Venen nur dieser Gegend zu erschließende Hyperämie hatte also einen atypischen Charakter; es ist daher auf eine relativ zur typischen, mit Beschleunigung einhergehenden Hyperämie verlangsamte Strömung des Kapillarblutes in der erweiterten Strombahn zu schließen, die auf eine Verminderung des arteriellen Druckes, eine Folge der Ligatur, zurückzuführen ist. Mit der herabgesetzten Reizbarkeit der Gefäßnerven des Gebietes, die diesem Sinken des Blutdrucks zugrunde liegt, ist ohne Zweifel ein gleichmäßiger, Schwankungen, wie sie die normale Nierencirculation darbietet, nicht aufweisender Strömungscharakter verbunden gewesen.

Auf diese Hyperämie, als ein vermittelt der verstärkt austretenden Flüssigkeit vermehrtes Material an das Gewebe heranzuführendes Moment, führen wir die Zunahme an Gewebsbestandteilen, auf den abnormen Charakter der Hyperämie, im Vergleich mit der normalen und der in typischer Form gesteigerten Durchströmung, das abnorme Verhalten des Gewachsenen zurück.

In der nicht vergrößerten Niere des nach  $7\frac{1}{2}$  Tagen gestorbenen 26. Tieres sind zum ersten Male an keiner Stelle weder

der Rinde noch des Markes kernlose Kanälchen vorhanden. Als Folgen des voraufgegangenen Eingriffs findet sich etwas stärkerer Blutgehalt der linken Niere und Anhäufung von Lymphocyten in der Umgebung der Venen. In der Grenzzone, zwischen Bündeln völlig unveränderter Kanälchen mit unverändertem Zwischengewebe, sind im Bereich von Kanälchenbündeln, die mit jenen annähernd regelmäßig abwechseln, die Bindegewebsfasern leicht vermehrt, während am Epithel dieser Stellen keine Verschmälerung festzustellen ist, und nichts dafür spricht, daß eine Periode epithelialer Hyperplasie vorhergegangen ist.

Dieser Befund ist also an demselben Ort, in derselben Ausdehnung und Anordnung aufgetreten, wie bei den meisten vorhergehenden Tieren der Kernschwund und die zugehörigen Zellplasmaveränderungen, nämlich, wie wir früher auseinander gesetzt haben, im Kapillargebiet von Vasa efferentia der untersten Glomeruli.

Dem Auftreten des Collagens in einer Niere nach einem Eingriff, der, wie aus der Lymphocytenanhäufung zu schließen, auch in dieser Niere eine Verminderung des Blutdrucks herbeigeführt hat, an einem Orte, der, wie wir gesehen haben, dieser Beeinflussung besonders ausgesetzt ist, liegt eine leichte Abnahme des Blutdrucks in den zugehörigen Vasa efferentia zugrunde, infolge deren auch die Lymphe verlangsamt fließt, so daß aus gelösten Stoffen dieser das ungelöste Collagen entsteht.

Ein Tier: 10 $\frac{1}{2}$  Tage.

27. Tier (getötet).

Maße: L. N.: L. 2,6, B. 1,1,

R. N.: L. 3,0, B. 1,5.

Makroskopischer Befund: Der größte Teil der Marksubstanz ist von einem weißen Infarct eingenommen. Die Venen der Rinde sind sehr stark erweitert und gefüllt.

Mikroskopischer Befund: Die Kapsel und das adventitielle Bindegewebe sind stark an Fasern vermehrt.

Die Venen sind weit und ihre bindegewebige Wand ist verdickt, die Arterienmuscularis ist anscheinend verdickt, die Kapillaren sind nicht erweitert.

Die gewundenen und geraden Kanälchen sind in der ganzen Dicke der Rinde leicht erweitert; ihr Epithel ist an den erweiterten Stellen leicht abgeflacht. Die Kerne fallen durch Größe und ihre große Zahl

auf. Kalk ist in der Rinde und im Mark vorhanden, und zwar vorwiegend in der obersten Zone, zum Teil als verkalkte Kanälchen, zum Teil als Cylinder. Nicht ganz selten sieht man, besonders in Markstrahlen, um verkalkte Cylinder die Epithelzellen vergrößert und mit vergrößerten Kernen versehen. In anderen Kanälchen befindet sich außerdem noch ein Ring von Zellen, die flacher sind und nach innen liegen, so daß ein zweischichtiges Epithel besteht. In anderen Kanälchen sieht man das Lumen zum Teil mit Kalk ausgefüllt, zum anderen Teile mit einer Zellplasmamasse, in der Kerne zerstreut sind; sie kann sich fortsetzen in das kubische Epithel eines Kanälchens.

Das Bindegewebe ist in der ganzen Niere (mit Ausnahme der Infarcte) vermehrt, und zwar sind die Kanälchen durch feine Fasern getrennt, am stärksten im Bereiche der Markstrahlen, am wenigsten zwischen den untersten gewundenen Kanälchen. Zwischen den Fasern befinden sich große Spindelzellen und zellplasmareiche, groß- und vielkernige Kapillaren. Die Glomeruli haben eine leicht rötliche Farbe angenommen (Zunahme an Collagen), sonst sind sie unverändert.

Der Infarct liegt in der Marksubstanz; sein Zentrum schließt sich an die Grenzzone an, die sich verhält wie die Rindensubstanz. Das Zentrum ist kernlos oder enthält Schatten von Kernen und spärliche Chromatinkörnchen. Die Anordnung der Kanälchen ist stark verwischt, eine Leukocytenzone fehlt völlig. Es erstrecken sich in das Zentrum hinein auf eine Strecke, ungefähr so breit wie das Grenzgebiet, Kapillaren und Kanälchen aus großen, langen, zellplasmareichen Zellen, und zwar nur an der Basis, nicht an den Seiten des Infarcts. Die kernlosen Kanälchen des Infarcts setzen sich in die kernhaltigen der Grenzzone fort.

In der Rinde enthalten die Schaltstücke und andere Schlingen viel Fett. Im Marke weit mehr Fett in unregelmäßiger Verteilung in den Kapillarzellen, in den Spindelzellen des Zwischengewebes und in den meisten Kanälchen.

Die kernlosen Kanälchen des Infarcts enthalten kein Fett oder nur Spuren davon. In den kernhaltigen Teilen an der Peripherie des Infarcts, und zwar in den Zellen von Kapillaren und Kanälchen und zwischen denselben in Spindelzellen, ist Fett vorhanden.

Die Niere dieses Tieres ist durch einen sehr großen Markinfarct ausgezeichnet, während in der Rinde der Zerfall von Kanälchen sehr gering gewesen ist. Wenn wir auch die in diesem Gegensatz sich ausdrückende Selbständigkeit der einzelnen Gefäßgebiete der Niere gegenüber dem stets gleichen Eingriff schon oft festgestellt haben, so gewinnt er hier eine besondere Bedeutung, weil durch den Markinfarct die Entleerung des Transsudates aus den Rindenkanälchen verhindert war, und weil infolge der Undurchgängigkeit der Markgefäße

die Rinde eine beträchtlich vermehrte Menge von Blut erhalten mußte, Folgen, die sich bei den bisherigen kleinen Markinfarcten nur in sehr geringem Maße einstellen konnten.

Die verkalkten Kanälchen in der obersten Zone der Rinde beweisen, wie wir dies früher erörtert haben, daß kurz nach Lösung der Ligatur im äußersten Teil der Rinde die Durchströmung unter vermindertem Druck stattgefunden hat. Daß die übrigen Kanälchen leicht erweitert und ihr Epithel entsprechend niedrig geworden ist, verstehen wir aus dem Ausfall der Markkanälchen; was aber in einer gewöhnlichen hydronephrotischen Niere vermißt wird, ist der Umstand, daß das Epithel durch Zellplasmareichtum und Kerngröße auffällt, also in seiner regelrechten Lage hyperplastisch geworden ist; da Mitosen zur Zeit der Tötung nicht vorhanden waren, so darf angenommen werden, daß dieser typische Wachstumsvorgang nicht mehr im Fortschreiten war.

Diesen Befund haben wir in einem früheren Beispiel durch eine typische Hyperämie so erklärt, daß in dem betreffenden Gefäßgebiet die Nerven der Arterienmuskulatur ihre Reizbarkeit wiedergewonnen hatten, und der Abfluß des Blutes durch die Erweiterung der Venen erleichtert worden war. Da sich aus der Beschaffenheit des Infarctes sein Alter ergibt, so ist der Ausfall der Markgefäße schon früh in dem Sinne wirksam gewesen, daß mehr Blut in der Rinde floß, und zwar beschleunigt.

Dieser Umstand ist namentlich auch deswegen von Bedeutung, weil in dieser Niere der Rindenblutstrom einen besonderen, wenn auch gering anzuschlagenden Widerstand zu überwinden hatte, den der ausgedehnten Harnkanälchen, einen Widerstand, der naturgemäß am stärksten auf die Venen als die Orte des geringsten Druckes wirken mußte, der aber durch den gesteigerten Zufluß überwunden werden konnte.

Es wird also aus diesen Überlegungen verständlich, daß in einem großen Teil der Rinde trotz des Hydronephroseinflusses eine typische Hyperplasie aufgetreten ist.

In anderen kleinen Gefäßgebieten, denen wir uns jetzt zuwenden, ist der Charakter der Hyperämie nicht typisch gewesen. Wir finden hier die atypische Epithelvermehrung neben

Bindegewebzunahme; zum Verständnis weisen wir auf die frühere Darlegung hin, wo wir eine verlangsamte und vergleichmäßigte Strömung als Ursache des gleichen Vorganges abgeleitet haben.

Auch in den übrigen Teilen der Rinde mit den vorhin beschriebenen, auf typischer Hyperplasie bei Hydronephrose beruhenden Veränderungen ist das Bindegewebe vermehrt, und zwar erst sehr leicht.

Wir werden dieser Bindegewebshyperplasie in den späteren Nieren noch sehr oft begegnen und sehen, daß sich später zu ihr eine Parenchymabnahme gesellt. Es wird dann noch mehr zur Begründung angeführt werden, daß diesem Vorgang ein Sinken des Blutdrucks auf Grund einer Abnahme der Gefäßnervenreizbarkeit zugrunde liegt, so daß in der daneben noch durch Verlust an Elastizität erweiterten Blutbahn das Blut verlangsamt und vergleichmäßig strömt; dieser Strömungscharakter war also zur Zeit der Tötung aus dem vorhin besprochenen der typischen Hyperämie hervorgegangen, und es ist im Rückblick auf die früheren Beobachtungen zu betonen, daß in dem tiefsten Teil der Rinde, als am Ort des im Vergleich mit dem oberen Teile höheren Blutdrucks, die überhaupt geringfügige Bindegewebshyperplasie am geringsten ist.

Es bleibt nun noch die Grenzzone, die gleichzeitig das Grenzgebiet des Infarets bildet, und in der Hyperplasie des erhalten Gebliebenen eingetreten ist, zu besprechen übrig, und die besondere Eigentümlichkeit, daß auch im Zentrum des Infarets, wo das sonst durchaus vermißt wird, eine Anzahl Kapillaren nicht nur unversehrt geblieben, sondern auch hyperplastisch geworden sind. Im Rahmen unserer übrigen Beobachtungen und Schlußfolgerungen erklärt sich das aus der Drucksteigerung infolge Ausfalles eines ungewöhnlich großen Teiles des Stromgebietes; haben wir ihn vorhin nur für die Wachstumsvorgänge in der Rinde verwertet, so ist dieser Einfluß doch in der gesamten durchströmt gebliebenen Blutbahn wirksam gewesen und hat im Sinne einer Mehrzufuhr von Anlagerungsmaterial zu dem durch die Beziehung zum Blut erhalten gebliebenen Gewebe gewirkt.

2 Tiere: 12—14 Tage.

28. Tier: 12 Tage (getötet).

Maße: L. N.: L. 3,7, B. 1,7,

R. N.: L. 3,6, B. 1,6.

Mikroskopischer Befund: Die Niere ist unverändert, abgesehen von einer geringen Lymphocytenvermehrung in der Umgebung der Venen. Der Vergleich mit der rechten Niere ergibt etwas stärkere Füllung der Venen in der linken.

Sehr geringe Spuren von feintropfigem Fett an wenigen Stellen.

Diese Niere ist eine von den sehr wenigen, bei der der Eingriff, der in anderen sehr schwere Folgen gehabt hat, fast ohne Wirkung gewesen ist. Die einzigen Veränderungen bestehen in der Lymphocytenvermehrung und in äußerst geringer Fettvermehrung, auf deren Ursachen wir schon früher eingegangen sind.

In den nicht vergrößerten Nieren des 30. Tieres (13 Tage) und des 31. Tieres (15 Tage) finden wir das Bindegewebe vermehrt; an denselben Stellen ist das Parenchym nicht oder mindestens nicht sicher nachweisbar verschmälert.

Die Orte, an denen das Bindegewebe sehr leicht vermehrt ist, sind die Capsula fibrosa und die Adventitia der Gefäße, die gesamte Rinde und Bündel von Grenzzonenkanälchen, während im Bereich der dazwischen gelegenen Bündel und im tiefen Mark die Bindegewebsvermehrung ausgeblieben ist.

Wie bei zahlreichen früheren Tieren, sehen wir das Hilusfettgewebe in lockeres, zellreiches Bindegewebe umgewandelt und Lymphocyten in der Umgebung der Gefäße angehäuft. Es ist nur wenig Fett in geraden Kanälchen der Rinde vorhanden.

Die durch die Lokalisation angezeigte Beziehung der den aufgeführten Befunden in den zwei Nieren zugrunde liegenden Vorgänge zu einem bestimmten Charakter der Blutströmung haben wir bei einigen der vorhergehenden Nieren berührt, und kommen darauf gleich wieder zu sprechen. Er hat sich im Gesamtstromgebiet der Niere eingestellt mit Ausnahme dessen der Vasa recta vera, die nach dem Eingriff völlig zur Norm zurückgekehrt sind.

Tier 29: 14 Tage (gestorben).

Die leicht verkleinerte Niere enthält vier weiße Markinfarcte, ihre Kapsel und das adventitielle Bindegewebe sind verdickt.

Die Hauptveränderung besteht in einer Vermehrung des Bindegewebes und Kanälchenverschmälerung an denselben Orten, und zwar in größeren, die ganze Rinde betreffenden keilförmigen Gebieten, d. h. Gefäßbezirken. Es wird daraus also die Beziehung dieser beiden parallel verlaufenden Veränderungen zu einer Änderung der Blutströmung ersichtlich, bei der die veränderte Bewegung und Menge des Kapillarblutes und die veränderte Beziehung der Lymphe zum Gewebe zwei Vorgänge einander entgegengesetzter Art bewirkt: die Vermehrung des Bindegewebes und die hier zum ersten Male deutliche Abnahme des Parenchyms. Wir haben bereits angegeben und wiederholen es hier, daß eine Verlangsamung und Vergleichmäßigung der Strömung in der erweiterten Blutbahn geeignet ist, die Hyperplasie des Bindegewebes zu erklären, während das Parenchym auf Grund der starken Abweichung des Strömungscharakters von dem der normalen Niere zukommenden unter demselben Einfluß abnimmt.

Als eine wichtige Stütze für diese Auffassung ist die Lokalisation der gleichen Veränderungen an anderen umschriebenen Stellen der Niere anzusehen: der Ort, an dem wir früher meistens weder Zerfall noch Fett haben auftreten sehen, nämlich das Gebiet der untersten gewundenen Kanälchen, ist unverändert, von Bindegewebsvermehrung freigeblieben, und nur die höheren Schichten der Rinde weisen vermehrtes Bindegewebe und verschmälerte Kanälchen auf. Und wie wir in bezug auf das Auftreten der zerfallenen Kanälchen und des Fettes gesehen haben, daß eine Abwechslung in der Grenzzone mit unveränderten Kanälchen vorhanden war, so sehen wir auch hier abwechselnd Bündel mit stark und solche mit gar nicht oder leicht vermehrtem Bindegewebe.

Eine Eigentümlichkeit dieser Niere ist, daß an seltenen Stellen in der Rinde die mittlere Schicht von starker Bindegewebsvermehrung und Parenchymverminderung betroffen, während die unterste und oberste Schicht frei von Veränderungen geblieben ist. Die Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten besteht darin, daß die Veränderung das Gebiet der obersten Vasa efferentia freiläßt, während wir uns über das Ausbleiben im Gebiet der untersten Vasa efferentia als ein

häufiges Vorkommen nicht zu wundern brauchen. Da es sich auch hier um Gefäßgebiete handelt, in denen die Veränderung aufgetreten ist, wie denn nach unseren sämtlichen früheren Erfahrungen die Lokalisation der Veränderungen ganz mit Gefäßgebieten zusammenfällt, so schließen wir aus unserer Beobachtung, daß sich die in Bindegewebsvermehrung und Parenchymverminderung bestehenden Folgen des Eingriffs ausnahmsweise auf eine Gruppe von Vasa efferentia beschränken können.

Die vier Markinfarcte stimmen im ganzen überein mit dem vom 28. Tier (10 $\frac{1}{2}$  Tage); der einzige Unterschied ist, daß rings um die Infarcte herum eine einige Kanälchen breite Zone leicht vermehrten Bindegewebes vorhanden ist, in dessen Bereiche die Kanälchen leicht verschmälert sind. Dasselbst besteht eine im Präparat geringe kapilläre Hyperämie, die wir als Quelle des Gewachsenen ansehen, und deren atypischem Charakter wir die Abnahme des Parenchyms zuschreiben. Während über die Entstehung dieser kapillären Hyperämie wenig Bestimmtes anzugeben und nur ihre Beziehung zum Infarct festzuhalten ist, ist besonders ihr kapillärer Charakter zu betonen, der sie im Gegensatz zu der in ganzen Gefäßgebieten eintretenden Hyperämie stellt.

Das Fett nimmt von den oberen Schichten der Rinde an, wo seine Menge gering ist, ab, ist in den untersten gewundenen Kanälchen nur sehr spärlich, und nicht einmal in sämtlichen zu finden, dagegen enthalten die Markstrahlen viel Fett. Auch die vermehrten Bindegewebszellen enthalten Fett. In der Grenzzone stoßen wir wieder auf die Abwechslung von Bündeln sehr fettreicher Kanälchen mit fettfreien.

Diese Lokalisation des Fettes ist die schon oft beschriebene und erläuterte.

4 Tiere: 30: 15 Tage, 31: 17 Tage, 32: 19 Tage, 33: 21 Tage (alle getötet).

Die Gruppe umfaßt Nieren von 15—21 Tagen, es handelt sich um Nieren mit geringer Veränderung, fast ausschließlich in leichter Bindegewebsvermehrung und sehr geringfügiger Parenchymverschmälerung an bestimmten Orten bestehend.

Von der Niere des 1. Tieres (30: 15 Tage), die ganz leicht verkleinert ist, ist der größte Teil unverändert, nur daß die

Bindegewebsfasern in der Rinde und in einigen Bündeln in der Grenzzone eben merklich verdickt sind. Etwas stärker ist das Bindegewebe vermehrt in der obersten Zone der Rinde, wo es Markstrahlenkanälchen mit zahlreichen Kalkschollen einschließt, deren Epithelzellen vergrößert und vermehrt sind. An diesen Orten etwas stärkerer Bindegewebsvermehrung befindet sich Fett in sämtlichen vorhandenen Zellen. Alle diese Befunde erklären sich aus dem Vorhergehenden.

Die zweite Niere aus dieser Gruppe (31: 17 Tage) ist ebenfalls leicht verkleinert, und die Venen und die Kapillaren sind leicht erweitert und gefüllt. Die Wände der Kapillaren sind in der ganzen Rinde und in Bündeln der Grenzzone mit Collagenfasern umgeben. Fett fehlt.

Beim dritten Tiere (32: 19 Tage), dessen Niere ebenfalls verkleinert ist, finden sich um die weiten Venen Lymphocyten angehäuft. Das Bindegewebe in dieser Niere ist im Unterschied zu den Nieren der beiden vorigen Tiere zwischen den verschmälerten Kanälchen stark vermehrt, ohne Beteiligung der Glomeruli. Dabei sind wieder die untersten gewundenen Kanälchen und hier und da etwas höher gelegene unverändert geblieben, und in ihrem Bereiche hat das Bindegewebe nicht zugenommen.

In der Grenzzone ist in Bündeln von Kanälchen das Bindegewebe leicht vermehrt, während dazwischen gelegene Bündel und das tiefe Mark unverändert geblieben sind. In sämtlichen unveränderten Teilen der Niere fehlt das Fett, das an den Orten mit vermehrtem Bindegewebe aufgetreten ist.

In der Niere des vierten Tieres (33: 21 Tage) handelt es sich wieder allein um Vermehrung des Bindegewebes und Verschmälerung der Kanälchen, während kernlose Kanälchen fehlen. Die Lokalisation ist im ganzen typisch, und zwar so, daß die genannten Veränderungen zu finden sind überall in der obersten Zone, außerdem an einigen Stellen durch die ganze Dicke der Rinde hindurch, schließlich auch im Bereich einzelner gewundener Kanälchen, die in allen Schichten der Rinde liegen können; in der Grenzzone in Bündeln abwechselnd mit bindegewebsfreien. Außerdem sind die Kapillarwände in der ganzen Niere nach van Gieson rot gefärbt, es ist also Collagen in

ihnen aufgetreten. Fett ist in Zellen nicht vorhanden, dagegen enthalten Cylinder im Marke Fett.

Zu diesen vier Nieren ist also zusammenfassend zu bemerken, daß die Bindegewebsvermehrung und die Kanälchenverschmälerung in verschiedenem Maße, aber im ganzen in typischer Lokalisation aufgetreten sind, und an denselben Orten das Fett, — abgesehen vom zweiten Tiere, dessen Niere fettfrei ist. Wie bei einigen vorhergehenden Tieren, sind drei von diesen Nieren gleichmäßig leicht verkleinert, was bei der Zusammensetzung der Niere vorwiegend aus Parenchym auf die leichte Abnahme desselben zu beziehen ist.

Alle diese Befunde: Bindegewebsvermehrung, Kanälchenverminderung, Auftreten von Fett, haben wir schon früher erörtert.

Ein Befund an dem vierten Tiere bedarf nur einer kurzen Erwähnung, nämlich, daß die Niere, als einzige aus der späteren Zeit, vergrößert statt verkleinert ist:

Maße: L. N.: L. 3,4, B. 1,6,

R. N.: L. 3,1, B. 1,5.

Der Vergleich zwischen beiden Nieren ergibt zugunsten der linken Niere einen stärkeren Blutgehalt, den wir als Nachwirkung der Unterbindung auffassen und früher besprochen haben, ferner eine etwas stärkere Weite der Kanälchen, für die eine Ursache, außer dem gleich zu erwähnendem Wachstum, nicht ersichtlich ist, schließlich ist an Stellen, wo das Bindegewebe nicht vermehrt ist, eine beträchtlichere Größe des Epithels durch Messung festgestellt.

Es ist also darauf zu schließen, daß an diesen Orten, d. h. im Bereich dieser Gefäßgebiete, ein typisches Wachstum stattgefunden hat, wie wir das bei einigen früheren Tieren nachgewiesen und erklärt haben.

Sechs Tiere: 24—45 Tage (alle getötet).

34. Tier: 24 Tage.

Maße: L. N.: L. 2,8, B. 1,5,

R. N.: L. 2,9, B. 1,6.

Makroskopischer Befund: Im oberen Teile der Marksubstanz mehrere graue Flecke. Gegen den einen Pol hin findet sich eine muldenförmige Vertiefung, die 3 mm im Durchmesser hat, und deren Grund ungefähr in der Mitte der Rinde liegt.

Mikroskopischer Befund: Das Kapselbindegewebe ist leicht vermehrt. Die Niere ist größtenteils unverändert, abgesehen davon, daß die Collagenfasern stellenweise leicht vermehrt sind. Im Grunde der erwähnten Mulde ist durch die ganze Rinde und den zugehörigen Teil der Marksubstanz das Bindegewebe stark an Fasern und Zellen vermehrt und schließt in der Rinde verschmälerte Kanälchen und unveränderte Glomeruli ein. Die Vermehrung des Bindegewebes ist in der Marksubstanz stärker als in der Rinde. Die eben beschriebene Stelle ist scharf begrenzt. In der Nähe dieser Stelle befinden sich auf beiden Seiten, getrennt durch unverändertes Nierengewebe, mehrere kleinere Stellen mit denselben Veränderungen.

Fett: In der Rinde befindet sich kein Fett. Im Marke ist an den Orten des vermehrten Bindegewebes Fett vorwiegend in Cylindern, daneben etwas in einigen Bindegewebszellen vorhanden. In der übrigen Niere enthalten im Marke wenige Cylinder Fett.

Von dieser leicht verkleinerten Niere ist nur hervorzuheben, daß die Veränderung, nämlich Bindegewebsvermehrung und Parenchymabnahme, scharf begrenzte Teile des Organs betroffen hat, die wir nach dem Gesagten als Gefäßgebiete auffassen, in denen der früher erörterte abnorme Charakter der Durchströmung mit Blut eingetreten ist.

35. Tier: 25 Tage.

Maße: L. N.: L. 2,8, B. 0,6,

R. N.: L. 3,0, B. 1,5.

Mikroskopischer Befund: Die Capsula fibrosa ist leicht verdickt und das adventitielle Bindegewebe leicht vermehrt. Das Hilusfettgewebe ist oedematös, nur stellenweise ist in ihm etwas Fett vorhanden.

Blutgefäße: Die Venen sind stark erweitert und gefüllt, die Arterien sind etwas weit, die Muscularis ist anscheinend verdickt. Die Glomeruli sind sämtlich stark mit Blut gefüllt. Die Kapillaren der Rinde fallen nur stellenweise durch Weite auf. Die Grenzzone und das tiefe Mark sind in den bindegewebsreicheren Teilen blutreich.

Bindegewebe: Auf der Hauptschnittfläche sind ungefähr zwei Drittel der Nierensubstanz mit besonders stark vermehrtem Bindegewebe versehen und liegen unter dem Niveau der übrigen Teile und einiger bindegewebsärmeren, kanälchenreicheren. An diesen vorspringenden Stellen ist das Bindegewebe leicht vermehrt, und zwar zwischen Markstrahlen und gewundenen Kanälchen, die verschmälert eingeschlossen sind. Dazwischen sind unregelmäßig verstreut gewundene Kanälchen vorhanden, zwischen denen das Bindegewebe nicht vermehrt ist.

Der bindegewebsreichere Teil besteht vorwiegend aus faserreichem Bindegewebe und schließt äußerst schmale Zellreihen ein, die an ihrer Verlaufsrichtung als gewundene und gerade Kanälchen erkannt werden können. Hier sind die Glomeruli einander genähert und unregelmäßig

verteilt, sind aber im übrigen ebenso unverändert, wie in den anderen Teilen.

Überall, besonders aber in den bindegewebsreichen Teilen, finden sich sehr wenige kalkhaltige Stellen, zum Teil Cylinder, zum Teil anscheinend verkalkte Kanälchen.

Das Bindegewebe der Marksubstanz ist besonders unter dem bindegewebsreichen Teil der Rinde sehr stark vermehrt. Dasselbst sind nur vereinzelte kernhaltige Kanälchen zu sehen, daneben lassen sich stellenweise in dem Bindegewebe vereinzelte kernlose Kanälchen erkennen.

Fett: Im bindegewebsreichen Teil der Grenzzone findet sich sehr viel Fett in Cylindern und kernlosen Kanälchen, auch in einzelnen kernhaltigen. Im tiefen Marke ist Fett in einzelnen Cylindern vorhanden. In der Rinde ist kein Fett.

Die leicht verkleinerte Niere des zweiten Tieres dieser Gruppe stimmt mit der unmittelbar vorhergehenden im wesentlichen überein, nur daß die Veränderung einen größeren Teil, nämlich zwei Drittel der Niere, betrifft und stellenweise einen besonders starken Grad hat, so daß das Bindegewebe weitaus den größten Raum einnimmt. Andere Teile derselben Gegend zeigen dieselben Veränderungen, aber in weit geringerem Grade, so daß diese weniger veränderten Stellen vorspringen.

Das dritte Tier aus dieser Gruppe (36: 30 Tage) weist in der leicht verkleinerten Niere Bindegewebsvermehrung und Kanälchenverschmälerung als einzige Veränderung an den typischen Orten auf.

Das vierte Tier (37: 35 Tage) zeigt in seiner ebenfalls leicht verkleinerten Niere in derselben Lokalisation die gleichen Veränderungen. Noch immer sieht man die sehr erweiterten Venen in der Rinde. Besonders fällt das adventitielle Bindegewebe der Rindengefäße auf, das sehr stark vermehrt ist. Die Glomeruli sind frei von Bindegewebsvermehrung.

Ein fünftes Tier (38: 39 Tage) hat von allen die am stärksten verkleinerte Niere; die linke Niere ist halb so groß als die rechte, und das Organ ist mit einer großen flachen Mulde versehen, unter der das Bindegewebe besonders stark vermehrt ist, bei stärkster Verschmälerung der Kanälchen. Die Glomeruli an dieser Stelle sind unverändert. Nur in der Grenzzone sind einige verkalkte Kanälchen. Besonders im Bereiche der Delle ist das Bindegewebe der Capsula fibrosa sehr stark vermehrt und enthält Blutpigment, als Zeichen dafür,

daß zur Zeit der Unterbindung hier eine blutige Durchtränkung stattgefunden hat.

39. Tier: 45 Tage.

Maße: L. N.: L. 2,7, B. 1,0,

R. N.: L. 3,0, B. 1,4.

Makroskopischer Befund: Die Capsula fibrosa ist leicht verdickt; an der Oberfläche der Niere zahlreiche vertiefte Stellen. Auf dem Durchschnitt entsteht eine Wellenlinie als Kontur der Niere.

Mikroskopischer Befund: Das Kapselbindegewebe und das adventitielle Bindegewebe sind verdickt, besonders stark an Stellen auch sonst vermehrten Bindegewebes.

An den Gefäßen fällt nichts Besonderes auf. Stellenweise sieht man an den Venen Lymphocyten angehäuft.

An den vertieften, auf den Durchschnitt bis 4 mm breiten Stellen ist in sehr scharfer Abgrenzung gegen die Umgebung das Bindegewebe sehr stark vermehrt und faserreich, reicht bis in die Grenzzone hinab und hört hier mit scharfer Grenze gegen die übrige Marksubstanz auf. Kanälchen sind überall eingeschlossen; sie sind verschmälert; die Glomeruli sind unverändert. Dazwischen ist die Rinde zum Teil unverändert, zum Teil ist das Bindegewebe in der Umgebung der Gefäße leicht an Fasern vermehrt.

In der Grenzzone wechseln regelmäßig ab Stellen mit vermehrtem und solche mit nicht vermehrtem Bindegewebe. Im übrigen Marke ist das Bindegewebe stellenweise vermehrt. Die Papille ist unverändert.

In der Rinde finden sich wenige verkalkte Cylinder. In der Grenzzone ist der Kalk etwas reichlicher, und zwar zum Teil nicht als Cylinder, sondern als verkalkte Kanälchen.

Fett fehlt.

Auch diese letzte, leicht verkleinerte Niere weist Dellen an der Oberfläche auf, so daß sie höckerig aussieht. Die Lokalisation des sehr reichlichen Bindegewebes, das verschmälerte Kanälchen einschließt, während die Glomeruli unverändert sind, ist typisch. Nur in der Grenzzone hat seinerzeit Nekrose stattgefunden, und es finden sich jetzt daselbst einige verkalkte Kanälchen.

Bei der letzten Gruppe fehlt das Fett in der Rinde, während es in der Grenzzone bei dem ersten Tiere in den vermehrten Bindegewebszellen und beim zweiten Tiere in einzelnen kernhaltigen und kernlosen Kanälchen vorhanden ist. Bei den letzten drei Tieren fehlt das Fett in den Zellen ganz.

Während es nun nach den sonstigen Erfahrungen über das Auftreten des Fettes nicht zweifelhaft ist, daß der Charakter der Blutströmung, den wir in den veränderten Teilen dieser Nieren

annehmen, dem Auftreten des Fettes günstig wäre, so ist auf der anderen Seite zu berücksichtigen, daß die Kapillarwände, die bei der Färbung nach van Gieson Rotfärbung annehmen und also Collagen (oder eine verwandte Substanz) enthalten und von Collagenfasern dicht umgeben sind, nicht mehr so viel die Fettkonstituenten enthaltende Flüssigkeit durch und ins Epithel gelangen lassen wie in den früheren Nieren. Ob bei diesem Ausbleiben der Fettsynthese außerdem noch der in engem Zusammenhang mit dieser Veränderung der Kapillarwände stehende Vorgang der Parenchymabnahme durch Zellplasmaveränderungen eine Rolle spielt, ist ohne eigens darüber angestellte Untersuchungen nicht zu sagen.

In bezug auf den Inhalt der Kanälchen, mit dem wir uns bisher nur an wenigen Stellen beschäftigt haben, ergibt sich aus den Protokollen folgendes als Ergänzung.

In der Regel enthalten die Kapselräume und gewundenen Kanälchen der Rinde fädigen Inhalt, die Markstrahl- und Markkanälchen homogenen. Zum ersten Male ist in einer Niere, die 50—60 Stunden nach Lösung der Unterbindung gewonnen wurde, auch in den gewundenen Kanälchen homogener Inhalt gefunden worden. Bei vielen Nieren aus späterer Zeit waren die homogenen Cylinder z. T. verkalkt, und sind bereits besprochen worden. Eine weitere Eigentümlichkeit ist, daß die homogenen Cylinder in den besonders stark veränderten Nieren, und zwar namentlich im Marke, mehr oder weniger veränderte Zellen und Chromatinkörnchen einschlossen; auch freie Fetttropfen kamen häufig in den Cylindern vor. In den Nieren aus der späteren Zeit, in denen das Bindegewebe vermehrt war, waren die homogenen Cylinder spärlich und gewöhnlich auf das tiefe Mark beschränkt. Den Harn der operierten Tiere haben wir nicht untersucht.

Wir beschränken uns darauf, aus diesen Angaben zu schließen, daß der Harn der operierten Niere eiweißhaltig gewesen ist, was wir, wie die Gewebsveränderungen, auf die durch den Eingriff veränderte Strömung des Blutes und der Lymphe und die veränderte Beziehung dieser Flüssigkeiten zum Epithel zurückführen.

---

Das Mitgeteilte läßt sich in der Hauptsache folgendermaßen zusammenfassen und in einigem ergänzen:

1. Der experimentelle Eingriff besteht in einer zwei-stündigen Unterbrechung der Blutströmung und einer gleichzeitigen Dehnung der Gefäße und Kapillaren durch einen Druck, der annähernd so hoch ist wie der arterielle der normalen Niere.

2. Die Durchströmung stellt sich nach Abnahme der Venenligatur regelmäßig wieder her, aber sie verläuft verändert, und zwar im allgemeinen unter vermindertem Druck.

3. Der Eingriff beeinträchtigt also die lokalen Triebkräfte des Blutes, nämlich die vom Gefäßnervensystem abhängige Muskelarbeit und die Elastizität der Gefäße, Kapillaren und des Gewebes.

4. Der Umstand, daß die Elastizitätsabnahme die ganze Niere gleichmäßig betrifft, die Verminderung des Blutdrucks und ihre Folgen sich aber sehr ungleichmäßig bemerkbar machen, beweist, daß der Hauptnachdruck zu legen ist auf die Herabsetzung der Reizbarkeit und den beeinträchtigten Verlauf des Reizungsvorganges im neuromuskulären System der Nierengefäße gegenüber den nach Lösung der Ligatur wieder einwirkenden normalen Reizen.

5. Die Herabsetzung des Blutdrucks tritt niemals in der ganzen Niere, sondern stets in bestimmten Gefäßgebieten des Organs ein, und zwar entweder inmitten größerer, völlig unverändert bleibender Teile der Niere, oder in allen kleinen Gefäßgebieten des Organs, deren normaler Blutdruck unter einer gewissen Höhe liegt.

6. Die infolge des Eingriffs auftretenden Veränderungen des Organs sind die ausschließliche Folge der veränderten Blutströmung und der dadurch veränderten Beziehungen zwischen Blut und Gewebe; diese Beziehung wird vermittelt von der aus den Kapillaren entsprechend dem Verhalten der Blutströmung austretenden und entsprechend bewegten Flüssigkeit.

I. Die Veränderungen bestehen im Kernverlust des Epithels und den dazu gehörigen Zellplasmaveränderungen, abhängig von einem Übergang der Blutströmung in Stillstand, dem ein Stadium der Verlangsamung des Blutstroms und davon abhängiger Leukocytenvermehrung in den Kapillaren, oder ein

Stadium von Blutplasmaströmung vorhergehen kann. Völlige Unterbrechung jeder Art von Strömung bewirkt dann auch den Zerfall der Zwischengewebszellen.

Die Orte, an denen sich diese Veränderung einstellt, sind:

1. An erster Stelle die von den Vasa efferentia unterster Glomeruli versorgten Teile der Grenzzone, wo infolge des mit besonderen Widerständen verbundenen Verlaufs dieser Gefäße der Blutdruck geringer ist als in der Rinde.

2. An zweiter Stelle die von den Vasa arcuata entfernter gelegenen Teilen der Rinde, als diejenigen, die im Vergleich zu den diesen Gefäßen benachbarten unter geringerem Druck durchströmt werden.

Das Sinken des Blutdrucks bis auf einen Grad, von dem Zerfall des Epithels abhängig ist, kann mit der Zeit von der obersten Rindenzone in der Richtung auf die Vasa arcuata fortschreiten und zum Zerfall auch der untersten gewundenen Kanälchen führen.

Ebenfalls als Folge eines im bestimmten Grade verringerten Blutdrucks kann sich eine abgekürzte Strömung des Blutes oder der Blutflüssigkeit herstellen unter Umgehung der umspinnenden Kapillaren, wobei Glomerulus, Vas efferens, Wurzelgebiet der Interlobularvene und diese selbst durchströmt werden, so daß nur die Malpighischen Körperchen und ein Teil der Markstrahlkanälchen erhalten bleiben, während die gewundenen Kanälchen zerfallen.

Dagegen bleiben in den Nieren auf Grund des nicht unter einen bestimmten Grad sinkenden Blutdrucks fast immer erhalten die bisher nicht angeführten Teile der Marksubstanz, als aus den Vasa recta vera in einem einzigen Kapillarsystem durchströmt, und meistens größere oder kleinere Teile der Rinde, und zwar ihrer tieferen Schicht, aus der angegebenen Ursache, und weil dazu hier noch präglomeruläre Arterien an der Durchströmung der umspinnenden Kapillaren teilnehmen.

Während diese Gebiete laut Ausweis der Nieren aus späterer Zeit dauernd erhalten bleiben, kommt es nur für eine kurze Zeit vor, daß die an die Kapsel anstoßenden Schlingenteile im Gegensatz zu den übrigen Schlingen der obersten Zone ihre Struktur bewahren; es geschieht dies auf Grund einer Beziehung

zu dem in den Kapillaren der Fibrosa vermehrt strömenden Blut.

Außer den Folgen der Unterbrechung der Strömung in den bisher allein berücksichtigten Vasa efferentia treten größere Infarcte in Rinde und Mark auf, wenn in entsprechend großen Gefäßgebieten nach Lösung der Ligatur die Durchströmung nach kurzem Bestande erlischt.

Der Blutdruck in der durchströmt gebliebenen Nachbarschaft der Infarcte unterhält auf kurze Zeit im Grenzgebiet des Infarcts eine verlangsamte Strömung, vermöge deren sich eine kapilläre Leukocyten thrombose am Orte des erlöschenden Blutdrucks einstellt.

II. Bestanden die bisher besprochenen Vorgänge in einer Herabminderung und Aufhebung des Blutdrucks an bestimmten Orten und dem davon abhängigen Gewebszerfall, so kommt in einigen Nieren (z. B. von 3 und 6 Tagen) als Ausnahme vor, daß die Zerfallsveränderungen ganz zurücktreten oder fehlen, und eine typische Hyperplasie der Nierensubstanz oder nur der Rinde und Grenzzone eintritt; die Ursache haben wir darin gefunden, daß die durch die Ligatur hervorgerufene Dehnung der Blutbahn die Widerstände für die Blutbewegung herabsetzt, so daß eine typische Hyperplasie durch typische Hyperämie eintritt, da die Gefäßnerven — im Gegensatz zu ihrem gewöhnlichen Verhalten — ihre Reizbarkeit wiedergewonnen oder gar nicht eingebüßt haben.

III. Abermals ein anderer, der dritte Typus der Blutströmung, der sich nach dem Eingriff in einer geringen Anzahl von Nieren, und zwar nur in Teilen der Gesamtstrombahn, einstellt, hat ebenfalls eine Hyperplasie des Epithels zur Folge, aber nicht in der soeben angeführten Form des typischen Wachstums, sondern in einer sehr unregelmäßigen Weise, die mit Abstoßung und Verkalkung eines Teils der neu gebildeten Zellen endigt und schmale auskleidende Zellen entstehen läßt. Daneben wird in denselben Gefäßgebieten das Bindegewebe hyperplastisch.

Wir haben diesen Vorgängen, sowie sie eine Zunahme bedeuten, eine Hyperämie, soweit sie von dem durch typische Hyperämie entstehenden typisch Hyperplastischen abweichen,

eine atypische Form der Durchströmung zugrunde gelegt und dieser Verlangsamung und Vergleichmäßigung zugeschrieben, beruhend auf einer herabgesetzten Reizbarkeit der Gefäßnerven.

IV. Ein letzter, der vierte Durchströmungstypus, der in im übrigen unveränderten Nieren eintritt, oder in solchen, in denen in einer früheren Zeit in der angegebenen Weise Zellzerfall eingetreten war, führt zu einer Hyperplasie des Bindegewebes und einer später einsetzenden Abnahme des Epithels. Die Lokalisation dieser kombinierten Vorgänge stimmt mit der der Unterbrechung der Durchströmung und des nachfolgenden Zerfalls überein, so daß auch hier eine Verminderung des Blutdrucks in der erweiterten Blutbahn auf Grund einer herabgesetzten Reizbarkeit des Gefäßnervensystems, mit der eine Vergleichmäßigung des Blutstroms verbunden ist, die Ursache ist, und als Hyperämie die Zunahme des Bindegewebes, als Hyperämie atypischen Charakters die Rückbildung des Parenchyms herbeiführt.

Die Unterschiede zwischen dem III. und IV. Typus der Durchströmung, auf denen die Unterschiede der Gewebsvorgänge beruhen, sind nicht näher angebbar.

Neben den bisher genannten Vorgängen geht in fast allen Nieren ein anderer einher, der der Fettsynthese im Epithel. Auch hier ist die Lokalisation durch das Verhalten der Durchströmung bestimmt, und Verlangsamung derselben oder der Plasmaströmung in den Kapillaren vermittelt der gleichzeitig verzögerten Lymphströmung die Ursache, die das Fett in kernhaltigen und kernlosen Zellen entstehen und zunehmen läßt.

Zum Unterschied davon haben wir den Kalk nur in kernlosen Kanälchen von einer gewissen Zeit ab auftreten sehen. —

Der Eingriff, der neben der Elastizität das Gefäßnervensystem der Niere beeinflußt, hat in den verschiedenen Nieren verschiedene Folgen. Die weitaus im Vordergrund stehende ist eine Herabsetzung des Blutdrucks, von der in einer ersten Gruppe von Nieren sehr früher Zerfall des Epithels, in einer zweiten Gruppe später Bindegewebiszunahme und sich anschließende Epithelabnahme, in beiden Gruppen gleichzeitige Fettsynthese im Parenchym abhängig sind. Ob das eine oder das andere, oder ob nacheinander beide Vorgänge auftreten,

sowie ihr Umfang und Stärke hängen von dem verschiedenen Grade der Verminderung des Blutdrucks ab, dessen von der Gefäßanordnung in der Niere bedingte normale Differenzen die Lokalisation der Veränderungen beherrschen.

Modifikationen der gewöhnlichen Folgen des Eingriffs für den Blutdruck haben besondere Folgen für die Niere, von denen eine typische Hyperplasie ohne vorhergegangenen Ausfall von Nierensubstanz besonders genannt sei.

Die Ursachen der verschiedenartigen Folgen des Eingriffs in den verschiedenen Nieren entziehen sich der Beurteilung.

Auch der Frage, was aus den einzelnen Nieren geworden wäre ohne den Tod oder die Tötung des Tieres, kann allein an der Hand unseres Materials nicht näher getreten werden.

---

Die vorliegende Arbeit ist auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professor Rieker, jetzt in Magdeburg, entstanden. Dem Herrn Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Thierfelder in Rostock bin ich für die Erlaubnis, im Institut arbeiten zu dürfen, zu Dank verpflichtet.

---

## XV.

### **Zur Kenntnis der gliomatösen Neubildungen des Gehirns mit besonderer Berücksichtigung der ependymären Gliome.<sup>1)</sup>**

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität in Berlin.)

Von

Dr. Kurt Hildebrandt.

---

#### Fall I.

Diffuses ependymäres Gliosarkom sämtlicher  
Hirnventrikel.

Es handelt sich um das Gehirn eines 16jährigen Mädchens, das seit dem 12. Jahr an Hirnsymptomen gelitten hatte.

<sup>1)</sup> Die Krankengeschichten der drei hier behandelten Fälle finden sich in meiner ebenso betitelten Dissertation (Berlin 1906). Dort findet