

# **Archiv**

für

## **pathologische Anatomie und Physiologie**

und für

### **klinische Medicin.**

---

Bd. LXXIX. (Siebente Folge Bd. IX.) Hft. 3.

---

## **XVII.**

### **Ueber die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons durch die Nieren unter normalen und pathologischen Bedingungen.**

Von Dr. J. F. Pautynski.

(Aus dem pathologischen Institut der Universität Heidelberg.)

---

Keine von den in den letzten zwei Jahrzehnten auf dem Gebiete der Histologie und Physiologie der Nieren veröffentlichten Arbeiten hat ein grösseres und mehr gerechtfertigtes Aufsehen erregt als die beiden über diesen Gegenstand vor fünf Jahren von R. Heidenhain publicirten Aufsätze. Um so befremdender muss es erscheinen, dass bei der eminenten Wichtigkeit des Gegenstandes so wenig der Aufforderung Heidenhain's, nach diesen Methoden mitzuarbeiten, entsprochen worden ist.

Der Hauptzweck der Untersuchungen, über welche in den nachfolgenden Zeilen berichtet werden soll, war der, die Vorgänge der Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons an Nieren, bei denen ein grösserer Arterienast unterbunden worden war, kennen zu lernen. Die Versuche Heidenhain's berechtigen zu der Erwartung, dass sich bei einer solchen Versuchsanordnung interessante Aufschlüsse über die Kreislaufverhältnisse und Ernährungsvorgänge in solchen Gewebsabschnitten ergeben werden. Die unter solchen Be-

dingungen erfolgenden Farbstoffabscheidungen sind aber in diesem Sinne nur verwertbar, wenn sie mit den an normalen Nieren oder richtiger gesagt mit den an Nieren, bei denen die arterielle Blutzufuhr nicht behindert ist, sich vollziehenden Abscheidungen des Indigcarmins verglichen werden. Zu diesem Zweck habe ich eine grössere Zahl derartiger Versuche angestellt, über deren Ergebnisse ich zunächst in Kürze berichten will, weil sie mir in mancher Beziehung bemerkenswerth dünken.

### I. Infusionsversuche ohne Unterbindung der Nierenarterie.

Die Versuchsanordnung war die, dass ich eine frisch bereitete 0,4procentige Lösung des reinen Farbstoffes<sup>1)</sup> in die Venae jugulares externae der Thiere mittelst eines sehr einfachen Apparates infundirte. Der letztere bestand aus einer graduirten Bürette, an deren unterem Ende ein mittelst Quetschhahnes verschliessbarer Gummischlauch befestigt war, der mit einer in die Vene eingeführten Glascanüle in Verbindung stand. Die Menge des infundirten Farbstoffes schwankte bei Kaninchen zwischen 35 und 50 Ccm., bei Hunden zwischen 150 und 1500 Ccm. Die Dauer der Infusion betrug bei den ersteren 4—7, bei den letzteren 10—50 Minuten. Die Thiere wurden gewöhnlich durch Verbluten getödtet, die Nieren sofort ausgeschnitten und von der Arterie aus mit absolutem Alkohol eingespritzt, halbirt und behufs definitiver Härtung in dieselbe Flüssigkeit eingelegt. Die Untersuchung der mikroskopischen Schnitte geschah in mit Chlorkalium gesättigtem Glycerin oder Canadabalsam. Erwähnt sei noch, dass ich nicht unterliess, die Nieren auch frisch in Kochsalzlösung zu untersuchen.

Bei der Beschreibung der Befunde an den Kaninchennieren genügt es aus einer grösseren Zahl von Versuchen drei als Beispiele auszuwählen, weil die Farbstoffabscheidung bei gleicher Versuchsanordnung im Wesentlichen immer in derselben Weise sich darstellt.

Drei grossen und kräftigen Kaninchen wurden im Verlauf von 7 Minuten in continuirlichem Strom und unter sehr geringem Druck 50 Ccm. einer 0,4procentigen Lösung von indigschwefelsaurem Na-

<sup>1)</sup> Derselbe war aus der Apotheke des Herrn Maschke in Breslau bezogen worden.

tron in die Venae jugulares externae infundirt. Von diesen drei Versuchsthiereu tödtete ich das eine 3, das zweite 10, das dritte 20 Minuten nach beendeter Infusion. Die Nieren wurden sofort ausgeschnitten und nach der oben erwähnten Methode conservirt.

Die Tubuli contorti zeigten bei dem ersten und zweiten Kaninchen zum Theil eine gleichmässige schwachblaue Färbung des Epithels in seiner ganzen Höhe, zum Theil aber deutliche Kernfärbung bei bald schwach bald stark gefärbter Zellsubstanz, sowie endlich krystallinische Abscheidung im Lumen der Harnkanälchen. Die letztere pflegte um so ausgiebiger zu sein, je weniger die Zellen und deren Kerne gefärbt waren. Doch fand ich zuweilen bei geringer Färbung der Substanz der Zellen und Kerne spärliche Mengen krystallinisch abgeschiedenen Farbstoffes, während dieser an anderen Stellen bei intensiver Tingirung der Kerne in grösserer Quantität vorhanden war.

Als besonders bemerkenswerth möchte ich hervorheben, dass die Abscheidung in Form blauer Pünktchen beginnt, welche zwischen den Epithelien und in der Richtung gegen das Lumen der Harnkanälchen gelegen sind. Bei fortschreitender Abscheidung werden diese Pünktchen zahlreicher und dichter gestellt, bis sie schliesslich zierliche blaue Linien bilden, welche netzförmig angeordnet sind. Diese zwischen den Zellen gelegenen Farbstoffabscheidungen erreichen niemals die structurlose Membran der Harnkanälchen, sondern nehmen in den ausgesprochensten Fällen zwei Drittheile der Höhe der Zellen ein. — Erst in einem späteren Stadium erscheinen die Kuppen der Zellen selbst gefärbt. Es sind dies jene den inneren Abschnitt der Zellen darstellende Gebilde, welche Heidenhain aus der Hundeniere beschrieben und abgebildet hat und welche vermuthlich das Pigment aus den Stäbchen entnehmen. Bei sehr massenhafter Abscheidung in den Zellen erscheint der Farbstoff in der Form kleiner canellirter aus vielfach verfilzten nadelförmigen Krystallen bestehender Säulen.

Nicht unerwähnt darf ich die Thatsache lassen, dass sehr häufig einzelne gewundene Kanäle farblos sind. Heidenhain hat bereits dieselbe berichtet und daraus geschlossen, dass diese an der Secretion nicht Theil genommen haben, sowie von demselben bereits die Unabhängigkeit in der functionellen Thätigkeit der Tubuli contorti betont worden ist.

Die Glomeruli waren bei den beiden ersten Kaninchen durchaus farblos, bei dem dritten nach zwanzig Minuten getödteten dagegen gebläut und die Kerne der Capillaren mehr oder weniger intensiv tingirt. Während die gewundenen Kanäle in der unmittelbaren Umgebung der Malpighi'schen Kapseln in den beiden ersten Fällen intensiv gebläut erschienen, zeigten sich dieselben im dritten Fall bei deutlicher Färbung der Capillarkerne entweder farblos oder bei leichter Blaufärbung des Epithels eine nur wenig ausgesprochene Retention des Indigsalzes in den Kernen. Im Allgemeinen ist das die Kapseln umschliessende Convolut gewundener Harnkanälchen in seinem Epithel wenig gefärbt, während zuweilen sogar reichlich ausgeschiedener Farbstoff im Lumen anzutreffen ist. Im Uebrigen bietet das Labyrinth keine wesentlich verschiedene Erscheinung von derjenigen in den beiden ersten Fällen.

Was ich sonst über die Vorgänge der Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons in den übrigen Abschnitten der Harnkanälchen mitzuthellen habe, ist für alle drei Versuche gültig. Die absteigenden Schenkel der Schleifen, deren Epithel ungefärbt ist, enthalten meist gelösten Farbstoff; das niedrige Stäbchenepithel der aufsteigenden Schenkel ist häufig gebläut und zeigt Kernfärbung; auch enthält das Lumen zuweilen ausgeschiedenes Pigment.

In den unmittelbar unter der Kapsel gelegenen Schaltstücken sind die Zellen und ihre Kerne viel stärker gebläut, als dies bei den Labyrinthkanälen der Fall ist. Das Epithel der geraden Harnkanälchen und zwar sowohl dasjenige der peripherischen Abschnitte, sowie dasjenige der in die Kelche mündenden ist farblos, während sich in der Lichtung derselben Indigcarmin in lang abgerissenen Cylindern findet.

In wie weit meine Versuchsergebnisse mit denjenigen Heidenhain's übereinstimmen, bedarf keiner ausführlicheren Erörterung. Ich kann mich vielmehr damit begnügen, auf zwei Punkte hinzuweisen. Ich meine erstens die zwischen den Epithelien erfolgende Abscheidung und zweitens die Färbung der Glomeruli und der Kerne der Capillargefässe in jenen Fällen, in denen zwischen der Beendigung der Infusion und dem Tode eine längere Zeit verstrichen war. Um insbesondere über den letzteren Gegenstand weitere Aufklärung zu erhalten, stellte ich noch eine Reihe von Versuchen an Hunden an. Es wurden kleineren Thieren 500 Ccm., grösseren bis

zu 1500 Ccm. einer 0,4procentigen Lösung des indigschwefelsauren Natrons innerhalb 50 Minuten infundirt, im Uebrigen nach den oben erwähnten Methoden bezüglich der Conservirung der Präparate und der Herstellung der mikroskopischen Objecte verfahren. Während die gewundenen Harnkanälchen, die Schleifen und geraden Kanäle bezüglich der Abscheidung des Farbstoffes dasselbe Verhalten darboten, wie die entsprechenden Abschnitte der Kaninchenurieren, ergaben sich an den Glomerulis und Malpighi'schen Kapseln Befunde, die einer eingehenderen Beschreibung bedürfen.

Die Glomeruli mancher Malpighi'schen Körper waren ganz farblos. In diesen Fällen erschien das Kapselepithel ungefärbt und lag der Kapsel an oder aber es war in Form einer gefalteten Membran abgehoben, in welcher Zellen mit mehr oder weniger Deutlichkeit sich wahrnehmen liessen. Andere Glomeruli fand ich diffus gebläut und nicht selten zwischen den Schlingen intensiv blau gefärbte spindelförmige oder dreieckige Gebilde. Wiederum andere nur mässig gebläute Glomeruli waren von einem Kreis hellblauer Zellen umgeben. Lagen diese der Kapsel dicht an, so erschienen sie schmal, länglich und liessen keinen deutlichen Kern erkennen; hatten sie sich dagegen etwas von der Kapsel entfernt, so stellten sie sich als ovale Zellen mit grossen runden Kernen dar. Die letzteren waren dunkelblau, die ersteren heller gefärbt. Dieser Kreis an einander gereihter Zellen stand in continuirlichem Zusammenhang mit dem entweder normal gelagerten oder mehr oder weniger in den Kapselraum vorgeschobenen Epithel des entsprechenden gewundenen Harnkanälchens. Am häufigsten traf man innerhalb der Kapseln halbmondförmige Figuren, welche aus einer stark gekörnten protoplasmatischen Masse bestanden, in der eine Anzahl blauer Kerne eingebettet war. Hätte man Gelegenheit die Malpighi'schen Kapseln im Zusammenhang mit den entsprechenden Harnkanälchen zu sehen, so konnte man nachweisen, dass die Ausläufer dieser Halbmonde an der Ursprungsstelle des Harnkanales gelegen waren und mit dessen Epithelbelag unmittelbar zusammenhingen. Ausserdem lagen noch im Kapselraum kleinste Partikelchen von Indigcarmin entweder eingebettet in der Substanz der Halbmonde oder zwischen dem Glomerulus und Kapselepithel eingestreut. Die Harnkanälchen, welche diesen Malpighi'schen Kapseln entsprachen, zeigten eine Bläuung des Epithels und der Kerne, bisweilen auch krystallinisches Indig-

carmin innerhalb der Lumina. An der Uebergangsstelle des Harnkanälchens in die Kapsel, sowie in einiger Entfernung von dieser war das Stäbchenepithel intact und seine Structur gut kenntlich. Die Epithelzellen mit ihren dunklen Kernen zeigten keinerlei Läsionen oder Zerfallserscheinungen. Höchstens war das Epithel des Halses in toto nach der Kapsel zu vorgeschoben, ohne dass dabei ein Defect in der Continuität des Zellbelages nachgewiesen werden konnte.

Die Deutung der eben geschilderten Befunde ist keine ganz leichte. Es handelt sich hauptsächlich um Beantwortung der Frage, ob innerhalb der Malpighi'schen Kapseln Farbstoffabscheidungen zu Stande kommen oder ob alle jene Gebilde, welche eben beschrieben wurden, die dreieckigen zwischen den Schlingen des Glomerulus gelegenen Körper, die Zellen mit blau gefärbten Kernen, die halbmondförmigen Figuren, die der Kapsel anliegenden Zellreihen, die zwischen diesen und den Glomerulis befindlichen Farbstoffpartikel aus den gewundenen Harnkanälchen stammen und von ihnen aus in die Kapseln gelangt sind.

Heidenhain macht auf eine durch Alkoholbehandlung der Niere hervorgerufene Täuschungsquelle besonders aufmerksam, indem er sagt: „es geschieht leicht, dass aus dem Anfang der gewundenen Kanälchen, wenn diese unter den Druck der durch die Gefässe getriebenen und theilweise in die Lymphräume transsudirten Flüssigkeit gerathen oder wenn sie in Folge der durch den Alkohol bewirkten schnellen Wasserentziehung schrumpfen, Epithelzellen in die Kapseln hineingetrieben werden, welche sich von dem engen Ansatz des Kanales aus zwischen der Kapselwand und der Oberfläche des Gefässknäuels mehr oder weniger weit verbreiten.“

Dass solche Ablösungen vorkommen ist nicht zu bezweifeln und ich war zunächst zu der Annahme geneigt, dass die oben beschriebenen Halbmonde solchen Vorgängen ausschliesslich ihre Entstehung verdanken. Zweifelhaft wurde ich an der Richtigkeit einer solchen Deutung durch den Befund jener Formen, bei deren Fortsetzung in die Kanäle weder im Anfangstheil noch im weiteren Verlauf dieser eine Ablösung des Epithels sich erkennen liess. Dazu kommt, dass die Form der Zellen eine ganz andere ist, wie die der Epithelien der Harnkanälchen, vielmehr übereinstimmt mit derjenigen der Kapselepithelien. Die Vermuthung, dass die Halbmonde durch

Ablösung der letzteren zu Stande kommen, scheint mir in Anbetracht dessen mehr Wahrscheinlichkeit zu haben. Dafür spricht auch das Fehlen des Kapselepithels in allen jenen Fällen, in welchen solche Halbmonde vorhanden sind. Bedeutungsvoller dünkt mir noch in dieser Beziehung der Befund von Zellreihen, welche der Kapsel aufsitzen und bezüglich ihrer Lagerung sowie ihres ganzen Verhaltens mit dem Kapselepithel übereinstimmen. In diesen Fällen scheint mir in Anbetracht der Form und Anordnung der Zellen die Annahme, dass sie aus den Harnkanälchen stammen, nicht zutreffend. Die Richtigkeit dieser Anschauung vorausgesetzt bliebe dann kaum eine andere Deutung möglich als die, dass es zu einer Abscheidung des Farbstoffes im Kapselepithel gekommen sei, das sich aber, wie oben erörtert wurde, leicht ablösen und so zur Entstehung der gefärbten Halbmonde Veranlassung geben kann.

Es wurde oben erwähnt, dass zwischen den Schlingen des Glomerulus dunkelblaue spindelförmige und dreieckige Figuren getroffen werden. Dieselben zeigen eine so regelmässige Anordnung, dass ihre Beziehung zu den bindegewebigen Umhüllungen der Gefässschlingen des Glomerulus kaum fraglich ist. Dieselben erinnern an die Abscheidungen, wie sie nach den Beobachtungen Arnold's in den Intercellularräumen zwischen den Endothelien und in den Saftbahnen des Bindegewebes zu Stande kommen.

Die an dem Epithel der Malpighi'schen Kapsel und an den bindegewebigen Umhüllungen des Glomerulus beobachteten Erscheinungen weisen meines Erachtens darauf hin, dass eine Abscheidung des in das Blut infundirten Farbstoffes an diesen Stellen erfolgen kann. Allerdings scheint die Erfüllung zweier Bedingungen erforderlich, erstens dass grössere Mengen des Farbstoffes infundirt werden und zweitens, dass zwischen der beendeten Infusion und dem Tode des Versuchstieres kein zu kurzer Termin verstreiche.

Bezüglich der zwischen den Epithelien der gewundenen Harnkanäle erfolgenden Abscheidung wie sie im Anfang des Vorganges in Form feiner zwischen den Zellen gelegener Punkte, im weiteren Verlauf in der Art netzförmiger blauer Linien sich darstellt, sei hier nur bemerkt, dass sie bekannte Erscheinungen sind.

Es darf in dieser Beziehung auf die Untersuchungen Thoma's und Zeller's verwiesen werden, aus denen hervorgeht, dass auch an anderen Drüsen zwischen den Zellen solche Abscheidungen sich

vollziehen. Es schien mir aber doch wünschenswerth, das Verhalten der Nierenepithelien auch anderen Farbstoffen gegenüber daraufhin zu prüfen. Ich wählte zu diesem Zweck die Carminlösung, deren sich Chrzonszewski zur physiologischen Injection der Blutgefässe bedient hatte. Da bei der Ueberleitung der von Chrzonszewski angegebenen Solution in's Blut die Thiere sehr rasch zu Grunde gingen, so fertigte ich eine andere Mischung (Carmin Gr. 5, Liquor ammonii caustici 25 Tropfen und Wasser 100 Ccm.) an, liess dieselbe so lange offen stehen bis das überschüssige Ammoniak verdunstet war und infundirte dieselbe nach der oben angegebenen Methode und zwar Kaninchen 20—25 Ccm., Hunden 100 Ccm. innerhalb 4—15 Minuten. Drei bis zehn Minuten nach beendeter Infusion wurden die Thiere getödtet und die Nieren mit Alkohol ausgespritzt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Nieren zeigten sich die Schlingen der Glomeruli mit gelöstem Carmin erfüllt, die Capillarkerne schwach roth gefärbt; körnige Abscheidungen waren innerhalb der Kapseln nicht zu Stande gekommen. Dagegen fanden sich solche in und zwischen den Epithelien der gewundenen Harnkanäle sowie im Lumen derselben. Die intercellulären Abscheidungen stellten sich zum Theil in Form kleiner rother Punkte oder eckiger Figuren dar, welche an den Stellen gelegen waren, an welchen mehrere Epithelien zusammenstiessen. Zum Theil erschienen sie in der Art rother zwischen den Zellen gelegener Linien, die sich vereinigten und so zusammenhängende Netze rother Fäden bildeten. Die in den Zellen selbst gelegenen Farbstoffkörner nahmen immer die Kuppen derselben ein und waren bald nur in vereinzelter Weise, bald in so grosser Zahl vorhanden, dass diese Abschnitte der Zellen als rothe körnige Massen sich darstellten<sup>1)</sup>.

Auch in den aufsteigenden Schenkeln der Schleifen habe ich wiederholt solche „Kittleistenzeichnungen“ gefunden, während in den

<sup>1)</sup> Bezüglich dieser Abscheidungen von körnigem Carmin in den Kuppen der Zellen ist zu erwähnen, dass dieselben nicht nur bei solchen Infusionen in's Blut, sondern, wie mir Herr Prof. Arnold mittheilte, auch bei Injectionen neutraler Carminlösungen in die Lymphsäcke der Frösche zu erreichen sind. Auch unter diesen Bedingungen findet man die Kuppen von rothen Körnern durchsetzt und zwar an Zellen, welche in anderen Partien weder eine diffuse Färbung noch eine Ablagerung von körnigen Farbstoffen erkennen lassen.



absteigenden Abschnitten hauptsächlich die Lumina mit dem Farbstoff erfüllt waren, ebenso Sammel- und Ausflussröhren der geraden Harnkanälchen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass das in gelöster Form in das Blut infundirte Carmin in und zwischen den Zellen der gewundenen Kanäle in körniger Form abgeschieden wird. Dass körnige Abscheidungen innerhalb der Malpighi'schen Kapseln nicht beobachtet wurden, findet wohl dadurch seine Erklärung, dass die Einfuhr grösserer Mengen dieses Farbstoffes in das Blut der Versuchsthiere nicht ausführbar ist.

## II. Infusionsversuche mit gleichzeitiger Unterbindung eines Astes der Nierenarterie.

Dass in den letzten Verzweigungen der Nierenarterie keine Anastomosen arteriellen Charakters eingeschaltet sind, dass die Nierenarterie also in diesem Sinne „Endarterie“ ist, wird als feststehende Thatsache angenommen. Fraglich ist es dagegen, ob die Bahnen und Verzweigungen der Nierenarterie auch in dem Sinne abgeschlossen gedacht werden dürfen, dass eine Zufuhr arteriellen Blutes von keiner anderen Seite stattfinde.

Da wir nun in den Vorgängen der Indigabscheidung durch die Nieren eine treffliche Methode besitzen, um uns eine Anschauung über circulatorische und functionelle Prozesse in denselben zu verschaffen, so lag es nahe zu prüfen, wie sich Abschnitte der Niere verhalten, denen durch Ligation des entsprechenden Astes der Nierenarterie die Zufuhr arteriellen Blutes von dieser Seite abgeschnitten war; ausserdem durfte aber ein Aufschluss darüber erwartet werden, ob die Gebiete der Verzweigung des unterbundenen Arterienastes und der aufgehobenen Abscheidung des Indigcarmins sich decken oder ob es in dem unterbundenen Abschnitt Stellen giebt, in denen eine Abscheidung sich vollzieht.

Die Unterbindungen eines Nierenarterienastes wurden bei Hunden und Kaninchen und zwar vom Rücken her vorgenommen. Ich führte den Schnitt am äusseren Rande des Musculus sacrolumbalis rechts unmittelbar, links  $1\frac{1}{2}$  Querfinger unterhalb des Rippenbogens beginnend bei den Hunden 3—4, bei den Kaninchen 1— $1\frac{1}{2}$  Zoll nach unten. Nach schichtenweiser Durchtrennung der Muskeln und Fascien gelangt man unmittelbar auf die Niere. Dieselbe ist bei

Kaninchen leicht verschieblich und herauszustülpen, bei Hunden muss man mit 2 Fingern eingehen und die Niere beweglich machen, um sie nach aussen dislociren zu können. Die Auffindung der Arterie und die Ausführung der Umschnürung eines Astes sind nicht schwierig. Hierauf reponirt man die Niere und vereinigt die Wundränder durch tiefe und oberflächliche Nähte. Die ganze Operation, sowie den Verschluss der Wunde habe ich unter antiseptischen Cautelen ausgeführt. Keines der 19 Versuchsthiere ist der Operation unterlegen. Die Wunden heilten per primam; in keinem Falle habe ich Entzündungen des Peritonäum beobachtet.

In der einen Reihe der Versuche nahm ich gleich nach der Unterbindung, in einer zweiten 1—15 Tage später eine Infusion von indigschwefelsaurem Natron in die Vena jugularis interna vor. Bezüglich der Methoden der Infusion, der Menge des infundirten Farbstoffes und der Zeitdauer, welche zwischen der beendeten Infusion und der Tödtung des Thieres verstrich, gelten die im ersten Abschnitt gemachten Angaben.

Zunächst will ich über die Befunde bei denjenigen Thieren berichten, die sofort nach der Unterbindung getödtet wurden. Der Abschnitt der Niere, dessen Arterienast unterbunden ist, ändert fast unmittelbar nach der Ligation seine Farbe; er wird heller. Noch auffallender sind die Farbenunterschiede nach der Infusion. Während der Nierenabschnitt, dessen Arterie durchgängig ist, an der Oberfläche intensiv blau gefärbt ist, erscheint der andere entweder hellbraun ohne jegliche blaue Färbung oder schwach blau tingirt. Beide Abschnitte setzen sich ziemlich scharf gegen einander ab; die Begrenzung wird dargestellt durch eine dunkle blaue Linie, die in der Richtung gegen den kranken Theil in eine blassblaue Zone übergeht. Auch auf dem Durchschnitt ist die Begrenzung leicht kenntlich; entsprechend dem Mark verläuft die Grenzlinie parallel mit den geraden Harnkanälchen, in der Rinde dagegen nur in der Mitte der Niere gerade, gegen die Enden aber gebogen. In dem Abschnitt mit unterbundenem Arterienast sind in der braunen Rinde kleine rothe Punkte und Striche nachweisbar, welche mit Blut erfüllten Glomerulis und Vasis afferentibus entsprechen, die Markstrahlen heben sich von ihrer Umgebung nicht deutlich ab. Grenzschichte und Pyramide erscheinen diffus rothbraun, erstere um eine Schattirung dunkler als die letztere. Die grösseren Gefässe enthalten

Blut und sind in ihren Wandungen blau gefärbt. Ausserdem trifft man zuweilen vereinzelte blaue Stellen von bald kleinerem bald grösserem Umfang. — Wesentlich verschieden ist das Bild an dem Nierenabschnitt mit durchgängiger Arterie. Derselbe ist im Allgemeinen intensiv und gleichmässig blau gefärbt. Die Grenzschichte zeigt eine mehr hellblaue, die Papille eine dunkelblaue Tingirung mit allmählich abnehmender Farbenintensität in der Richtung gegen die Papillenspitze.

Es lehrt uns somit schon die makroskopische Betrachtung solcher Nieren, dass in dem Abschnitt mit unterbundener Arterie eine Abscheidung von Indigcarmin im Ganzen genommen nicht stattfindet, dass die Begrenzung beider Abschnitte eine ziemlich scharfe, aber doch durch eine blassblaue Uebergangszone vermittelte ist und dass endlich in manchen Fällen in dem Abschnitt mit unterbundener Arterie Stellen sich finden, an denen es zur Abscheidung von Farbstoff gekommen ist. Relativ am häufigsten war eine solche Erscheinung in der Rinde und zwar in den peripherischen Partien derselben, seltener in der Grenzschichte. Die Erklärung derselben liegt sehr nahe. Es waren dies offenbar diejenigen Versuche, in denen die zur Kapsel und vom Hilus aus eintretenden collateralen Arterienzweige erhalten waren, so dass durch sie Indigcarmin enthaltendes Blut zugeleitet werden konnte, während bei den Experimenten, in denen diese Gefässe abgelöst oder sonst wie ausgeschaltet waren, eine solche Zufuhr nicht zu Stande kam.

Bezüglich des mikroskopischen Befundes in den beiden Nierenabschnitten will ich erwähnen, dass in der Nierenhälfte mit durchgängiger Arterie gebläute Glomeruli, Färbung des Kapselepthels, Abscheidung krystallinischen Farbstoffes in den Lichtungen der gewundenen Harnkanäle, Schaltstücke und Sammelröhren nebst Färbung der Epithelien und ihrer Kerne vorhanden war, dass also die Befunde im Wesentlichen dieselben gewesen sind, wie sie im ersten Abschnitt geschildert wurden. In dem der Uebergangszone entsprechenden Streifen war die Tingirung aller der genannten Gebilde eine lichtere, die Menge des abgeschiedenen Pigmentes eine geringere. Ein ähnliches Verhalten zeigten die blauen Gewebsinseln in dem Nierenabschnitt mit unterbundener Arterie. Sonst waren in diesem die Glomeruli und Vasa afferentia mit Blut gefüllt, die Gefässe des Markes dagegen blutleer. An den Epithelien der Harn-

kanäle der verschiedenen Bezirke konnten gröbere Veränderungen nicht nachgewiesen werden.

Aus der eben berichteten Versuchsreihe darf wohl gefolgert werden, dass nach Unterbindung eines Astes der Nierenarterie die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons in dem betreffenden Gewebsabschnitt hochgradig reducirt, aber doch nicht ganz aufgehoben ist, wenn die collateralen von der Nierenkapsel und dem Hilus aus zutretenden arteriellen Gefässe erhalten sind. Erst nach Ausschaltung dieser ist die Behinderung der Abscheidung eine den Nierenabschnitt mit unterbundener Arterie gleichmässig betreffende. Dass an der Grenze zwischen beiden Abschnitten eine Abscheidung innerhalb des letzteren statt hat, ist mir wahrscheinlich, die lichtblaue Färbung der Uebergangszone kann in diesem Sinne gedeutet werden. Die Annahme, dass der lichtblaue Saum dem Nierenabschnitt mit durchgängiger Arterie zugehöre und dass an der Grenze die Abscheidung herabgesetzt sei, dünkt mir weniger entsprechend; die an dieser Stelle in späterer Zeit sich vollziehenden Kreislauferscheinungen wären bei einer solchen nicht recht verständlich.

Eine andere Versuchsreihe, bei der ich den Thieren nach Unterbindung eines Nierenarterienastes neutrale Carminlösungen in das Blut infundirte, führte im Wesentlichen zu denselben Ergebnissen.

Verwerthen wir diese Erfahrungen für die Lehre von den Kreislaufverhältnissen in Nieren mit unterbundenem Arterienaste, so würde sich aus denselben der Satz ableiten lassen, dass eine vollständige Behinderung der arteriellen Blutzufuhr nach der Unterbindung nur dann zu erwarten ist, wenn auch die von der Nierenkapsel und dem Hilus aus zutretenden Gefässzweige arteriellen Charakters ausgeschaltet sind. Ferner wird wenigstens als wahrscheinlich ausgesprochen werden dürfen, dass an der Grenze des Nierenabschnittes mit unterbundener Arterie von den benachbarten Capillarbezirken aus eine gewisse Blutzufuhr eingeleitet wird. Diese collaterale Blutzufuhr wird allerdings bei grosser Ausdehnung des unterbundenen Gefässgebietes eine im Verhältniss sehr beschränkte, bei geringerem Umfange desselben aber eine werthvollere in dem Sinne sein, dass durch sie eine collaterale Speisung ermöglicht wird.

Ob und inwieweit diese Anschauungen den Thatsachen entsprechen, ergibt sich wohl am besten aus den Ergebnissen einer grösseren Zahl von Versuchen, bei welchen zwischen der Unterbin-

dung und dem Tod der Thiere eine längere Frist von 1—15 Tagen abgelaufen war. Es wurden zu denselben hauptsächlich Kaninchen verwendet, welche nach der oben mitgetheilten Methode operirt worden waren und denen vor der Tödtung durch Verbluten 50 Ccm. einer 0,4procentigen Lösung von Indigcarmin innerhalb 7 Minuten infundirt wurden.

Bei Thieren, welche 24 Stunden nach ausgeführter Unterbindung des Nierenarterienastes getödtet worden waren, zeigten nur die Grenzbezirke der beiden Nierenabschnitte ein anderes Verhalten als unmittelbar nach der Ligation. Es lagen zwischen denselben zwei Streifen von 1—1,5 Cm. Breite. An den normalen Nierenabschnitt grenzte ein blassblauer Saum, an den sich mit mehr oder weniger verwaschenen Grenzen ein braunrother Streifen anschloss. Bei der mikroskopischen Untersuchung erschienen die an diesen Stellen gelegenen Glomeruli, Vasa afferentia, insbesondere aber die Arteriolae rectae descendentes stark mit Blut gefüllt. In den intercanaliculären Räumen der Rinde war entsprechend den beiden Säumen eine geringe zellige Infiltration vorhanden, während in dem Marke starke Blutfülle vorherrschte. Auch einzelne Glomeruli und Gefäßbezirke des Nierenabschnittes mit unterbundener Arterie zeigten stärkeren Blutgehalt, das Gewebe bläuliche Färbung und mässige Abscheidung von Indigcarmin. Im Allgemeinen waren daselbst die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen stark getrübt, von der Basalmembran abgehoben, dasjenige der geraden nur stellenweise eingerissen, das Mark diffus mit Blutfarbstoff imbibirt.

Am zweiten und dritten Tage war das Aussehen solcher Nieren im Wesentlichen ein ähnliches; nur erschien die Hälfte mit abgebundener Arterie blässer und welker. Während der hellblaue Saum dieselben Verhältnisse darbot, hatte die Breite der braunrothen Zone zugenommen. Die in dem Saume gelegenen Glomeruli waren noch stärker mit Blut erfüllt. Die Hyperämie des Markes erstreckte sich in die gebläute Nierenpartie hinein. Innerhalb des unterbundenen Abschnittes war ein zunehmender Zerfall der Epithelien nachweisbar. Erwähnen will ich noch, dass am Rindentheile eine von der Kapsel nach innen fortschreitende zellige Infiltration vorhanden war.

Bei der makroskopischen Betrachtung der Nieren am vierten und fünften Tage nach der Unterbindung fiel zunächst auf, dass die früher stark geröthete Zone etwas abzublassen begann, während in

der unmittelbar an das normale Gebiet angrenzenden Partie eine stärkere Röthe auftrat. Auswanderung war an dieser Stelle gleichfalls vorhanden, in der Rindenschichte hatte sie zugenommen. Die im Nierenabschnitt mit unterbundener Arterie gelegenen Harnkanälchen enthielten stellenweise kleine Partikelchen und amorphe Conglomerate, die sich bei der Untersuchung als Kalksalze herausstellten. Die Epithelien befanden sich in einem vorgeschrittenen Zustande regressiver Metamorphose, waren abgelöst, zertrümmert und körnig zerfallen. An anderen Stellen waren die Epithelien der gewundenen Kanäle noch leidlich erhalten, desgleichen meistens in den geraden.

In den folgenden Tagen nahm die Blutfülle des an den gesunden Theil angrenzenden Gewebsbezirkes zu, diejenige des an den kranken stossenden ab. So erklärt es sich, dass bei Nieren, die 10—14 Tage nach der Unterbindung untersucht wurden, das Bild ein etwas verändertes war. Die Nierenkapsel liess sich entsprechend dem normalen Theil leicht abziehen, während bei dem Versuch den Ueberzug von dem pathologischen Abschnitt abzulösen, Fetzen des Parenchyms an derselben haften blieben. Der erstere bot normale Verhältnisse bezüglich Consistenz, Farbe und Abscheidung des Farbstoffes dar; der letztere dagegen war geschrumpft, matsch, von bröcklicher Consistenz und kreidig weissem cadaverösem Aussehen. Von der Oberfläche betrachtet wurde die gesunde von der kranken Hälfte zunächst von einem röthlichblauen Saum abgegrenzt, an den sich ein hellblau gefärbter anschloss. Das Gewebe der letzteren war im Rindentheil eigenthümlich grauweiss gefärbt, das Mark hatte eine hellgrüne Farbe angenommen. An der Uebergangsstelle fand sich bei der mikroskopischen Untersuchung eine starke zellige Infiltration, welche in den nicht secernirenden Theil sich fortsetzte. Die dem Grenzbezirk zunächstliegenden Harnkanälchen waren in Folge reichlicher Kalkablagerung erweitert, ebenso diejenigen des Markes.

Nachdem oben bereits die Kreislaufverhältnisse erörtert worden sind, wie sie in den Nierenabschnitten, deren Arterienäste unterbunden worden sind, bestehen, erübrigen an dieser Stelle nur noch einige Bemerkungen über die später in den Geweben sich vollziehenden Veränderungen. Dass es sich dabei im Grossen und Ganzen um einen Vorgang der partiellen Nekrose handelt, darüber

kann in Anbetracht der geschilderten Befunde, der eigenthümlichen Veränderungen der Epithelien, der Kalkablagerung und schliesslichen Vertrocknung des Gewebes kein Zweifel bestehen. Eine Ausnahme davon machen die Grenzschichten, in denen eine stärkere Blutfülle und zellige Infiltration sich einstellt, so dass schliesslich der abgestorbene und gesunde Theil durch eine Zone entzündeten Gewebes, in dem es später zur Bindegewebsneubildung kommt, getrennt sind.

Es wurde oben nachgewiesen, dass nach Unterbindung eines Astes dem betreffenden Gewebsgebiet durch collaterale Arterienzweige Blut zugeführt werden kann und man hat vielleicht erwartet, dass es auf diesem Wege zu einer blutigen Anschoppung beziehungsweise zur Bildung eines hämorrhagischen Infarctes kommen werde; denn dass die Zufuhr zur Herstellung eines collateralen Kreislaufes ausreiche, konnte in Anbetracht der Ausdehnung des unterbundenen Gefässgebietes nicht vorausgesetzt werden. Dass eine Blutzufuhr statt hatte, geht aus den Zuständen der Blutfülle der Glomeruli und Vasa afferentia in dem verlegten Nierengebiet unzweifelhaft hervor; sie war aber offenbar nicht genügend, um die Bildung eines hämorrhagischen Infarctes zu ermöglichen. In anderer Weise mag sich die Sache aber in jenen Fällen gestalten, in denen ein kleineres Gefässgebiet verlegt ist. Unter solchen Verhältnissen kommt es wahrscheinlich zu solchen Veränderungen; während wohl bei sehr geringer Ausdehnung und bestimmter Localisation der behinderten Zufuhr von der Nierenarterie aus durch die von der Kapsel und vom Hilus aus eintretenden arteriellen Gefässe ein collateraler Kreislauf hergestellt werden kann.

---

### **Bemerkungen zu den Mittheilungen des Herrn Dr. Pautynski.**

Von Prof. Dr. Julius Arnold in Heidelberg.

---

Die Untersuchungen, über welche in den obigen Zeilen berichtet ist, sind im Frühjahr und Sommer 1879 ausgeführt worden. Die Veranlassung zu denselben sind die Resultate gewesen, welche Küttner bei den im hiesigen pathologischen Institut über die Kreislaufsverhältnisse der Lunge angestellten Versuchen erhalten hat. Dieselben führten zu dem Ergebniss, dass bei Verschluss