

DIE STRUKTUR DES PROTOPLASMAS IN DEN EPITHELZELLEN DER NIERENKANÄLCHEN.

Taf. IX - X.

Zur Darlegung der Protoplasmastruktur wählte ich u. a. auch mit einer gewissen Vorliebe das Studium der Nierenepithelien aus, weil man ja seit lange erkannt hat, dass in diesen Zellen schon im »lebenden«, resp. im ganz frischen Zustande eine bestimmte Struktur sichtbar ist.

Da ich also nun diese Frage vom feineren Bau der Epithelzellen in den Kanälchen der Niere zum Gegenstand der Untersuchung und Besprechung aufnehme, ist es indessen jedenfalls nicht meine Absicht, eine umfassendere Darstellung des Nierenbaues zu geben, sondern nur die Punkte desselben zu berühren, welche für mein vorliegendes Thema besonders erläuternd sind, nämlich die Struktur des eigentlichen Protoplasmas der fraglichen Epithelzellen im allgemeinen; ausserdem werde ich auch das Verhalten ihrer Kerne zu der Ehrlich-Biondilösung kurz besprechen. Hierbei werden zwar diese Verhältnisse bei einigen besonders ausgewählten Repräsentanten der verschiedenen Wirbeltierklassen besprochen, aber dies nur in aller Kürze. Hier gilt es nämlich nur zu untersuchen, in wie weit die Struktur der Nierenzellen in der Tat für das Protoplasmaproblem im allgemeinen einige Aufschlüsse liefern kann.

Bei dieser Begrenzung des zu behandelnden Gegenstandes ist es ja auch natürlich, dass ich die betreffende umfangreiche Literatur nur zum Teil berühren kann, während sonst auf die schon von anderen Autoren gegebenen historischen Übersichten verwiesen wird. Ich will also hier nur einige der Hauptpunkte der bisherigen Erforschung der feineren Nierenepithelstruktur hervorheben.

Nachdem durch HENLE dargetan worden war, dass sich die Epithelzellen der einzelnen Teile der Nierenkanälchen verschieden zeigen, indem in den gewundenen und den weiten Schenkeln der von ihm entdeckten Schleifen das Epithel dunkel erscheint und sich körnig erweist, fand SCHWEIGGER-SEIDEL (1865), dass die Dicke des Epithels und die Weite des Lumens bei den gewundenen Kanälchen verschieden ist. Dann zeigte R. HEIDENHAIN (1874), dass das Protoplasma der Epithelzellen dieser Kanälchen in sich Stäbchen eingelagert enthält, und zwar in dem basalen Abschnitt der Zellen. W. KRAUSE (1876) hob hervor, dass in diesen Kanälchen die Epithelzellen zwei Abschnitte darbieten, nämlich einen zentralen helleren, in dem sich der Kern findet, und einen peripheren, basalen, dunkleren, in welchem das Protoplasma in Stäbchen zerfallen erscheint.

Dann entdeckte (1878) M. NUSSBAUM bei Amphibien und Fischen an den Epithelzellen derselben Kanälchen gegen das Lumen einen aus kurzen Härchen bestehenden Saum, den im folgenden Jahre CORNIL auch in der Niere des Menschen fand, wonach von mehreren Forschern gezeigt wurde, dass dieser »Bürstensaum« nicht überall in diesen Kanälchen vorkommt, indem das Vorhandensein desselben von der Höhe der Epithelzellen abhängt und diese schwankt; an den höheren Zellen fehlt er. »Der Bürstensaum scheint«, sagt also LORENZ (1889), »an eine gewisse normale Höhe des Epithels gebunden zu sein, und verschwindet bei Anschwellung des letzteren.« O. VAN DER STRICHT fand (1891) in den sezernierenden Nierenzellen Vakuolen, die im Basalteil gebildet werden und nach dem Kanälchenlumen hin ziehen, um zu grösseren Blasen zusammenzufließen und durch den Bürstensaum in das Lumen auszutreten, wonach sie in demselben sichtbar sind; hierbei geht der Saum teilweise verloren.

In demselben Jahre (1891) erschien eine Abhandlung über die feinere Struktur des Nierenepithels von THOR ROTHSTEIN¹⁾, in welcher dieser Gegenstand in eingehender Weise dargestellt wird. Der Verfasser, welcher damals mein Schüler und Assistent war, eignete auf meine Anweisung, weil ich die körnige Beschaffenheit der HEIDENHAIN'schen Stäbchen wahrgenommen hatte, dem Bau der verschiedenen Epithelformen der Nierenkanälchen ein genaueres Studium. Obwohl leider seine geplante grössere Arbeit nicht herausgegeben wurde, will ich indessen auf diese Abhandlung hier etwas näher eingehen, teils weil sie im ganzen zu wenig bekannt und beachtet worden ist, teils auch weil die in derselben erwähnten Befunde meine eigenen vorliegenden Untersuchungen nahe berühren. ROTHSTEIN hatte Material von folgenden Tieren untersucht: Canis, Felis, Sus, Erinaceus, Lepus, Mus, Rana, Salamandra mac., Triton, Proteus, Homo und, mit besonderem Erfolg, Vespertilionen. Er studierte sowohl frisches als gehärtetes Gewebe. Schon im frischen Zustande bemerkt man, sagt er, dass das Protoplasma der Epithelzellen aus einer grossen Menge Körnchen besteht, welche durch feine Fäden miteinander verbunden sind. Die Schnittpräparate bestätigen diesen Bau. »Bei einer Beschreibung des Epithels müssen«, äussert er, »die verschiedenen Abteilungen der Kanälchen gesondert besprochen werden, denn es existieren in Bezug auf Epithelstructur grosse Ungleichheiten zwischen ihnen.« In den Tubuli contorti, dem spiralförmigen Kanal SCHAKOWA's und dem breiteren Teil der absteigenden HENLE'schen Schleife ist das Epithel gleichartig beschaffen, nur in den letztgenannten in Übereinstimmung mit dem geringeren Durchmesser etwas kleiner, mit Körnern von geringeren Proportionen. Um die Bilder zu verstehen, muss man die Sekretion berücksichtigen, »denn bei der Arbeit und während der Ruhe zeigen die Zellen sehr verschiedenartige Gestalten«. Sowohl auf Längs- als auf Querschnitten zeigen sich die Zellen »in der Ruhe« kuppelförmig; der Kern liegt gewöhnlich mitten zwischen Lumen und Membrana propria. Die Zellgrenzen sind sehr schwer zu verfolgen. An gefärbten Präparaten treten im Protoplasma sehr deutlich Körnchen hervor, welche oft allein die Farbe angenommen haben; mit Anilinblau oder Hämatoxylin-Saffranin kommen aber Fäden zum Vorschein, welche die Körnchen miteinander verbinden. Bei genauer Beobachtung sieht man, dass die Körnchen in Reihen geordnet sind, und besonders in den peripheren Protoplasmaschichten der Zellen tritt diese Anordnung deutlich hervor. Auch Querverbindungen der Fäden kommen vor. An dem dem Lumen zugekehrten Saume der Zellen sah ROTHSTEIN auch eine körnige Beschaffenheit. »Die verschiedenen Phasen der Arbeit und der Ruhe des Nierenkanals üben auf die Form des Lumens einen bedeutenden Einfluss aus. Ein Übersehen dieser Verhältnisse ist die Ursache der wenig übereinstimmenden Beschreibungen des Lumens, welche man in der Litteratur findet«. Die Gestalt und Weite des Lumens wechselt auch im Verhältnis zur Stärke der Sekretion, ja kann oft nur eine enge Spalte darstellen. Der Verfasser schildert dann näher das Epithel in dem Übergang zu der HENLE'schen Schleife, dem Spiralteil und dem Sammelkanal. Das Epithel wird gegen den letzteren niedriger, und die helle Zone nimmt einen immer grösseren Teil der Zelle ein; Zellen, welche denen des Sammelkanals vollständig gleich sind, fangen an aufzutreten. Im obersten Teil der Sammelkanäle sind die Epithelzellen niedrig, gegen die Papille zu erhöht sich dann das Epithel mehr und mehr: Das Epithel der Sammelröhren zeigt bei geeigneter Färbung eine wirkliche Striierung; die Filarmasse ist hier in Form von Kugelfäden vorhanden, welche wie in den gewundenen Tubuli beschaffen sind; sie laufen von der Membrana propria zum Lumen, und zwar besonders in den Seitenpartien der Zellen; im Innern der Zellen finden sich nur sparsame Kugelfäden, welche zum Kerne hinlaufen; der Kern kommt so in einem hellen Raum zu liegen; im obersten Teil der Zellen scheinen die Fäden einander Anastomosen zuzusenden.

Ich habe, wie erwähnt, diese Angaben ROTHSTEIN's hier ausführlicher angeführt, weil sie meines Wissens in der betreffenden Literatur die ersten eingehenderen über die eigentliche Protoplasmastruktur der Nierenzellen sind.

Inzwischen hatte auch DISSE, ohne damals von den Untersuchungen ROTHSTEIN's zu wissen, dem Verhalten der Nierenepithelien während der verschiedenen Sekretionsstadien seine Aufmerksamkeit gewidmet. In einer vorläufigen Mitteilung²⁾ und dann ausführlicher in einer im Jahre 1892 veröffentlichten Abhandlung³⁾ legte er seine Ergebnisse nieder, aus welcher letzteren hier folgendes angeführt sein mag. Die Befunde sind nach ihm an den Nieren der verschiedenen Säuger absolut die gleichen. In den verschiedenen Partien der Kanälchen sind aber die Epithelzellen verschieden, und in den besonders sezernierenden gewundenen Kanälchen und den breiten Teilen der HENLE'schen Schlingen sind sie im wechselnden physiologischen Zustande verschieden. Man trifft also in den

¹⁾ THOR ROTHSTEIN, *Zur Kenntniss des Nierenepithels*. (Vorläufige Mittheilung.) Biologiska Föreningens förhandlingar. Verhandlungen des Biologischen Vereins in Stockholm Band IV. 1890—1891, 8. Sammanträdet d. 8 februari 1891. S. 53. Mit Taf. I.

²⁾ J. DISSE, *Ueber die Veränderungen der Epithelien in der Niere bei der Harnsecretion*. Nachrichten d. Königl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen v. J. 1892.

³⁾ J. DISSE, *Über die Veränderungen der Nierenepithelien bei der Sekretion*. Anatom. Hefte, herausgeg. von MERKEL und BONNET, 1892 (I. Abteil., H. V.).

gewundenen Kanälchen: 1) solche mit weitem, zylindrischem Lumen und niedrigem, dem oben erwähnten zuerst von M. NUSSBAUM 1878 bei Amphibien und Fischen entdeckten wimpernden Epithel entsprechenden, dann auch von CORNIL beim Menschen nachgewiesenen Bürstensaum. Diese Epithelzellen grenzen sich gegeneinander nicht deutlich ab. Ferner trifft man 2) Kanäle mit engerem, aber noch annähernd zylindrischem Lumen und kegelförmigem Epithel; diese Zellen zeigen Andeutung von Grenzen, besitzen keinen Bürstensaum mehr und lassen hellere Partien, oft helle Höfe, um die Kerne erkennen, der Zelleib erscheint körnig, das basale Ende weist keine Stäbchenstruktur auf. Dann kommen 3) Kanäle vor, die ein enges, unregelmässiges Lumen haben und ein Epithel aus hohen, prismatischen oder kegelförmigen, gut abgegrenzten Zellen ohne Bürstensaum, mit dunkeln basalen und hellem zentralen Abschnitt darbieten. Und schliesslich finden sich Kanäle ohne Lumen mit hohem, kegelförmigem, gut abgegrenztem Epithel, dessen heller zentraler und dunkler basaler Abschnitt scharf gesondert sind; im zentralen Abschnitt liegt der Kern, das Protoplasma des basalen ist in Stäbchen zerfallen. Von diesen vier Arten von Kanälchen sind die ersten zwei nicht häufig; besonders selten sind die der zweiten Art. »Dass wir es nicht mit dauernd verschiedenen Arten von Epithelien zu thun haben, sondern mit verschiedenen Zuständen einer und derselben Zellenform«, lehrt die Beobachtung. »Die eine Form geht normalerweise in die andere über.« Die Verschiedenheiten der Zellen sind durch die Sekretion hervorgerufen, entsprechen verschiedenen Phasen der Tätigkeit.

En ist ROTHSTEIN'S und dann besonders DISSE'S Verdienst, das Verhalten der Nierenepithelzellen während der verschiedenen Stadien der Sekretion und Exkretion zuerst eingehender verfolgt und beschrieben zu haben. DISSE betont hierbei auch mit Recht, dass ROTHSTEIN'S Ausdruck »Ruhe« dieser Zellen nicht eigentlich adäquat ist, er fasst dieselbe aber, wie es gewiss gemeint ist, als die Phasen, in denen die Zellen das Sekret bereiten und sich mit demselben füllen, auf, wonach das Stadium der Exkretion eintritt. Was den Kern der Zellen betrifft, zeigte DISSE, dass derselbe seine Form nicht ändert, während das Sekret sich in der Zelle ansammelt; er bleibt immer kugelig; er ändert aber innerhalb der sich anfüllenden Zelle seine Lage mit samt dem Sekret, das sich um ihn angesammelt hat; er nähert sich der freien Fläche, bleibt bis zum Austritt des Sekrets dort liegen und tritt dann in den basalen Abschnitt des Zellprotoplasmas zurück. Die sezernierende Zelle der Säugetiere geht nicht zu Grunde, wenn sie das Sekret entleert hat, sondern sie beginnt ihre Tätigkeit von neuem. Am Schluss der Entleerung tritt der Bürstensaum wieder auf. In der Niere erwachsener Tiere findet man auch höchst selten Kernteilungsfiguren, wohl aber bei jungen Tieren, deren Nierenkanälchen noch in die Länge wachsen. Eine »Stäbchenstruktur« kommt nach DISSE dem Protoplasma der Epithelzellen in den Rindenkanälchen nicht dauernd zu, sondern nur vorübergehend, wenn sie ganz mit Sekret gefüllt sind. Es sind dann aber die scheinbaren Stäbchen Reihen von Körnern, die durch helle Zwischenräume getrennt werden, und den Eindruck selbständiger Bildungen machen können. »Die Filarmasse des Protoplasmas der Epithelzellen in der Niere«, sagt DISSE, »besteht wie ROTHSTEIN nachweist, aus einander parallel laufenden Fäden, die von der Basis der Zelle zur freien Fläche ziehen und durch spärliche Querfäden verbunden sind. In diese Fäden sind Körner eingelagert, die sich einander nähern und voneinander entfernen können, so dass der Anblick der Zellen ein wechselndes Bild gewährt, und die Körner bald zerstreut, bald zu Reihen geordnet auftreten.« Der Bürstensaum kommt den Epithelzellen der Rindenkanälchen nicht fortwährend zu, sondern ist nur an den leeren Zellen entwickelt; er verschwindet, wenn die Zellen sich anfüllen, und wird durch eine scharfe Grenzkontur ersetzt, der bei praller Füllung am deutlichsten hervortritt »Man bekommt den Eindruck«, sagt DISSE, »als ob die Härchen zottenartige Verlängerungen einer homogenen Aussenschicht des Protoplasma seien, die bei Dehnung der Zelle und Vergrösserung des Volumens sich ausgleichen.« Das Verhalten des Bürstensaumes lässt sich indessen noch nur durch Hypothesen erklären.

SAUER¹⁾, der die Befunde DISSE'S zu prüfen suchte, kam zu dem Schluss, dass die Veränderungen an den Zellen der gewundenen Kanälchen während der Harnabsonderung nur an dem Lumen derselben beobachtet worden sind. »Durch meine Thierversuche«, sagt er, »war ich besonders in der Lage, der funktionellen Bedeutung des Bürstenbesatzes Aufmerksamkeit zu schenken. Meine Beobachtungen gehen dahin, dass er normaler Weise immer vorhanden und den Phasen der Sekretion nicht unterworfen ist. Er ist keine intermittirende Erscheinung, sondern ein histologischer Bestandtheil der Zelle.« Das stellenweise Fehlen des Bürstenbesatzes in den Präparaten von NICOLAS möchte er einer nicht ausreichenden Fixation zuschreiben. »Ein ungenügender Erhaltungszustand in seinen Nierenschnitten hat nach SAUER auch DISSE zu einer irrthümlichen Ansicht über den Bürstenbesatz geführt. Die Sekretion hat nach SAUER keinen Einfluss auf die Protoplasmastruktur der gewundenen Rindenkanälchen; HEIDENHAIN'Sche Stäbchen

¹⁾ H. SAUER, *Neue Untersuchungen über das Nierenepithel und sein Verhalten bei der Harnabsonderung.* Archiv f. mikr. Anat. und Entwickl.-gesch. Band 46. 1895.

und Bürstenbesätze zeigen in allen Phasen der Sekretion das gleiche Aussehen; die Zellkerne ändern niemals ihre Lage. Bei stark herabgesetzter Harnabsonderung zeigt sich das Lumen der Kanälchen als eine enge Spalte, die Zellen hervorgewölbt und hoch, bei maximaler Absonderung ist das Lumen weit, die Zellen niedrig und abgeflacht. Von allen Fixationsmitteln hat sich die Alkohol-Chloroform-Essigmischung am besten bewährt und hat tadellose Bilder gegeben. Hinsichtlich der feineren Struktur der Zellen ist SAUER zu einer Anschauung gelangt, die mit derjenigen von ROTHSTEIN am meisten übereinstimmt. Dagegen betrachtete SAUER die von O. VAN DER STRICHT beschriebene Vakuolenbildung in den Zellen, welche dieser Forscher als Sekretionserscheinung auffasste, als ein Kunstprodukt. VAN DER STRICHT hatte schon 1891¹⁾ diesen Vorgang folgendermassen beschrieben: »Les produits de la sécrétion rénale s'accumulent à l'intérieur des cellules épithéliales sous forme d'amas liquides présentant l'aspect de stries, de boules ou des vésicules de volume très variable, d'une apparence homogène, hyaline, analogue au contenu des canalicules contournés. Ils sont déversés à l'intérieur de ces derniers par des interstices plus ou moins larges du plateau. Des amas liquides volumineux font souvent irruption à travers la cuticule de revêtement à l'intérieur des canalicules. Ils la soulèvent et l'entraînent quelquefois à leur suite».

DISSE kam indessen noch einmal auf den Bau der Nieren zurück. In seiner Darstellung der Harnorgane in v. BARDELEBEN'S Handbuch d. Anat. d. Menschen gab er somit im J. 1902 von neuem eine eingehende Beschreibung auch von der feineren Struktur der Epithelzellen der Nierenkanälchen. Aus dieser seiner Darstellung mag hier folgendes wiedergegeben werden.

Jede Epithelzelle, sagt DISSE, zerfällt in eine äussere Abteilung, die *Zellbasis* mit dem Kern, und eine innere, die *Zellkuppe* oder den »*Bürstensaum*«. »Das *Protoplasma* der Zellbasis besitzt eine deutliche Struktur. Wir können ein Fadengerüst, aus rechtwinklig sich kreuzenden Fäden bestehend, in welches Körner eingelagert sind, von einer ungeformten Zwischensubstanz unterscheiden, welche die Maschen des Gerüsts ausfüllt. Die Fäden verlaufen senkrecht und parallel zur Membrana propria; die Maschen sind rechteckig. Die senkrecht auf die Membrana propria gerichteten Fäden des Netzes sind es, welche die Körner enthalten; die Körner also sind in parallelen Reihen nebeneinander geordnet... Deswegen hat HEIDENHAIN dem Protoplasma der Epithelzellen in den Rindkanälchen eine 'Stäbchenstruktur' zugeschrieben... Erst ROTHSTEIN hat die richtige Erklärung der 'Stäbchen' gegeben und sie als Reihen von Körnern erkannt, die in Protoplasmafäden liegen. Die Körner stehen sehr dicht in der Nähe der Membrana propria; nach der Zellkuppe hin rücken sie mehr auseinander, und deshalb tritt hier die Streifung der Zelle nie so deutlich hervor. Wenn aber eine Streifung der ganzen Zellbasis sichtbar ist, so kann man die Streifen, also die Längsfäden des Protoplasmanetzes, bis in die Zellkuppe hinein verfolgen und erkennen, dass sie mit den dicht stehenden parallelen Streifen derselben zusammenhängen. Aus der Variabilität der Verteilung der Körner im Fadennetze und dem wechselnden Aussehen des zwischen Kern und Zellkuppe befindlichen Protoplasmaabschnittes erklären sich die widersprechenden Angaben über den Zusammenhang der Streifen in der Zellkuppe mit denen in der Zellbasis... In den Maschen des Netzes von 'Körnerplasma' och 'Spongioplasma' liegt das nicht geformte helle 'Hyaloplasma'. Es ist spärlich zwischen Kern und Membrana propria, reichlicher zwischen Kern und Zellkuppe vorhanden.« Die Zellkuppe ist nicht, wie man meint, ein »Bürstensaum«, welcher der Zelle aufsitzt. Die einzelnen Streifen in der Kuppe entsprechen Fäden, die, einander parallel und dicht nebeneinander liegend, durch eine homogene Masse verbunden werden. DISSE fasst sie als »Spongioplasma« auf, das in ein reichlich vorhandenes 'Hyaloplasma' eingelagert ist. Es ist die gleiche Struktur in der Zellkuppe vorhanden, die im basalen Abschnitt der Zelle sich findet; nur fehlen die Körner in dem Spongioplasma gänzlich, ebenso sichtbare Querverbindungen zwischen diesen Fäden. Darum sieht der zentrale Zellabschnitt dem basalen unähnlich aus. Wenn man die Niere erst längere Zeit nach dem Tode fixiert, so trifft man oft an Stelle der Zellkuppe eine Masse einzelner starrer Fäden, ähnlich kurzen Zilien eines Flimmersaumes; das ist die Folge der beginnenden Mazeration.

Die Auffassung SAUER'S, dass der Bürstensaum ein beständiger Bestandteil der Zellen ist, erklärt DISSE als irrtümlich und von der Voraussetzung herrührend, dass dieser Autor nur die Zellen als gut fixiert erklärt, welche den Saum besitzen. DISSE scheint sich der von KRUSE dargestellten Ansicht anzuschliessen, dass die Zellkuppe sich unter Umständen in die öfters vorkommende angeschwollene helle Kuppe umwandeln kann.

Bei dem Anatomenkongresse in Heidelberg hielt BENDA²⁾ einen Vortrag über »die Mitochondria des Nierenepithels«. In den Nieren von Amphibien (Bombinator, Salamandra) fand er in den Epithelzellen der Kanälchen die Stäbchenstrukturen R. HEIDENHAIN'S nur in solchen Kanälchen ausgebildet, welche den geraden der Säugetier-

¹⁾ OMER VAN DER STRICHT, *Contribution à l'étude du mécanisme de la sécrétion urinaire*, Comptes rendus 1891.

²⁾ C. BENDA, *Die Mitochondria des Nierenepithels*. Anatomischer Anzeiger, Verhandl. d. Anat. Gesellsch. in Heidelberg 1903.

niere an die Seite gestellt werden müssen. Hier zeigen sie sich in ausserordentlich schöner Entwicklung, gewöhnlich zu Bündeln zusammengelagert, die zur Seite vom Kern durch die ganze Höhe der Zelle von der Basis bis dicht an die freie Oberfläche verlaufen. Die durch ihren Borstensaum leicht kenntlichen, den Tubulis contortis gleichwertigen postglomerulären Kanälchenstücke zeigen in den Zellen keine Stäbchenstrukturen. Hier ist der Zelleib statt dessen mit zahlreichen, sehr dichtstehenden Fäden angefüllt, die eine Zusammensetzung aus gleich grossen, sehr feinen, charakteristisch färbbaren Körnchen erkennen lassen und »die sich danach zweifellos als Mitochondrien erweisen«. Dieselben verlaufen seitlich vom Kern, parallel, von der Basis der Zelle gegen die Oberfläche hin und enden meistens in der Höhe des der Oberfläche zugerichteten Endes der Kerne, indem nach innen gegen das Lumen ein Zellstück übrig bleibt, welches Fett, Sekrettropfen und nur spärliche Körnerfäden enthält. »Die Fadenkörner spielen also für den Aufbau des Zelleibes der Nierenepithelien eine hervorragende Rolle, indem sie einmal als Stäbchen, in anderen Fällen als Körnerfäden in einer vorwiegend von der Zellbasis zur freien Oberfläche verlaufenden pallisadenartigen Anordnung auftreten. Wenn wir«, sagt BENDA, »die von mir für die Fadenkörnerstrukturen aufgestellte Hypothese zu Grunde legen und in denselben die Träger aktiver motorischer Funktionen im Zelleib vermuten, würde ihre Anordnung geeignet erscheinen, die von SAUER in den einzelnen Funktionsphasen in den Nierenzellen erkannten Veränderungen der Zellhöhe aktiv auszulösen. Wir könnten uns vorstellen, dass die Kontraktion der Fäden und Stäbchen den Zelldeckel gegen die Zellbasis heranzieht.«

Sofern ich die Darstellung BENDA's richtig verstehe, scheint er in den verschiedenen Kanälchenzellen sowohl »Stäbchen« als »Körnerfäden« gefunden zu haben und sie beide zu seinen *Mitochondrien* hinzuführen, die er gerne als motorisch aktiv annehmen will. Dass indessen eben seine »Körnerfäden« mit den von den früheren Forschern (ROTHSTEIN, DISSE u. a.) schon längst beschriebenen körnigen Protoplasmafäden dieser Zellen identisch sind, ist ja offenbar.

POLICARD¹⁾ hat diese Befunde BENDA's geprüft und ihm der Hauptsache nach beigestimmt; er unterscheidet jedoch zwischen den beiden von ihm geschilderten Bildungen, den »Körnerfäden« und den »Stäbchen«, von denen er nur die ersteren als echte »Chondriomiten« betrachten will. Dass sie sich mit derselben Färbungsmethode färben lassen, beweist nicht, dass sie gleicher Art sind.

Von einer Reihe von Forschern (RETTEBER, LELIÈVRE, MAYER et RATHERY, J. ARNOLD, GOLDMANN u. a.) sind, besonders in dem letzten Jahrzehnt, von neuem Versuche gemacht, durch experimentelle Eingriffe und Injektionen Veränderungen in den Nieren hervorzurufen, teils um ihre physiologischen, teils auch um pathologische Erscheinungen hervorzurufen; hierbei hat man auch meistens versucht, die Veränderungen in den Strukturverhältnissen zu erforschen. Es würde aber zu weit führen, diese Untersuchungen hier zu referieren. Aus denselben geht indessen deutlich hervor, dass bei diesen Versuchen wesentliche Veränderungen in der Struktur der betreffenden Zellen des Epithels der Kanälchen hervorgerufen werden können.

Schliesslich soll hier hervorgehoben werden, dass im Jahre 1909 das grosse Werk von KARL PETER *Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Niere, I* veröffentlicht worden ist, in welchem der Verfasser auf Grund umfassender Untersuchungen über den Bau der Niere des Menschen und einiger Säugetiere den Verlauf der Kanälchen eingehend verfolgt und die Einteilung derselben in ihre verschiedenen Teilstücke einer Revision unterworfen hat. Die feineren Strukturverhältnisse der Epithelzellen sind aber in rein histologischem Sinne nur mehr gelegentlich und als Charaktere der verschiedenen Teilstücke berücksichtigt worden.

Da es, wie oben betont, meine Absicht ist, in dieser geschichtlichen Übersicht nur das für meinen speziellen Gegenstand wichtigste hervorzuheben, so werde ich aus der übrigen Geschichte der Nierenanatomie der letzteren Jahre nur das allernötigste summarisch referieren. Für diesen Zweck möchte es eigentlich hinreichend sein, aus einigen der grösseren Hand- und Lehrbücher die Hauptpunkte der jetzigen Anschauung anzuführen. Ich wähle hierzu die Darstellungen von v. EBNER im 3. Bande der VI. Auflage von A. KÖLLIKER's Handbuch der Gewebelehre aus dem Jahre 1902 und von P. BOUIN in dem von ihm ausgearbeiteten Kapitel über den Bau der Niere des zusammen mit A. PRENANT im Jahre 1911 herausgegebenen 2. Bandes des Werkes *Traité d'Histologie*

In dem Abschnitt über den feineren Bau der Harnkanälchen hebt v. EBNER hervor, dass die von R. HEIDENHAIN durch Behandlung mit 5 % Ammoniumchromat so schön darstellbare Stäbchenstruktur des Protoplasmas der Nierenepithelien sich auch durch andere Methoden nachweisen lässt, sowie dass an Schnitten fixierter Präparate zu erkennen ist, dass, wie TH. ROTHSTEIN richtig angibt, in den Stäbchen, die dieser Forscher Kugelfäden nennt,

¹⁾ M. A. POLICARD, *Sur les formations mitochondriales du rein des vertébrés*. Comptes rend. hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de Biologie de Paris, 1905.

Reihen hintereinander liegender Körnchen vorhanden sind. »Doch sind die Körnchen in einer zusammenhängenden cylindrischen Masse eingebettet, die die eigentliche Substanz der Stäbchen darstellt«. Der zuerst von NUSSBAUM entdeckte Bürstensaum ist auch ein konstanter Bestandteil der Zelle und fehlt bei entsprechender Fixierung der Präparate niemals; bei schlechter Fixierung, namentlich bei der so häufig eintretenden Vakuolisierung der Zellen, gehen die Bürstensäume leicht zu Grunde. »Welche Veränderungen während der Thätigkeit in den Stäbchenepithelzellen vorgehen, ist bisher auch nicht aufgeklärt«, fügt v. EBNER später hinzu. »Zwar haben BOUILLOT, O. VAN DER STRICHT, DISSE, NICOLAS und TRAMBUSTI an den Stäbchenepithelien analoge Veränderungen während der Thätigkeit zu finden geglaubt, wie sie bei den Drüsen des Verdauungstraktes nachgewiesen sind, allein SAUER, welcher unter Leitung R. HEIDENHAIN's arbeitete, und vor Allem Nieren, welche sich im Zustande von Anurie und Polyurie befanden, mit einander verglich, konnte keine auffälligen Unterschiede der thätigen und ruhenden Nieren an fixierten Präparaten finden. Er kam zu der Ueberzeugung, dass die als verschiedene Funktionszustände beschriebenen Bilder, namentlich das Auftreten der Vakuolen, nur einer ungenügenden Fixierung der postmortal sich äusserst leicht verändernden Stäbchenepithelien ihre Entstehung verdanken.«

Aus der Darstellung BOVIN's in dem im Jahre 1911 erschienenen 2. Bande des Werkes *Traité d'Histologie* (herausg. v. PRENANT und BOVIN) führe ich folgendes an:

Das Epithel der gewundenen Kanälchen zeigt den bekannten basalen Stäbchenapparat; die Stäbchen bestehen entweder aus aneinander gereihten Körnchen (HIPPOLYTE MARTIN, ROTHSTEIN, SZYMONOWICZ) oder aus homogenen oder unregelmässig segmentierten Fasern (LANDSTEINER, BENDA); in gewissen Fällen erscheinen sie als gekörnte Ketten (Chondriomiten), deren Körnchen Mitochondrien sind (BENDA). Für einige Autoren sind die Stäbchen nicht individualisierte Zellbildungen, sondern nur Bälkchen des Zytoplasmanetzes, welche in der basalen Partie der Zellen verdickt sind (VAN DER STRICHT, THÉOHARI). Es finden sich unter diesen Stäbchen auch nicht granulirte Fasern, welche sich durch die ganze Zellhöhe erstrecken (SCHMITLER). Welche ist die Bedeutung dieser chromatischen Stäbchen? Nach BENDA haben sie eine »motorische« Funktion für die Austreibung des Sekretes. »D'après nous«, sagt BOVIN, »ces batonnets sont comparables à ceux qu'on observe dans la grande majorité des éléments glandulaires; ils sont en rapport avec leur activité sécrétoire et possèdent la signification d'un 'ergastoplasma'. Le reste du protoplasme renferme des inclusions de diverse nature, lécithine, graisse, glycogène, pigment, et un diplosome dans la région apicale, sous la bordure striée (ZIMMERMANN)«. Der bei allen Vertebraten normal und konstant vorkommende »Bürstensaum« wird von vielen Autoren als wirklich aus Haaren bestehend aufgefasst, welche sich an einer Reihe von Basalkörperchen inserieren (NICOLAS, SAUER) und sich im Zytoplasma durch sehr feine Wurzelfasern fortsetzen (NICOLAS), also wirkliche Zilien, welche durch eine Zwischensubstanz immobilisiert werden. GARNIER und POLICARD behaupten aber, dass die sogen. Basalkörperchen Artefakte sind, die durch kadaveröse Veränderungen und Reaktionsmittel entstehen. Die zilienähnlichen Bildungen rühren davon her, dass hier zwei verschieden brechende Substanzen vorhanden sind, welche sich während der Ruhe und der Sekretion verschieden verhalten, was für die Ansicht von GARNIER und POLICARD spricht. Infolge von Befunden von REGAUD und POLICARD bei den Ophidiern lässt sich annehmen, dass auch bei den höheren Wirbeltieren die Exkretion der Körnchensubstanz nicht durch Effraktion der gestreiften Cuticula, sondern durch Exosmos quer durch sie geschieht, indem sie intakt bleibt. Aus dem, was man bisher weiss, lassen sich kaum mehr als folgende Schlüsse ziehen: 1) Die Nierenzelle hat je nach den verschiedenen Sekretionsstadien eine wechselnde Höhe, vor der Exkretion hoch, nach ihr niedrig. 2) Die verschiedenen Partien der Nierenzelle bieten während der Sekretion nicht konstante Veränderungen dar. 3) Der Bürstensaum, oder die Cuticula, verschwindet oder berstet während keinem Moment des sekretorischen Zyklus; die Exkretion geht durch eine Art Osmos, ohne Berstung der Cuticula, vor sich, wobei diese an den hohen Zellen, vor der Exkretionsphase, homogen oder schwach gestreift erscheint, an den mässig hohen und den niedrigen Zellen, während und nach der Exkretion, sich fein gestreift zeigt. Wie aus der Darstellung BOVIN's hervorgeht, sind manche wichtige Probleme hier noch strittig und jedenfalls noch nicht endgültig gelöst.

In Betreff der verschiedenen *Stoffe*, welche in den Nierenzellen vorkommen, sei es dass sie zu den Sekretstoffen gehören oder nur durch die Niere vom Körper durch Exkretion abgesondert werden, hat man zwar viele Untersuchungen gemacht, um sie zu eruieren, und auch manche Ansichten hierüber aufgestellt. Schon seit lange hat man durch R. HEIDENHAIN's und NUSSBAUM's Untersuchungen als festgestellt angenommen, dass Harnstoff und Harnsäure in den gewundenen Kanälchen und im breiten Schenkel der Henle'schen Schleifen ausgeschieden, während Wasser und Salze durch die Glomeruli transudiert werden. Es scheint aber noch nicht gelungen zu sein,

bei Säugern den Harnstoff und die Harnsäure in den Epithelzellen der fraglichen Kanälchen nachzuweisen; bei Vögeln wurde aber von v. WITTICH die Harnsäure hier nachgewiesen. Ferner hat man auch Fettkörner hier gefunden.

In den letzten Jahren hat nun auch JULIUS ARNOLD¹⁾ dargetan, dass in diesen Zellen Glykogen vorkommt, indem es ihm gelungen ist, die charakteristische Färbung solcher Granula hier zu erhalten. Seine hierauf bezüglichen Befunde sowie auch hinsichtlich der Nierenstruktur im Allgemeinen hat er selbst in den folgenden Leitsätzen zusammengefasst: »Die Substanz der Nierenepithelien enthält in feinsten Fäden, welche gestreckt verlaufen oder aber netzförmig angeordnet erscheinen, kleine Plasmosomen« — so bezeichnet bekanntlich ARNOLD die *Mitomkörner* FLEMMING'S oder die *Mikrosomen* VAN BENEDEN'S u. a. — »sowie Übergangsformen zu Granula von wechselnder Grösse eingebettet. Die sogenannten Nierenstäbchen sind aus Fadenkörnern aufgebaut; ihr unter gewissen Bedingungen homogenes Aussehen verdanken sie einer Umhüllung durch eine parasomatische Substanz. Die Umsetzung des Glykogens erfolgt vorwiegend durch die Plasmosomen bzw. Granula. Es zeugt dafür die Übereinstimmung der Bilder an den Glykogenpräparaten mit denjenigen an Chromosmium- und Sublimatpräparaten, an welchen die Plasmosomen, Granula und Fadenkörner zur Darstellung gebracht sind. Auch an der Stelle der Nierenstäbchen ist die Anordnung des Glykogens eine granuläre, ein Befund, der auf einen Aufbau dieser aus Fadenkörnern bezogen werden muss. Das Vorkommen von Glykogen im Lumen der Harnkanälchen lässt auf Sekretionsvorgänge schliessen».

ARNOLD gibt auch eine kurze Besprechung der späteren Untersuchungen und Befunde, welche durch vitale und supravitale Färbung der Granula der Nierenepithelien gewonnen sind, sowie die der Mitochondrienforschung. Ich habe diese wichtigen Untersuchungen ARNOLD'S hier berührt, weil die erwähnten Befunde für die Frage von der Struktur des Protoplasmas in den Epithelzellen der Niere von besonderer Bedeutung sind. Von mehreren anderen Forschern sind auch in neuerer Zeit Untersuchungen über die chemischen Stoffe und Umsetzungen in den Nieren ausgeführt und die Ergebnisse veröffentlicht, und offenbar liegt hier ein sehr bedeutungsvolles, obwohl kompliziertes und schwieriges Gebiet vor. Es würde aber hier zu weit führen, auf diese Probleme näher einzugehen. In dem zweiten Band des NAGEL'schen Handbuchs der Physiologie des Menschen (1906—1907) hat R. METZNER eine vorzügliche Darstellung der bis dahin gewonnenen Ergebnisse und Befunde geliefert, auf welche ich hinzuweisen wünsche, da es unmöglich ist, hier ein Referat davon zu geben. METZNER hat hierbei auch eine sehr beachtenswerte Zusammenstellung der histologischen Befunde gemacht.

Ich kehre nun von dieser Abschweifung zu der mir speziell vorliegenden Frage, der eigentlichen direkt sichtbaren feineren Struktur des Protoplasmas in den Nierenepithelien zurück und gehe dabei zu meinen eigenen Befunden über.

* * *

Ich habe eine Reihe verschiedener Tiere zum Studium des Protoplasmas in den Nierenepithelien geprüft, wählte aber von diesen zur näheren Untersuchung folgende speziell aus: *Rana esculenta*, *Salamandra maculata*, *Megalobatrachus japonicus*, *Lacerta viridis*, *Lepus cuniculus* und *Homo*. Stets nahm ich das ganz frische Material von den eben getöteten Tieren und fixierte es rasch in verschiedenen Gemischen. Von allen benutzten Fixierungsflüssigkeiten erwies sich das Carnoy'sche Gemisch als die beste. Danach fand ich aber auch das Zenker'sche als recht gut anwendbar; das Flemming'sche und das Hermann'sche dagegen weniger. Von Färbungsmethoden erwies sich auch hier die Eisenalaun-Hämatoxylinmethode nach M. HEIDENHAIN, mit oder ohne Kombination mit Eosin, als die vorzüglichste. Daneben benutzte ich auch mit Vorteil die Ehrlich-Biondi'sche Methode und fand sie sehr wertvoll.

Was das Material von menschlichen Nieren betrifft, erhielt ich von meinem Freunde und Kollegen Herrn Professor EMIL HOLMGREN einige im Carnoy'schen Gemische sehr gut fixierte Stücke einer Niere von einem noch jungen hingerichteten Manne, dessen Organe Prof. HOLMGREN selbst sogleich nach dem Tode desselben fixiert hatte; ich benutze hier die Gelegenheit, Prof. HOLMGREN für diese wertvolle Gabe herzlich zu danken.

Schon lange hat man ja gekannt und hervorgehoben, dass das Epithel der verschiedenen Abteilungen der Kanälchen, obwohl überall einschichtig, teilweise verschieden gebaut und strukturiert ist. Man hat aber, gewiss mit Recht, dasjenige der *gewundenen Kanälchen* — der Hauptkanälchen PETER'S — als besonders typisch und für die Nierendrüse charakteristisch geschildert. Ich werde auch die Verhältnisse in diesen Kanälchen eingehender

¹⁾ JULIUS ARNOLD, *Ueber Nierenstruktur und Nierenglykogen*. Sitz. ber. d. Heidelberger Akademie d. Wiss. Math.-naturwiss. Klasse. Jahrgang 1910, 10. Abh.

darstellen und mit ihnen anfangen. Auf der Taf. IX stellen die Fig. 1—12 einige Abbildungen von dem Nierenepithel des *Frosches*, und zwar die meisten, nämlich Fig. 1—6 und 9—11, Partien aus den gewundenen Kanälchen, dar. Vorwiegend geben die Figuren Querschnitte von Kanälchen wieder, weil diese die Verhältnisse am deutlichsten zeigen können. Wie v. a. ROTHSTEIN und DISSE schon seit lange betont haben, bieten — trotz der Angaben von SAUER — die Epithelzellen dieser Kanälchen in den verschiedenen Stadien der Sekretion recht wechselnde Bilder dar. In einer Phase ihrer Wirksamkeit sammelt sich in ihnen Sekret, das sich zur Abgabe während einer folgenden Phase bereitet, welche dann früher oder später eintritt, wonach die Zelle wieder zur neuen Sekretansammlung übergeht. ROTHSTEIN bezeichnete — wie DISSE bemerkt, mit nicht ganz glücklich gefundenen Namen — diese beiden Phasen als die der »Ruhe« und der »Arbeit«, indem er diejenige »der Ruhe« als die der Ansammlung und Vorbereitung des abzugebenden Sekretes benannte. DISSE betonte mit Recht, dass sowohl die Ansammlung und Bereitung des Sekrets als die Abgabe desselben als Stadien der Tätigkeit der Zellen, obwohl als verschiedene Phasen derselben, betrachtet werden müssen. Die genannten Autoren beschrieben auch die Veränderungen, welche im Aussehen und in der Gestalt der Zellen während dieser Stadien oder Phasen eintreten. Während der Bereitung und Ansammlung des Sekrets verschwindet meistens der am Lumen des Kanälchens befindliche Bürstensaum; das gegen das Lumen gekehrte (»innere«) Ende der Zelle schwillt kuppelförmig an und dringt mehr in das Kanälchenlumen hinein, das Lumen in dieser Weise mehr oder weniger einschränkend. Diese, dann noch von anderen Autoren betonte und bestätigte Tatsache ist in der Tat an gut fixiertem Material und dünnen, gut gefärbten Schnitten der Froschnierenkanälchen leicht nachzuweisen. Während der Bereitungsphase (der »Ruhephase« ROTHSTEIN's) unterscheidet sich deshalb die Gestalt, das Aussehen, der Epithelzelle nicht unbedeutend von der folgenden Phase. Es scheinen aber die genannten Autoren nicht das danach folgende Stadium der eigentlichen Abgabe des Sekretes bemerkt und beobachtet zu haben.

Wenn ich nun zu der Besprechung meiner eigenen Befunde übergehe, so betone ich noch einmal, dass es hier jedenfalls nicht meine Absicht ist, die ganze Anatomie resp. Histologie der Nieren zu behandeln, sondern nur die Momente derselben, welche für das Problem der Protoplasmastruktur im allgemeinen bedeutungsvoll sein können. Hier liegt jedenfalls ein Zellprotoplasma vor, in welchem man noch nie das Vorhandensein einer »echt wabigen« Struktur behauptet und beschrieben hat. Im Gegenteil ist man seit dem Nachweis der »Stäbchen« R. HEIDENHAIN's und der Zusammensetzung dieser Stäbchen aus den »Kugelfasern« oder Körnerfasern TH. ROTHSTEIN's im ganzen darüber einig, dass schon im frischen resp. überlebenden Zustande sich ein solcher Bau nachweisen lässt, welcher mit den nach geeigneter Fixierung und Färbung zu erhaltenden Bildern gut übereinstimmt. Hier liege also das Vorhandensein eines echten Mitoms im FLEMMING'schen Sinne vor. Als ich also nun zu einer erneuten Untersuchung dieses Mitoms überging — ich kannte es aus eigener Erfahrung in den Nierenzellen schon seit vielen Jahren, schon vor den eben genannten Arbeiten — so benutzte ich diesmal absichtlich, zum Vergleich mit meinen Befunden in den verschiedenen anderen Organen, vorzugsweise die erwähnten, von mir bei diesen angewendeten und als gut erprobten Methoden, vor allem das Carnoy'sche Gemisch, und von Färbungsmethoden die HEIDENHAIN'sche Alaun-Hämatoxylinmethode. Bei der Anwendung dieser Färbungsmethoden hängt, wie auch v. a. SAUER betont, ganz besonders hinsichtlich der Untersuchung des Protoplasma-Mitoms eine gute Färbung von dem richtig getroffenen Differenzierungsgrad, sowie betreffs der Biondifärbung von der schnellen Alkoholbehandlung ab.

Die Verhältnisse der Struktur des Nierenepithels beim *Frosch* ist zwar von mehreren Forschern mehr oder weniger eingehend beschrieben und teilweise auch, obwohl im allgemeinen nicht besonders gut und getreu, abgebildet worden. Ich kann mich deshalb darauf beschränken, unter Hinweisung auf meine Figuren, nur das auf meine spezielle Ziele bezügliche und hierfür wichtige anzuführen.

Bevor ich aber in der Schilderung der schon berührten verschiedenen Tätigkeitsstadien weiter fortschreite, ist es indessen besser, zuerst einen Blick auf die feinere Struktur des Zellkörpers der Epithelzellen der gewundenen Kanälchen zu werfen. Wie zuerst ROTHSTEIN bestimmt und klar zeigte, treten sowohl im frischen wie im gut fixierten und gefärbten Zustande in den Stäbchen R. HEIDENHAIN's Körnchen enthaltende feine Fäden hervor, welche, wie die Stäbchen selbst, eine mehr oder weniger gerade und aneinander parallele Richtung darbieten. Sie beginnen in der Nähe der äusseren Membran des Kanälchens und ziehen nach dem Lumen zu; also im ganzen radiär nach der Lumenmitte hin gerichtet. Diese gekörnten Fäden, deren Körnchen sich mit Alaun-Hämatoxylin stark färben und bei der Differenzierung die schwarze Farbe ziemlich lange behalten, während die sie verbindende feine Fadensubstanz die Hämatoxylinfarbe früher abgibt, sind miteinander *nicht netzartig* verbunden; hier und da scheinen sie sich zwar *dichotomisch zu teilen*, sonst »anastomosieren« sie aber nicht, vereinigen sich nicht mit ein-

ander. Ich betone hier dies, weil einige Autoren, ja sogar die meisten, eine solche Netzverbindung derselben angenommen zu haben scheinen.

Ich habe dieser wichtigen Frage eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet, konnte aber nie mit einiger Sicherheit wirkliche solche Anastomosen der Fäden konstatieren. Falls sie in der Tat vorkommen können, gehören sie meiner Ansicht und Erfahrung nach zu den seltensten Variationen. Die oft von anderen Autoren beschriebenen und auch abgebildeten »Querverbindungen« der radiären Fäden beruhen also nach meiner Auffassung darauf, dass diese Fäden und ihre Seitenäste einander hier und da überkreuzen. Für eine sichere Entscheidung dieser Frage ist erstens eine sehr gute Fixierung des Gewebes und danach eine intensive Hämatoxylinfärbung der dünnen (2—3 μ) Schnitte, resp. der Fäden, notwendig, indem man nach der starken Färbung die Differenzierung nicht weiter treibt als zur deutlichen Klarmachung des Verlaufs der geschwärzten Kornfäden, wobei natürlich die vertikalen Quer- und Längsschnitte, in welchen der ganze Fadenverlauf bei starker Vergrößerung und bester Beleuchtung verfolgt werden kann, nötig sind. Diese Umstände sind ja offen zu Tage, sie müssen aber bei derartigen intrikaten Untersuchungen immer wieder betont werden. Sogar ROTHSTEIN sagt, dass auch Querverbindungen vorkommen. Und DISSE spricht nicht nur von einem Fadengerüst, sondern auch von einem »Netz«; ob er aber hierbei ein wirkliches Netz meint, ist jedoch nicht klar; er schildert sein Fadengerüst als aus rechtwinklig sich kreuzenden Fäden bestehend, in welches Körner eingelagert sind, indem die senkrecht auf die Membrana propria gerichteten Fäden des »Netzes« die Körner enthalten. Für eine möglichst sichere und genaue Eruierung dieser Strukturverhältnisse ist es aber, abgesehen von der intensiven und klaren Färbung der Fäden, auch von besonderer Wichtigkeit, solche Stellen in den Präparaten aufzusuchen, wo sie nicht zu dicht gedrängt liegen, sondern hinreichende Zwischenräume zwischen ihnen vorhanden sind, wo man also den Verlauf der Fäden gut verfolgen kann. Solche Stellen kommen in den meisten gut fixierten Präparaten vor.

Hier und da biegen sich zwar diese Fäden des Zellmitoms etwas nach der Seite, schlingern sich etwas aus der geraden Richtung, um bald wieder mehr gerade zu verlaufen. Die Fäden liegen oft etwas bündelweise gruppiert, so dass sie hier und da dichter zusammentreten und zwischen den Bündeln helle Räume lassen, in denen keine Fäden vorhanden sind. Die Fig. 6 der Taf. IX stellt solche Fädenbündel mit fädenfreien Zwischenräumen dar. In den Fig. 1—7 kann man übrigens verschiedene, mit Hämatoxylin, und in den Fig. 9—11 mit Biondigemisch gefärbte solche Epithelzellen abgebildet sehen, in welchen der Fadenverlauf deutlich wahrzunehmen war. An dickeren Schnitten decken sie einander oft mehr oder weniger, so dass ihre Anordnung nicht so deutlich hervortritt. In einigen von ROTHSTEIN's Figuren sieht man schon ihre Anordnung recht gut, wogegen sonst, in den allermeisten Abbildungen, welche in der betreffenden Literatur veröffentlicht wurden, diese gekörnten Fäden äusserst schlecht und undeutlich wiedergegeben sind.

Mir sind, wie oben angedeutet wurde, diese gekörnten Fäden seit lange bekannt. Sie stellen meiner Ansicht nach eben ein schönes Beispiel des FLEMMING'schen *Mitoms*, aber mit einer spezifischen Richtungsanordnung der Fäden dar. Gerade deshalb habe ich sie hier wieder aufgesucht und etwas eingehender studiert und abgebildet.

Wie verhalten sich nun diese Fäden nach dem *Lumen* und nach den *seitlichen* Zellgrenzen hin? Was die letztere Frage betrifft, haben die meisten Autoren schon hervorgehoben, dass die Epithelzellen der gewundenen Kanälchen voneinander äusserst undeutlich abgegrenzt sind. Zwar sieht man gegen das Lumen zu gewöhnlich Andeutungen von Zellgrenzen; an den Seitenpartien der Zellen vermischen sich aber die Mitomfäden der einzelnen Zellen so miteinander, dass man bei manchen Tieren eine Grenze nicht direkt nachzuweisen vermag, obwohl sie höchst wahrscheinlich vorhanden ist; beim Kaninchen konnte ich (s. u.) mit der Silbermethode in der Tat deutliche Grenzen nachweisen.

Was nun das Verhalten der gekörnten Fäden gegen das Lumenende der Epithelzellen betrifft, so ändert sich dasselbe gewissermassen nach dem Tätigkeitszustande der Zellen. Wenn diese mit einem zusammenhängenden, mit mehr oder weniger gerade angeordneter Fläche versehenen Bürstensaum nach dem Lumen des Kanälchens hin bedeckt sind, reichen (Fig. 1, 3 der Taf. IX) die Fäden in gleicher Anordnung bis zu dem äusseren Rande dieses Saums und enden hier mit je einem stark markierten, sich in Hämatoxylin intensiv färbenden Korn; die Zellen sind in diesem Zustande relativ nicht hoch. Wenn sie sich aber mit Sekret ausfüllen, sammelt sich dies hauptsächlich in dem inneren, dem Lumen anliegenden Teil der Zelle und wölbt diesen Teil kuppelförmig hervor; die Fäden reichen wohl gewöhnlich hier und da auch in diesen Teil hinein, sind aber hier spärlicher vertreten und winden sich mehr umeinander. Hier tritt nun eine interessante Phase ein, indem von dem Lumenende der mehr oder weniger angeschwollenen Zellen ein heller, tropfenförmiger Vorsprung quer durch den Bürstensaum her-

vorbricht und in das Kanälchenlumen hinaustritt; anfangs hängt dieser Tropfen, welcher von der hellen Protoplasmasubstanz der Zelle (dem Paramitom FLEMMING's, dem Hyaloplasma and. Autoren) stammt, quer durch den Saum hindurch mit einem mehr oder weniger schmalen Halsteil mit der Zellsubstanz zusammen (Fig. 1—4 der Taf. IX); bald trennt er sich aber ab, indem der Halsteil berstet, und der Tropfen liegt als eine Sekretblase mit ganz bestimmter Abgrenzung frei im Lumen. Solche »Blasen«, an denen man indessen zwar scharfe, abgerundete Grenzkonturen, aber keine wirklichen, doppelkonturierten Hüllen wahrnimmt, findet man dann fast überall in dem Kanallumen, welches sie sogar in der Regel ganz ausfüllen. Diese *Sekrettropfen*, welche also von den Epithelzellen abgegeben oder sezerniert werden, sind ziemlich stark lichtbrechend, ähneln deshalb etwas Oeltropfen, sind aber nicht mit solchen zu verwechseln, sind kugelig oder oval, flachen sich aber an den Seiten, sobald sie in dem Lumen nebeneinander gedrängt liegen, mehr oder weniger ab (Fig. 1—4 der Taf. IX) und sind von etwas verschiedener Grösse. Es wäre gewiss von besonderer Bedeutung, die chemische Zusammensetzung dieser Sekrettropfen sicher bestimmen zu können. Mit den gewöhnlichen Färbungsmitteln (Hämatoxylin, Säurefuchsin und anderen Anilinfarben) färben sie sich in den Präparaten nicht oder wenigstens äusserst schwach. Wahrscheinlich haben sie einen recht komplizierten chemischen Inhalt. Durch Alkohol, Chloroform und Xylol werden sie jedenfalls nicht sichtbar gelöst, denn man findet sie nach solcher Behandlung massenhaft in den Schnittpräparaten, die Lumina der Kanälchen ausfüllend. In diesen Sekrettropfen trifft man nun mehr oder weniger oft und zahlreich feine Körnchen, die sich mit Hämatoxylin schwarz färben und auch miteinander durch feine Fäden vereinigt sein können. Sie ähneln in hohem Grade den Mitomkörnchen und Fäden der Epithelzellen und stammen wohl von ihnen her.

Nach der Abgabe solcher Sekrettropfen scheinen sich die Bürstensäume der Zellen wieder zusammenschliessen, die Zellen sinken etwas zusammen, werden niedriger mit abgeplatteter oder wenig gewölbter Lumenoberfläche; erst jetzt würde man dem Anschein nach von einer Ruhephase der Zellen sprechen können; die Ansammlung und Bereitung von Sekret beginnt aber von neuem, falls sie sich nicht stets fortsetzt, obwohl man es nicht direkt bemerkt. Hier können nur sichere chemische Reaktionen, resp. Färbungsmethoden zum Ziel führen. Der durch JULIUS ARNOLD erbrachte Nachweis von Glykogen in diesen Zellen, und ganz besonders in ihren Mitomkörnchen, den Plasmosomen ARNOLD's, ist in dieser Richtung bahnbrechend und wird hoffentlich zu neuen wichtigen Befunden, zu fortgesetzten Untersuchungen anmahndend wirken.

Es scheint nun, als ob die hier erwähnten Sekrettropfen mit den von anderen Autoren gesehenen Vakuolen identisch seien. Besonders ist dies mit den von O. VAN DER STRICHT beschriebenen Vakuolen der Fall. Von vorsichtig beurteilenden Histologen ist aber das Auftreten solcher »Vakuolen« gerne als ein Kunstprodukt, als eine postmortale oder durch die Fixiermittel entstandene Erscheinung aufgefasst worden, um so mehr als die Substanz der Epithelzellen der Nierenkanälchen als sehr sensibel und leicht veränderlich gekannt ist. Ich muss gestehen, dass ich von Anfang an hinsichtlich ihrer Natur sehr skeptisch war. Nachdem ich sie aber nach der Anwendung der besten und verschiedensten Fixiermethoden immer in gleicher Beschaffenheit wiederfand, bin ich aber allmählich zu der Überzeugung gelangt, dass sie wirkliche Sekrettropfen darstellen, und zwar ganz besonders nachdem ich ihre Entstehung durch Abgabe aus dem Protoplasma der Epithelzellen immer wieder verfolgt hatte. Sie finden sich auch überall in den gewundenen Kanälchen solches Nierenmaterials, in dessen Präparaten man sonst keine Spuren von postmortalen oder anderen künstlichen Veränderungen nachzuweisen vermag. Ich bin deshalb allmählich zu einem Anhänger der Lehre von der Sezernierung dieser Epithelzellen des Sekretes in der Gestalt von hellen Tropfen nach dem Lumen der Kanälchen hin geworden. Je mehr ich die Sache studierte, umso mehr kam ich also zu der Auffassung, dass diese Abgabe von Sekrettropfen nicht ein durch mangelnde Fixierung entstandenes Kunstprodukt ist. Ob aber die Benennung dieser Sekrettropfen als »Vakuolen« adäquat ist, lasse ich dahin gestellt sein. Ebenso stimme ich den Autoren nicht bei, welche diese »Vakuolen« sich schon im Inneren der Zellen abgrenzen sahen und sie deshalb als Vakuolen darstellten. Erst an der Oberfläche der Zellen sieht man sie als Tropfen durch den Bürstensaum hervortreten und sich von dem Zellinhalt abschnüren, wie dies aus meinen Figuren hervorgeht.

Nun gibt es aber in diesen Nierenkanälchen eine andere Variation der Epithelzellen, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass der Bürstensaum an diesen Zellen ganz fehlt, resp. ganz verschwindet. Querschnitte von solchen Kanälchenabschnitten sehen wie die Fig. 5 und 6 (sowie Fig. 11) der Taf. IX aus. Hier findet man am Lumenende jeder Zelle eine kuppelförmige Erhebung, welche Kuppeln zusammen das Lumen mehr oder weniger stark ausfüllen, so dass zuweilen nur eine äusserst schmale Spalte übrig bleibt. In diesen Kuppelräumen bemerkt

man gewöhnlich einige feine körnige Fädchen. Am Fusse der Kuppeln finden sich die inneren, dem Lumen zugekehrten Enden der parallel oder eigentlich radiär angeordneten gekörnten Fäden des Mitoms der Zelle, und diese Enden befinden sich hier gewöhnlich nebeneinander in einer am Querschnitte zirkulär gebogenen Linie (Fig. 5 und 6). Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt auch hier eine Phase der Sekretionstätigkeit der Epithelzellen vor, obwohl es mir, trotz vielen Suchens, nicht gelang, die Abschnürungsmomente der kuppelförmigen Erhebungen der Zellen wahrzunehmen. Ebenso gelang es mir nicht zu eruieren, ob diese Erhebungen während anderer Tätigkeitsphasen von einem Bürstensaum besetzt sind oder ohne einen solchen fortwährend die Zellen an dem Lumen begrenzen. Manche Bilder deuten indessen darauf hin, dass auch solche Zellen ihre Kuppelvorsprünge ausleeren, nachdem an ihnen der Bürstensaum verschwunden ist, um sich dann wahrscheinlich wieder zu erheben. Diese Frage vom Schwinden und Auftreten des Bürstensaums ist eine sehr intrikate, und ich gestehe, dass es mir nicht gelungen ist, sie zu beantworten. Wie entsteht der Bürstensaum und was stellt er dar? Dass er nicht nur ein zusammenhängender »Saum« ist, wie einige Autoren anzunehmen scheinen, sondern wirklich aus kurzen und schmalen, feinen, geraden »Stäbchen« besteht, lässt sich in manchen Fällen auch an dem in bestem, frischem Zustande schön fixierten Material deutlich sehen; und nicht selten bemerkt man, dass diese fast immer gedrängt nebeneinander stehenden Stäbchen oder Bürsten einander schief kreuzen und nicht nur einem gestreiften, in ihrer Substanz zusammenhängenden Saum angehören. Der Saum zeigt an verschiedenen Partien des Nierenepithels eine verschiedene Höhe; bald ist er nur ganz niedrig, wie in den in den Fig. 3 und 9 der Taf. IX abgebildeten Fällen; bald ist er höher, bald kann er sogar ganz hoch sein (Fig. 1 und 10). Einige Autoren haben sich bemüht, die Ausbildung und Entstehung des Saums aus dem Protoplasma der Zellen durch eine Art »Faltung« zu erklären. Mir ist leider diese Entstehung ganz dunkel geblieben, um so mehr als ich nie frühere, unfertige Phasen dieser Ausbildungsweise der Stäbchen wahrzunehmen vermochte.

Dass der Bürstensaum eine »normale« Bildung ist, wie in späterer Zeit u. a. auch SAUER betont, und nicht ein Fixierungsergebnis, wie andere Autoren meinten, daran ist kein Zweifel. Dagegen stimme ich auch DISSE darin bei, dass das Fehlen des Saumes nicht einen gewissen Beweis für eine schlechte oder ungenügende Fixierung der Zellen darstellt, wie dies von SAUER behauptet worden ist. An dem am besten fixierten Material trifft man ja ganz nebeneinander, oft sogar in demselben Schnitte, Zellen mit einem schön ausgebildeten und schön fixierten Saum und Zellen ganz ohne Saum. Offenbar ist der Saum ein echter Bestandteil der Zelle selbst, und man kann deshalb verstehen, weshalb DISSE in seiner oben referierten letzten Darstellung diese Bildung als die mit der »Zellbasis« verbundene »Zellkuppe« dieser Epithelzellen beschrieben hat, welche direkt mit dem Protoplasma der kernführenden »Zellbasis« zusammenhängt. Dagegen ist es mir bis auf weiteres schwer, mich seiner Auffassung der »Zellkuppe« (des Bürstensaumes) als aus »Spongioplasma« mit reichlichem »Hyaloplasma« anzuschließen. In dem Bürstensaum sehe ich stets bei guter Fixierung und Färbung mehr oder weniger deutlich die parallel aneinander gehäuften kurzen »Stäbchen«, welche weit früher als die Mitomfäden des eigentlichen Zellkörpers (der »Zellbasis« DISSE's) bei der Differenziation die Hämatoxylinfarbe abgeben; sie liegen auch so dicht gedrängt, dass ein »reichliches« Hyaloplasma (Paramitom) zwischen ihnen nicht Platz finden kann. Für die Deutung des Vorhandenseins des Bürstensaums wäre es jedenfalls bequem und sogar glücklich, wenn er sich so erklären liesse, dass er, die »Zellkuppe«, nur durch eine Ausfüllung der inneren (oberen) Zellpartie mit Hyaloplasma entstände, sowie dass nach der Abgabe desselben wieder der Bürstensaum hervortrete. Eine solche Deutung muss aber sicherere Beweise haben als bisher prästiert worden sind. Wie oben erwähnt, habe ich vielfach nach Zwischenstadien einer derartigen Umwandlung in den Präparaten gesucht, aber vergebens. Deshalb muss ich noch Skeptiker bleiben und neue sichere Beweise abwarten. Die Entstehung und das Verschwinden des Bürstensaums ist meiner Ansicht nach ganz rätselhaft, und ich finde es richtiger, dies offen zu erkennen, als eine unbewiesene Hypothese aufrecht zu halten.

Dass sich der Bürstensaum von den Ziliarsäumen sehr wesentlich unterscheidet und nicht, wie einige Autoren früher angenommen haben, solchen Bildungen angehört oder mit ihnen eine direkte Abstammung besitzt, lässt sich in den Nieren mehrerer Wirbeltiere, wo sie zusammen vorkommen, deutlich dartun, indem zwischen den beiden Strukturen hier keine Zwischenstufen nachweisbar sind.

Gerade bei dem *Frosch* hat man eine interessante Gelegenheit, das Verhalten des Bürstensaums zu echten Flimmerzellen in der Niere zu studieren. Bekanntlich finden sich hier, am Anfangs- oder Halsteil der gewundenen Kanälchen, wo sie aus der Kapselpartie der Malpighischen Körperchen hervorgehen, echte flimmernde Epithelzellen. Ich suchte deshalb in den Präparaten solche Stellen auf und traf eine Anzahl derselben, welche für die Beurteilung

der Frage recht erläuternd waren. In Fig. 8 und 12 der Taf. IX sind zwei der Länge nach getroffene Halspartien der gewundenen Kanälchen wiedergegeben, in denen die echten Flimmerzellen zu sehen sind; in Fig. 8 stösst links der Glomerulus an, und man sieht rechts davon die Kapsel, deren Epithel sich hier erhöht und wahre Geisselbüschel trägt; im Halse selbst trägt jede Epithelzelle einen starken Geisselbesatz mit ungefähr je 6—7 langen Flimmerhaaren, welche in der Axenpartie des Kanälchens sich zu einer Art axialen Haarstranges zusammenlegen. In einigen Kanälchen sieht man den Strom der Flimmerhaare rückwärts gegen das Malpighische Körperchen, in anderen aber von ihm sich abwenden, je nachdem die Fixierflüssigkeit die Flimmerhaare in ihrer Bewegungstätigkeit getroffen hat. In den einzelnen Kanälchen kann dieser Besatz mit echten Flimmerzellen etwas verschieden weit reichen. In Fig. 8 habe ich ein Kanälchen mit einem nur ganz kurzen solchen Besatz wiedergegeben; hier findet man nun, dass dieser Besatz plötzlich aufhört und dass die Epithelschicht sich zwar direkt fortsetzt, aber — mit einem niedrigen Bürstensaum von ganz der Beschaffenheit, wie er sich in den gewundenen Kanälchen überall vorfindet; in dieser Fig. bemerkt man sogar an dem unteren Wandteil eine solche mit Bürstensaum versehene Zelle zwischen den beiden letzten echten Flimmerzellen eingefügt. Die Färbung mit Eosin hat hier, wie stets, den Bürstensaum rot gefärbt, während die schwarze Hämatoxylinfarbe die langen starken Haare der echten Flimmerzellen intensiv tingiert hat. Von besonderem Interesse ist es also, hier wahrzunehmen, dass die beiden Zellarten zwar derselben Epithelbekleidung angehören, direkt ineinander »übergehen«, aber keine Zwischenformen, keine Übergangsstadien darbieten. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigten in den Präparaten alle anderen Halspartien der gewundenen Kanälchen der Froschniere.

Im Zusammenhang mit dieser Darstellung mag hier auch das Ergebnis der Untersuchung dieser Kanälchen mit Biondifärbung erwähnt werden. Die Fig. 9—11 der Taf. IX zeigen dies Ergebnis. Der Bürstensaum färbt sich, wenn vorhanden, intensiv rot; das Mitom färbt sich auch rot. Die Kerne zeigen ein oder zuweilen einige violette Kernkörperchen sowie eine Anzahl grüne Körnchen. Im Halsteil der Kanälchen (Fig. 12) haben die Kerne der echten Flimmerzellen dieselbe Färbbarkeit, und die Flimmerhaare werden stark rötlich.

In der obigen Beschreibung habe ich absichtlich das Verhalten der *Zellkerne* nicht berührt, weil ich die Schilderung des übrigen Zellkörpers ohne Unterbrechung zum Abschluss zu führen wünschte und die Kerne, wie auch die meisten Autoren hervorheben, in den verschiedenen Zuständen der Sekretion keine bemerkbaren Strukturveränderungen aufweisen. Hier sei aber nun erwähnt, dass sie, wie bekannt, in der Regel eine kugelige, zuweilen aber auch eine ovale oder mehr unregelmässige Form darbieten, und dass sie gewöhnlich einige grössere und verschiedene kleinere Körner und Fäden in ihrem Inneren zeigen. Von mehreren Autoren ist hervorgehoben worden, dass die Kerne nicht nur eine etwas verschiedene Grösse haben, sondern auch eine etwas verschiedene Lage in dem Zellkörper aufweisen, indem sie bald der äusseren Membran ganz nahe liegen, bald in der Mitte der Zelle, bald wieder dem Lumen genähert sich befinden. Im ganzen lässt sich sagen, dass in den Zellen mit Bürstensaum und mit tropfenförmiger Sekretabsonderung (Fig. 1—4) die Kerne in der Regel der Aussenmembran näher liegen, in den Zellen mit innerer kuppelförmiger Erhebung dagegen mehr in der Zellmitte oder noch mehr nach innen hin gelagert sind (Fig. 5, 6, 11 der Taf. IX). Ganz bestimmte Regeln sind jedoch hier kaum anzugeben.

Nach dieser Darstellung der Strukturverhältnisse der gewundenen Kanälchen sollte eigentlich eine Beschreibung derselben in den anderen Kanälchen der Froschniere folgen. Ich muss aber gestehen, dass es mir nicht gelungen ist, mit Sicherheit in dieser Niere die verschiedenen Kanälchenpartien in ihrer Reihenfolge festzustellen. Ich verzichte deshalb hier lieber auf eine solche Schilderung. Beim Kaninchen und Menschen, wo dies weit deutlicher wahrzunehmen ist, komme ich auf diese Frage zurück. Hier sei nur auf die in Fig. 7 abgebildete Kanälchenart hingewiesen, in welcher ein Bürstensaum ganz fehlt, die einzelnen Zellen eine distinkte Begrenzung zeigen und das Mitom der Zellen eine sehr schöne parallele Anordnung der gekörnten Fäden im Protoplasma darbietet. Ich bin geneigt, diese Kanälchenart als zum Abführkanalsystem gehörend zu betrachten.

Weil es mir von Interesse zu sein schien, auch die Verhältnisse bei den Urodelen zu studieren, habe ich sie v. a. bei der *Salamandra maculata* untersucht. Und da mir die seltene Gelegenheit, die Nieren von *Megalobatrachus* (*Cryptobranchus*) *japonicus* im frischen Zustande zum guten Fixieren zu bekommen, zuteil geworden ist, habe ich auch diese studiert. Bei beiden diesen Tieren erwies es sich allerdings schwierig, die verschiedenen Abteilungen der Kanälchen vom Anfang bis zum Ende in ihren Strukturveränderungen sicher zu verfolgen. Ich werde deshalb dies nicht eingehender zu beschreiben versuchen, sondern nur die wichtigsten Typen schildern. Bei beiden sind die Kanälchen in der Regel breit und mit verhältnismässig weitem Lumen versehen. Die Epithelzellen sind auch gross, mit grossem Kern.

Bei der *Salamandra mac.* sind diejenigen Kanälchen, welche offenbar den gewundenen Kanälchen entsprechen, mit einem Epithel versehen, in dessen Zellkörpern das Mitom in der Regel aus schön radiierenden körnigen Fäden besteht, welche, wie beim Frosch, die basale Partie der Zellen einnehmen. Die Fig. 13 der Taf. IX stellt den Querschnitt, und die Fig. 14 die eine Seite eines Längsschnittes von je einem dieser Kanälchen dar. Man sieht hier sehr schön die parallel radiierende Anordnung der gekörnten Fäden, welche bald mehr dicht und kompakt, teilweise bündelweise vereinigt, bald mehr zerstreut geordnet sind und bis in die Nähe der Aussenmembran reichen. Die Kerne liegen entweder in dies Mitom ganz eingeschlossen (Fig. 14), oder auch aus ihm teilweise nach innen gegen das Lumen gerückt. Die innere Partie der Zellen ist übrigens gewöhnlich mehr oder weniger stark angeschwollen und in das Lumen hineinragend, wobei zwischen den Zellen kleine buchtförmige Einsenkungen sichtbar sind. In diesen inneren Anschwellungen der Zellen bemerkt man nur einzelne, gewöhnlich gewundene körnige Fädchen, welche wohl wahrscheinlich aus dem Mitom herrühren. Hier und da erkennt man nun, dass an dem Gipfel der inneren Anschwellungen Einschnürungen vorkommen, durch welche verschieden gestaltete, blasenförmige Stücke von ihnen mehr oder weniger abgeschnürt werden. Oben und unten in der Fig. 14 sieht man eine solche Blase oder einen Tropfen beinahe abgeschnürt. In dem Lumen der Kanälchen bemerkt man auch solche schon ganz abgeschnürte, rundliche oder ovale, oft etwas gegeneinander gedrückte Blasen oder Tropfen verschiedener Grösse. Sie entsprechen offenbar den hier oben beim Frosche beschriebenen Sekrettropfen. Dagegen habe ich beim Salamander den beim Frosche geschilderten, sich in Eosin rot färbenden Bürstensaum zwar vorhanden, aber nicht in so schöner Ausbildung gefunden. Der Saum zeigte sich in meinen Präparaten vom Salamander niedriger und nicht so distinkt wie beim Frosche. Man bemerkte ihn nur an solchen Stellen, welche zwischen den starken inneren Ausbuchtungen der Zellen sich vorfanden.

Es finden sich auch beim Salamander im Halsteil der gewundenen Kanälchen, beim Abgang von der Glomeruluskapsel, an den dortigen Epithelzellen gut entwickelte Flimmerhaarbüschel. Die Grenze zwischen den einzelnen Zellen dieser Kanälchen ist in der Regel nicht zu entdecken; nur die zwischen den inneren Anschwellungen vorfindlichen kleinen Einstülpungen geben eine Art Abgrenzung an.

Neben diesen Kanälchen kommt dann noch eine andere Art von noch weiteren Kanälchen vor, deren Epithel eine andere Beschaffenheit darbietet. Die Fig. 15 stellt drei Zellen eines solchen aus einem Querschnitt dar. In diesen Zellen, deren Grenzen in der Regel deutlich hervortreten, erkennt man ein feines, den ganzen Zellkörper in gewundener Anordnung durchspinnendes, schwächer hervortretendes Mitomwerk, ohne eine Sonderung in eine basale und eine Lumenpartie; die grossen, meist ovalen Kerne nehmen gewöhnlich die Mittelpartie der Zellen ein. In diesen Zellen bemerkt man ferner, und zwar vorwiegend in der basalen Partie und neben dem Kern, eine grössere oder kleinere Anzahl von kuglig gestalteten etwas verschieden grossen Körnern, die sich dunkel färben und als eine Art Sekretkörner imponieren (Fig. 15). Bei *Megalobatrachus* sind auch ähnliche Körner vorhanden, sie deuten aber dort auf einen Zerfall des Kerns (s. u.). Diese zweite Art von Kanälchen scheint die Rolle von Ausführgängen resp. Sammelkanälen zu spielen.

Die Kerne aller dieser Epithelzellen färben sich beim Salamander im Biondigemische stark grün.

Bei dem *Megalobatrachus* (*Cryptobranchus*) *japonicus* sind die Verhältnisse in mancher Beziehung denen der *Salamandra* sehr ähnlich, so dass ich auf eine nähere Darstellung verzichte, um so mehr als auf der Tafel zu wenig Platz für Abbildungen vorhanden war. Nur drei solche Abbildungen (Fig. 16—18) sind deshalb auf Taf. IX mitgeteilt. In Fig. 17 liegt offenbar eine Partie eines gewundenen Kanälchens (im Querschnitt) mit drei Epithelzellen vor, in deren basalen Teilen das gefärbte Mitom und die Kerne vorhanden sind, während die gegen das Kanallumen gerichteten Zellteile stark blasig angeschwollen sind und eine abgeschnürte Blase (ein Sekrettropfen) sich ihnen anschliesst. Hier ist kein Bürstensaum mehr zu bemerken. Dagegen findet sich in einer grossen Anzahl der Kanälchen, in welchen die Epithelzellen eine mehr geflechtartige Anordnung des Mitoms erkennen lassen (Fig. 18 der Taf. IX), ein echter Bürstensaum, welcher die ganze, gewöhnlich kuppelartig angeschwollene Lumenfläche der Zellen bedeckt und sich mit Eosin schön rotfärbt; hier und da bemerkt man indessen, dass von den Lumenenden dieser Zellen ein tropfenförmiger Fortsatz (Fig. 18) hinauschiessst, welcher den Bürstensaum durchbrochen hat, und am vorderen Ende konnte man sogar noch rotgefärbte Reste des Saumstücks wahrnehmen; zu beiden Seiten des hinausgetretenen Sekrettropfens bemerkt man in der Figur je einen schon abgeschnürten Tropfen, und im Lumen mancher Kanälchen findet man mehr oder weniger zahlreich solche Bildungen. In einem Teil der Kanälchen findet sich auch eine Art von Epithelzellen, in denen in mehr oder weniger zahlreicher Menge runde Körner im Zellkörper eingestreut liegen (Fig. 18, rechts, Taf. IX), welche in den Hama-

toxylinpräparaten stark dunkel erscheinen, in den Biondipräparaten aber rot werden; diese Körner oder Kugeln, welche eine etwas verschiedene Grösse darbieten, finden sich besonders in der Umgebung des Kerns, und bei genauerer Durchmusterung der Präparate bemerkt man, dass in manchen solchen Zellen die Kerne verkümmert oder sogar verschwunden sind. Es scheint in der Tat, als ob die Körner durch eine Art Zerstörung des Kerns entstanden seien. Die mit solchen Körnern versehenen Zellen haben auch den Bürstensaum und stehen unter den anderen Epithelzellen bald einzeln, bald kolonieweise eingestreut. Wahrscheinlich sind diese Körner derselben Natur wie die bei Salamandra geschilderten und in Fig. 15 abgebildeten kugeligen Körner.

Im Halsteil der gewundenen Kanälchen, beim Ausgang von den Glomeruluskapseln, findet sich auch bei *Megalobatrachus* ein Epithel mit stark ausgebildeten Flimmerbüscheln (Fig. 16 der Taf. IX), und dieses echte Flimmerepithel geht direkt in das Epithel der gewundenen Kanälchen, mit dem niedrigen, dichten, in Eosin rot sich färbenden Bürstensaum über. Im Biondigemisch färben sich alle Kerne des Epithels stark grün.

Bei den *Reptilien* habe ich besonders die Niere von *Lacerta viridis* untersucht, zugleich aber auch die von *Natrix natrix* (LIN.) und *Emys orbicularis* (LIN.) studiert. Ich werde hier, im Anschluss an die obige Schilderung der Verhältnisse beim Frosch, die der genannten *Eidechse* besonders berühren. Die Fig. 19—24 der Taf. IX stellen Partien von Schnitten aus der Niere dieses Tieres dar. Man kann hier solche Kanälchen unterscheiden, welche den gewundenen in der Froschniere sehr ähnlich sind (Fig. 19, 22 und 24), sowie eine andere Art, welche einen ganz verschiedenen Typus darbieten (Fig. 21 und 20). In den ersterwähnten (19, 22, 24) sind die Epithelzellen mit einem Bürstensaum ausgestattet, der dem beim Frosch ganz ähnlich ist und hier und da Unterbrechungen durch ausgetretene Sekretröpfchen zeigt, sowie im Zellkörper ein reichlich ausgebildetes Mitom von feinen körnchenführenden Fäden besitzt, welche aber gewöhnlich nicht so gerade und aneinander parallel angeordnet sind wie beim Frosch, sondern etwas mehr schlingernd und einander kreuzend verlaufen, weshalb es schwerer ist, sie genau zu verfolgen. In dem Lumen dieser Kanälchen findet man auch die Sekretröpfchen angesammelt wieder, (Fig. 19, 22, 24), welche denen beim Frosch ganz ähnlich sind. Auch bei *Lacerta* findet man in dem von der Glomeruluskapsel ausgehenden Halsteil der gewundenen Kanälchen ein deutlich ausgeprägtes, echtes Flimmerepithel mit starken Flimmerhaaren.

Die zweite Art von Kanälchen (Fig. 21 und 20) zeichnet sich durch eine weit bedeutendere Dicke — ich habe in den angeführten Figuren, des Raumes auf der Tafel wegen, relativ schmälere solche Kanälchen abgebildet — aber auch durch einen verschiedenen Bau aus. Zwar ist die Epithellage auch hier einschichtig und in radiierender Richtung angeordnet; die Zellen sind aber sehr schmal und hoch, und der rundliche Kern liegt stets im äusseren Ende der Zellen dicht an der Membran. In der äusseren Hälfte der Zellkörper erkennt man zwar ein dichtes gekörntes Mitomwerk, aber ohne nachweisbare bestimmtere Anordnung. Vor allem aber zeichnen sich diese Zellen dadurch aus, dass in der inneren Partie derselben eine grössere Anzahl kugliger Körner vorhanden ist, welche offenbar als eine Art Sekretröpfchen zu betrachten sind. Hier und da kann man zwar auch in der angrenzenden äusseren Zellpartie einzelne solche Körner nachweisen, die eigentliche Masse derselben liegt aber in der Innenpartie, und man findet bei einer näheren Untersuchung gegen das Lumen keine bestimmte Zellgrenze, während dagegen an den Seitenflächen der Zellen solche Grenzen als dünne membranöse Scheidewände hervortreten. Im Lumen der Kanälchen wiederfindet man eine mehr oder weniger grosse Anzahl von ausgestossenen Körnern, und in den Zellmündungen liegen sie besonders zahlreich. Hier hat man also eine Art von Sekret oder Exkret, wie es in den zuerst beschriebenen Kanälchen mit den angesammelten Sekretröpfchen der Fall war. In den mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten (Fig. 21) treten die Körnchen der zweiten Kanälchenart durch ihre dunkle und in den mit Biondigemisch gefärbten (Fig. 20) Präparaten durch ihre stark rote Farbe hervor. Sofern ich es richtig aufgefasst habe, scheint M. HEIDENHAIN diese Sekretröpfchen hier schon gesehen zu haben.

Schliesslich ist in diesen Präparaten noch eine Art von Kanälchen vorhanden, welche durch die bedeutende Anschwellung und Auftreibung vieler ihrer Zellen ausgezeichnet sind. In Fig. 23 der Taf. IX ist ein Querschnitt eines solchen Kanälchens wiedergegeben. Wie man hier sieht, ist die Mehrzahl der Zellen hell gefärbt und angeschwollen, sowie mit einem spärlichen, hier rotgefärbten Mitomwerk versehen, während einzelne unter den Zellen nicht derartig angeschwollen sind und die rote Farbe stark angenommen haben. Im Lumen findet man ausgeschiedene körnige Fädchen.

Wie nun diese letzteren beiden Zellarten sich zueinander und zu der zuerst beschriebenen Zellart verhalten, ist nicht leicht anzugeben.

Nach der Behandlung mit dem Biondigemisch färben sich in allen diesen Kanälchen die Kerne *blauviolett*, nicht grün, während aber die Kerne der zwischenliegenden Blutgefässe und der in ihnen befindlichen Blutkörperchen

die grüne Farbe annehmen; ich bemerke dies letztere, um zu betonen, dass die Farbelösung in normaler Weise gewirkt hat und die violette Färbung dieser Nierenzellkerne nicht von einem Fehler der Farbelösung herrührt.

Von den übrigen Reptilien will ich hier die Verhältnisse bei *Emys orbicularis* (*E. lutaria*) nur kurz berühren, um so mehr, als auf der Tafel sehr wenig Platz übrig geblieben ist (Fig. 25 und 26 der Taf. IX). In der Fig. 25 ist unten eine kleine Partie von einem Querschnitt eines gewundenen Kanälchens mit parallel-radiär angeordnetem Mitom im basalen Teil und blasig angeschwollenem Lumenteil; nach oben davon findet sich die Halspartie eines gewundenen Kanälchens beim Ausgang von einer Glomeruluskapsel, und zwar mit einem echten Flimmerepithel versehen. In Fig. 26 findet sich dann eine kleine Partie eines Querschnitts von einem gewundenen Kanälchen mit zwei Epithelzellen, in welchen man ein geflechtartig angeordnetes Mitom sieht und an deren Lumenfläche ein rot gefärbter Bürstensaum hervortritt. An der Lumenseite der einen Zelle ist ein tropfenförmiger Fortsatz des Zellinhalts durch den Bürstensaum hinausgetreten.

Was die *Vögel* betrifft, habe ich die Nieren der *Taube* und des *Buchfinken* untersucht. Weil bei dem letzteren die Zellen der Nierenkanälchen sehr klein sind, sollen hier nur die Verhältnisse bei der Taube besprochen werden. Aber auch diese bieten wenig interessantes, wenn man sie mit denen des Frosches und der Eidechse vergleicht. In den den gewundenen Kanälchen entsprechenden Epithelröhren findet man in den Zellkörpern ein feines, gekörntes Mitomverk und an der Lumenfläche der Zellen einen Bürstensaum, sowie im Lumen der Kanälchen Sekretropfen, welche sich alle mit Hämatoxylin und mit Biondigemisch in derselben Weise wie in der Froschniere färben (Fig. 27 und 28 der Taf. IX). Eine nähere Beschreibung der Befunde lohnt sich hier nicht, weil in der Froschniere die Strukturverhältnisse auffallend distinkter hervortreten. Deshalb sind hier aus der Vogelniere auch nur zwei Figuren mitgeteilt worden.

Es bleibt mir nun übrig, die betreffenden Verhältnisse in der Niere der *Säugetiere* zu besprechen. Von diesen sollen hier als repräsentative diejenigen bei dem *Kaninchen* und dem *Menschen* behandelt werden.

Die Befunde in der Niere des *Kaninchens* sind denen beim Frosch in hohem Grade ähnlich, so dass ich darauf verzichten kann, sie hier ausführlicher zu schildern, und v. a. nur auf die unten auf Taf. X mitgeteilten Abbildungen hinzuweisen brauche. (Fig. 1—23). In den gewundenen Kanälchen erkennt man also ein echt radiierendes Mitom, welches die Zellkörper von der Aussenmembran bis zu dem in der Regel vorhandenen, schön ausgebildeten Bürstensaum in im ganzen ziemlich paralleler Anordnung durchläuft (Fig. 1—7). Die Körnchen führenden, feinen Fäden des Mitoms können sich zwar zuweilen dichotomisch verzweigen, sie anastomosieren aber nicht netzförmig miteinander, und im ganzen bemerkt man von ihren Verzweigungen nur wenig. Hier und da lassen sie helle Zwischenräume zwischen ihren Bündeln offen, welche Räume, wie sonst überall, zwischen den Körnchenfäden von heller strukturloser Zwischensubstanz (dem Paramitom FLEMMING's oder dem Hyaloplasma anderer Autoren) ausgefüllt sind. Die Fäden färben sich, wie erwähnt, mit Eisenalaun-Hämatoxylin schwärzlich, bei etwas stärkerer Differenzierung entfärbt sich zuerst die die Körnchen verbindende Substanz, und die Körnchen allein bleiben gefärbt; schliesslich verschwindet die dunkle Farbe vollständig, nur die Körnchenreihe am Ursprunge des Bürstensaums behält noch die schwarze Farbe, um auch zuletzt diese zu verlieren. Wenn Eosinfärbung zugleich benutzt worden ist, treten die Fädchen mit ihren Körnern in roter Farbe hervor. In der Fig. 7 (Taf. X) habe ich die verschiedenen Differenzierungsstadien zusammengestellt. In der Umgebung der Kerne kommen auch oft mehr mitomfreie Stellen vor. Am Ursprung der Stäbchen des Bürstensaums bemerkt man, wie beim Frosche u. a., auch beim Kaninchen feine, die Hämatoxylinfarbe stark behaltende Körnchen (Fig. 2, 3, 7), wogegen die schmalen Stäbchen des Bürstensaums diese Farbe bald abgeben und sich mit Eosin stark rot färben lassen; der Saum zeigt in verschiedenen Kanälchen eine verschiedene Höhe. In dem Halsteil der gewundenen Kanälchen, wo sie von den Bowman'schen Kapseln ausgehen, suchte ich, wie andere Forscher, beim Kaninchen vergebens nach wirklichen Flimmerzellen. Hier und da sieht man nun auch beim Kaninchen den Saum von verschieden breiten und langen, hellen, aber oft dunkel gefärbte Körner enthaltenden Ausstülpungen der Epithelzellen durchbrochen. Die Fig. 3 und 7 der Taf. X geben einige Beispiele hiervon in Hämatoxylinfärbung, sowie die Fig. 10 in Biondifärbung. Diese auch bei bester Fixierung vorhandenen Ausstülpungen aus den Zellen zeigen aber sehr verschiedene Grade, indem bald nur kuppelförmige Vorsprünge sichtbar sind (Fig. 1, 2, 4), bald weit stärkere Ausbuchtungen vorkommen (Fig. 3, 5, 6, 7, 10 etc.), wobei der Bürstensaum an solchen grösseren Ausstülpungen stets und in ihren Umgebungen mehr oder weniger weit verschwunden ist (Fig. 4, 5, 6 etc.). Sobald diese Ausstülpungen eine bedeutendere Ausdehnung erfahren haben, erkennt man, dass sie sich am Halse, dort wo sie von den Zellen ausgehen, sich abschnüren (Fig. 3, 10). Diese Ausstülpungs- und Abschnürungserscheinungen kommen in den ge-

wundenen Kanälchen in grosser Menge vor und können eine Reihe verschiedener Variationen darbieten. In dem Lumen der Kanälchen trifft man dann auch eine bedeutende Anzahl von hellen, rundlichen oder ovalen Tropfen, welche gegeneinander mehr oder weniger gedrückt liegen und das Lumen ausfüllen. Diese Sekrettropfen sind scharf begrenzt, von heller, etwas glänzender Farbe; eigene, doppelkonturierte Membranen scheinen sie aber nicht zu besitzen; sie enthalten oft Körnergruppen, die sich mit Hämatoxylin stark schwarz färben.

Wie bei dem Frosche, liegen die Kerne bald mehr aussen, der Membran genähert und vom Mitomwerk umgeben, bald mehr dem Lumen zu hingerückt, und zwar wenn die Zellen in ihrem Innenteil angeschwollen sind; im letzteren Falle sind die Kerne weniger von dem Mitom umgeben, gleichsam aus ihm etwas aufgestiegen und vom Paramitom reichlicher umflossen.

Was nun die anderen Abteilungen der Nierenkanälchen betrifft, so sind in ihnen die Erscheinungen natürlich weit weniger prägnant. In den schmalen Partien der Henle'schen Schleifen ist bekanntlich das sie auskleidende Epithel sehr niedrig und nur in der Umgebung des Kerns etwas höher; hier bieten die Struktur des Zellkörpers und das spärliche Mitom kein besonderes Interesse. In den breiten Partien dieser Schleifen repetiert sich dann bekanntlich die Struktur des Zellkörpers der gewundenen Kanälchen, obwohl im verkleinerten Massstab. Die Fig. 6 der Taf. X stellt links-unten den Querschnitt einer breiten Schleife dar, und wahrscheinlich gehören auch die Fig. 4 und 5 zu dieser Kategorie, wogegen in der Fig. 6 die kleineren Querschnitte teils schmale Schleifen, teils Blutgefässe wiedergeben. In der Biondifärbung (Fig. 13) wird dies deutlicher differenziert.

Was schliesslich die Sammelkanälchen angeht, so treten hier (Fig. 8, 9, 14—17) die Zellgrenzen deutlich hervor, das Mitomwerk erhält eine andere Anordnung, nicht die parallel-radiierende, sondern eher eine geflechtartige, zuweilen auch eine gewissermassen vom Kern aus radiierende (Fig. 8).

In der Biondifärbung treten im ganzen die Kerne aller dieser Epithelzellen der Kaninchenniere durch ihre grüne Farbe hervor, wobei aber auch violette Körner hier und da in der Kernsubstanz sichtbar sind. Die Fig. 10 der Taf. X stellt den Querschnitt eines gewundenen Kanälchens dar, die Fig. 11 und 12 geben Querschnitte der breiten Henle'schen Schleifen und die Fig. 14—17 Quer- und Längsschnitte schmalerer und breiterer Sammelröhren wieder.

Wie oben mehrmals betont wurde, lassen sich, wie von den meisten Autoren angegeben worden ist, zwischen den einzelnen Epithelzellen der gewundenen Kanälchen und der breiten Henle'schen Schleifen in den Schnittpräparaten keine deutlichen Zellgrenzen nachweisen. Man hat ja mehrmals versucht, durch Silberfärbung diese Grenzen darzulegen. Ich machte auch gelegentlich einige solche Färbungsversuche. An den Bowman'schen Kapseln gelang es mir, wie den anderen Autoren, zwar stets, die Zellgrenzen schön zu färben (Fig. 20). Hin und wieder konnte ich aber auch, obwohl nur schwach, an den gewundenen Kanälchen solche Grenzen nachweisen (Fig. 21 und 22). An den Sammelröhren, den schmäleren und den breiteren (Fig. 23), tritt natürlich das Zellmosaik sehr deutlich hervor.

Schliesslich sei hier erwähnt, dass es auch mir gelungen ist, die von ZIMMERMANN und anderen Forschern dargelegten Diplosomen in der Nähe der Lumenfläche der Epithelzellen der Sammelröhren gut gefärbt und scharf hervortretend zu bekommen (Fig. 18 und 19). Die von MEVES u. a. an ihnen gefundenen feinen Geisselfäden blieben mir aber unklar; bald glaubte ich sie wahrzunehmen, bald aber nicht; ich betone aber hierbei, dass ich diesem Thema nur gelegentlich meine Aufmerksamkeit widmete, weil es nicht zum Plane meiner Untersuchungen gehörte und meine betreffenden Präparate für diesen Gegenstand im allgemeinen zu wenig differenziert waren. Infolge dessen kann ich mich auch nicht über das von ZIMMERMANN u. a. beschriebene Vorkommen von Diplosomen in den Epithelzellen der anderen Partien der Nierenkanälchen äussern; ich suchte sie zwar, in einigen dafür geeigneten Präparaten, in den gewundenen Kanälchen, aber leider vergebens; ich will aber gar nicht bezweifeln, dass die Forscher, welche sie hier eingehend gesucht und beschrieben, auch wirkliche Diplosomen gefunden haben. Es mag indessen hier bemerkt werden, dass ich, ebensowohl als die übrigen Autoren, welche die Nierenstruktur studiert haben, nie in den Epithelzellen der Kanälchen der gesunden Niere erwachsener Individuen Mitosen gefunden habe. Ich hatte bei diesen Studien stets meine Aufmerksamkeit auf diese Frage gerichtet, aber in diesen Zellen sah ich nie eine wirkliche mitotische Teilungsphase, weder beim Kaninchen, noch bei den anderen Wirbeltieren. In pathologischen Fällen haben aber einige Forscher solche gefunden.

Es bleibt nun übrig, die Verhältnisse in der Niere des Menschen zu berühren. Durch die Güte meines Kollegen und Freundes Professor EMIL HOLMGREN in Stockholm erhielt ich, wie oben erwähnt, hierzu von ihm im Carnoy'schem Gemisch gut fixiertes Material von einem hingerichteten jüngeren Manne. Die Fig. 24—30 der

Taf. X geben einige Abbildungen aus den von diesem Material gemachten Präparaten. Weil es auch hierbei für mich galt, dieselben Fragen, wie bei den anderen Vertebraten, zu eruieren, beschränke ich mich auf eine kurze Besprechung der betreffenden Befunde. Auch beim Menschen lassen sich vor allem die gewundenen Kanälchen, die beiden Schenkel der Henle'schen Schleifen und die Sammelröhren in ihrem Bau unterscheiden. Die gewundenen Kanälchen sind relativ breit, mit weitem Lumen versehen. Die Fig. 24 der Taf. X stellt den ganzen Querschnitt eines solchen Kanälchens dar; die Fig. 25, 26 und 27 geben Stücke derartiger Schnitte wieder, sämtlich nach der Behandlung mit Eisenalaun-Hämatoxylin und z. T. mit Eosin. Der obere Querschnitt in der Fig. 29 stellt ein mit Biondigemisch gefärbtes Kanälchen dar. In allen erkennt man in dem Epithel ein schönes Mitom aus feinen körnigen Fäden, welche zum grössten Teil radiär von der Aussenmembran nach dem Lumen ziehen, hier und da aber einander auch etwas kreuzen. Die Kerne liegen in der Regel der Aussenmembran etwas genähert. Die Lumenfläche der Zellen ist mit einem deutlich ausgebildeten Bürstensaum mit innerem Körnchenrand bedeckt, welcher nur hier und da von einzelnen kuppelförmig angeschwollenen Zellenden unterbrochen wird, indem sie in das Lumen mehr oder weniger stark hineinragen (Fig. 24, 25, 27, 29). Der Bürstensaum, in welchem man die einzelnen Stäbchen oft deutlich wahrnimmt, gehört also in der Tat hier als eine normal vorkommende Bildung dem Epithel der gewundenen Kanälchen an. Dagegen suchte ich, wie andere Forscher, im Halsteil dieser Kanälchen, bei ihrem Ausgang von den Bowman'schen Kapseln, vergebens Spuren der bei den niederen Tieren konstant vorhandenen echten Flimmerzellen. In dem Lumen findet man ausserdem eine Menge dicht gedrängter blasenartiger Tropfen verschiedener Grösse, welche auch Körner enthalten oder zwischen sich eingeschoben zeigen. Die breiten Schenkel der Henle'schen Schleifen imitieren in ihrem Bau, obwohl in verkleinertem Massstab, die gewundenen Kanälchen. In beiden sind die Grenzen der Epithelzellen verschwommen, undeutlich und kaum nachweisbar. Die Sammelröhren (Fig. 28 und 30) zeigen aber, wie gewöhnlich, zwischen den Zellen bestimmte Grenzen.

Bei der Biondifärbung (Fig. 29 und 30) erhält man in den Epithelzellen sämtlicher Kanälchen der Menschenniere violett gefärbte Kerne, während die die Kanälchen umgebenden Kerne der Bindegewebszellen grün gefärbt werden.

Zusammenfassung.

Aus der oben gelieferten Darstellung der Struktur der Epithelzellen der Nierenkanälchen verschiedener Wirbeltiere können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Zellkörper der in den verschiedenen Abteilungen der Kanälchen überall nur einschichtig die Aussenmembran bekleidenden Epithelzellen zeigt nach guter Fixierung und Färbung stets eine Zusammensetzung des Protoplasmas aus einer unstrukturierten Substanz, dem *Paramitom* oder Hyaloplasma, und einem aus feinen, mit Körnchen versehenen nicht anastomosierenden oder netzförmig angeordneten, hier und da aber dichotomisch verästelten Fäden bestehenden, in der anderen Substanz eingeschlossen liegenden *Mitomwerk*.

2. In den verschiedenen Abteilungen der Kanälchen ist das Mitom in verschiedener, für die einzelnen Zellarten meistens charakteristischer Weise angeordnet. In den gewundenen Kanälchen ist dies Mitomwerk, wie im Jahre 1891 der schwedische Forscher TH. ROTHSTEIN zuerst näher beschrieb, in parallelradiierender Anordnung, v. a. im basalen Teil der Zellen, vorhanden. Bei den verschiedenen Tieren tritt dies verschieden deutlich und prägnant hervor. Von den genauer untersuchten Tieren ist dies besonders beim Frosch und Kaninchen auffallend ausgeprägt; bei anderen Tieren und beim Menschen findet man auch oft eine derartige Anordnung mehr oder weniger hervortretend, aber gewöhnlich nicht so bestimmt markiert.

3. Der schon längst bekannte *Bürstensaum* findet sich bei den untersuchten Tieren mehr oder weniger scharf ausgeprägt, als eine die Lumenfläche der Zellen bekleidende Bildung, in welcher man oft deutlich eine Zusammensetzung aus feinen parallelen, vertikalen Stäbchen wahrzunehmen vermag. Diese Stäbchen geben nach Hämatoxylinfärbung bei der Eisenalaun-Differenziation bald die Hämatoxylinfarbe ab, behalten aber intensiv die Eosinfarbe. An der Wurzel des Bürstensaumes bemerkt man an den Vertikalschnitten eine Reihe von Körnchen, welche die Hämatoxylinfarbe intensiv behalten und, soweit man sehen kann, je einem Stäbchen entsprechen. Nach dem Lumen hin endigen die Stäbchen nicht spitz, sondern mit schwach abgestumpften Enden.

4. In dem aus den Bowman'schen Kapseln der Gefässglomeruli anfangs ganz schmal entspringenden Halsteil der gewundenen Kanälchen findet man bekanntlich bei niederen Vertebraten, und zwar bei den untersuchten Amphibien und Reptilien, ein echtes Flimmerepithel mit langen Flimmerbüscheln, welches sich sogar oft ein wenig in die Kapsel hinein fortsetzt. Dieses Flimmerepithel setzt sich eine bald kürzere, bald längere Strecke in das sich dann allmählich erweiternde gewundene Kanälchen fort. Beim Aufhören des Flimmerepithels schliesst sich ohne Übergangsstufen das echte Epithel des gewundenen Kanälchens an, und der stets relativ niedrige, obwohl ein wenig verschieden hohe Bürstensaum tritt sogleich, ohne alle Übergangsform von der Flimmerzellregion, auf, um sich dann von gleicher Beschaffenheit durch das gewundene Kanälchen fortzusetzen.

5. An manchen Epithelzellen der gewundenen Kanälchen findet man in dem gegen das Lumen derselben gerichteten Teil eine mehr oder weniger ausgesprochene Anschwellung, und zwar gewöhnlich in der Form einer kuppelförmigen Erhebung des Zellkörpers; in dieser Zellpartie trifft man in der Regel kein eigentliches Mitom, sondern nur vereinzelte körnige Fäden, welche indessen als eine Art abgestoßener Mitombildungen erscheinen. Hier und da sieht man diese angeschwollenen Zellpartien weit in das Lumen des Kanälchens hineinragen; nicht selten sind sie an ihrem Ausgang von der Zelle, an ihrem Fusse, eingeschnürt. In dem Kanälchenlumen bemerkt man ferner eine mehr oder weniger grosse Anzahl von hellen, tropfenförmigen Kugeln oder Bläschen, welche den erwähnten Zellfortsätzen ganz ähneln und hier und da mit Hämatoxylin sich schwarz färbende Körner enthalten oder zwischen sich eingestreut darbieten. Man bekommt durch ein eingehenderes Studium dieser Verhältnisse die Überzeugung, dass die hellen »Blasen«, welche scharf abgegrenzt sind, aber keine eigentlichen Membranen zeigen, eine Art »Sekrettropfen« darstellen, welche sich durch Abschnürung der sich ausstülpenden Inhaltsteile der inneren Partie des Epithelzellkörpers bilden, und wahrscheinlich setzt diese Art der Sekretion oder Exkretion durch einen sich hin und wieder repetierenden gleichartigen Prozess immer fort, wobei auch die erwähnten Körner abgegeben werden. O. VAN DER STRICHT hatte schon vorher eine Entstehung von »Vakuolen« im Innern der Zellen beschrieben und sie als eine Art Sekretbildung aufgefasst.

Die von einigen Autoren ausgesprochene Vermutung, dass diese Abgabe von Tropfen (»Vakuolen«) ein Artefakt sei, und zwar von einer postmortalen Veränderung oder von den Fixierungsflüssigkeiten herrühre, kann

ich nach eingehendem Studium einer grossen Anzahl von Präparaten aus den Nieren verschiedener Tiere nicht teilen. Alles deutet darauf hin, dass eine ganz »normal« vorsichgehende Art von Sekretion (oder Exkretion) hier vorliegt, wobei die Epithelzellen nicht untergehen, sondern nur von sich verschieden grosse, sich ausstülpende Stücke hin und wieder absehnüren, wonach eine neue Vorbereitung zu derselben Tätigkeit eintritt. - Dass die Zellen hierbei nicht untergehen, tritt schon aus dem Verhalten hervor, welches von mehreren Autoren betont worden ist, dass nämlich in den Nieren erwachsener Individuen im normalen Zustande in den Epithelzellen keine Mitosen, also keine Erneuerung eines hier und da untergehenden Epithels, wahrgenommen werden. Dies letztere stimmt auch ganz mit meiner Erfahrung.

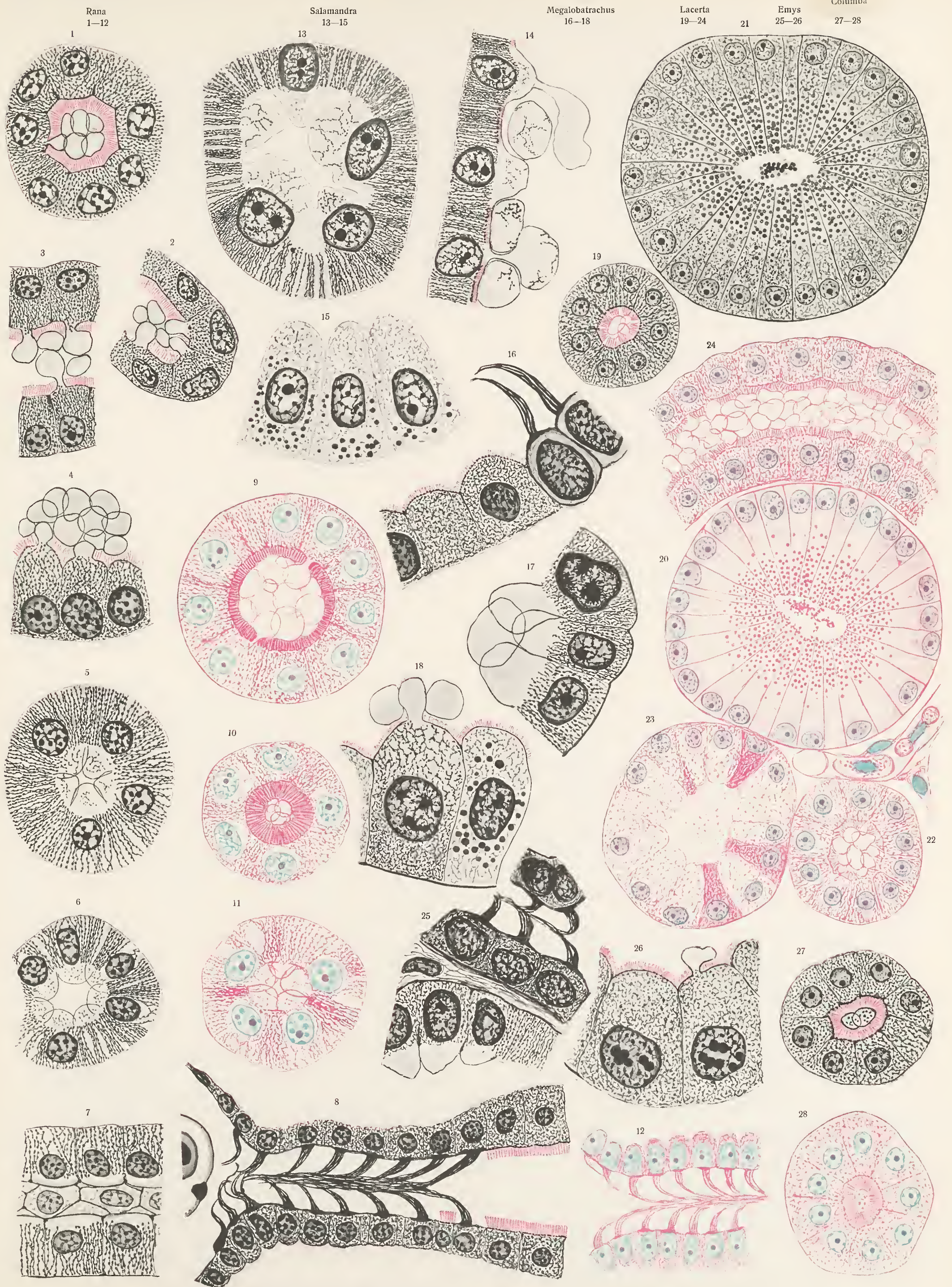
6. An den dem Lumen zugewandten Enden der Epithelzellen, wenn sie stärker angeschwollen sind, fehlt in manchen Fällen der Bürstensaum; in anderen Fällen und bei gewissen Tieren kann man ihn auch hier wiederfinden. Sobald aber die eigentlichen Sekretausstülpungen auftreten und besonders wenn der Absehnürungsprozess eintritt, findet sich an diesen Partien kein Bürstensaum mehr oder höchstens nur ein schwacher Rest desselben. Gewöhnlich bricht der austretende Fortsatz hindurch und lässt nur an seinen Seiten den Saum zurück.

7. Was die Kerne dieser Epithelzellen betrifft, so stimmen meine Erfahrungen im ganzen mit den Befunden anderer Autoren. Die Kerne, welche im allgemeinen eine sphärische oder auch ovale, hier und da auch etwas unregelmässige Gestalt haben und eine Anzahl grösserer und kleinerer basophiler Kugeln und Körner, zuweilen auch ein echt nukleolusartig erscheinendes Körperchen enthalten, scheinen während der Tätigkeit der Zellen keine distinkten, wahrnehmbaren Veränderungen darzubieten. Nur die Lage der Kerne in dem Zellkörper scheint sich hin und wieder etwas zu ändern. Bei der Anschwellung der Zellen und der Abgabe der Sekrettropfen findet man den Kern, welcher sonst gewöhnlich, von dem basalen Mitom umschlossen, der Aussenmembran genähert liegt, mehr nach dem Lumen hin, zum Teil aus dem Mitom austretend, gezogen, um nach dem Verschwinden der Anschwellungsphase wieder in seine frühere Lage, mehr basal und der Aussenmembran genähert, zurückzukehren. Dass keine mitotischen Teilungserseheinungen bei den Kernen im erwachsenen normalen Zustande wahrgenommen worden sind, ist schon oben betont. Dagegen kann ich mitteilen, dass ich mehrmals, in einzelnen Nieren ziemlich oft, Zellen mit zwei Kernen gefunden habe, und zwar natürlich in solchen Zellen, welche von einander bestimmt abgegrenzt waren.

8. Bei der Biondifärbung nehmen, v. a. nach Fixierung im Carnoy' Gemisch, bei den Amphibien (*Rana*, *Salamandra*, *Megalobatrachus*) die Kerne eine deutlich *grüne*, bei den Reptilien, Vögeln und Säugetieren gewöhnlich eine *violette* Farbe an.

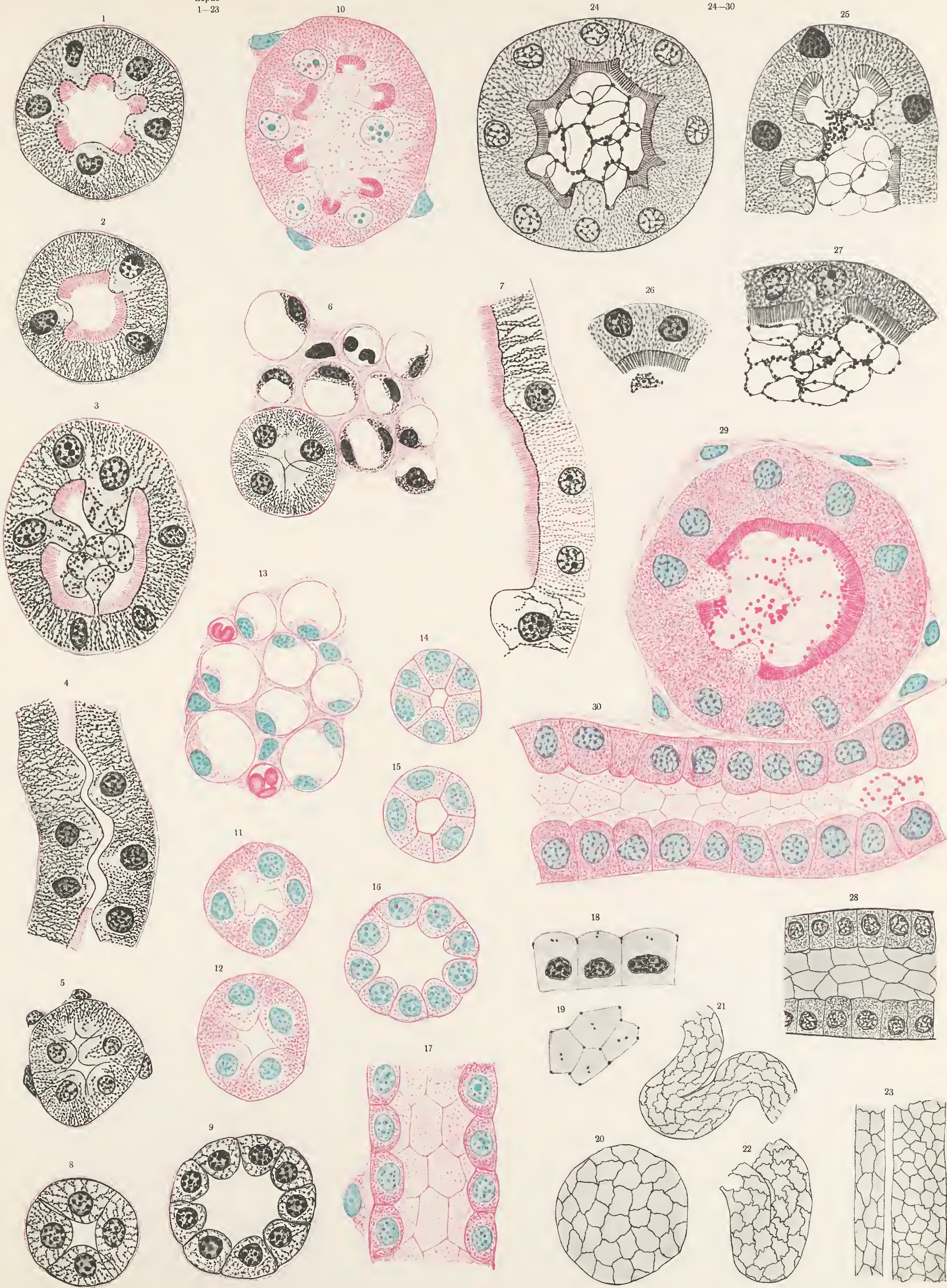
9. Was die mich bei diesen Untersuchungen ganz besonders interessierende Frage über die Bedeutung der Struktur des Nierenepithels für das Protoplasmaproblem betrifft, so kann ich, wie hier schon im Moment 1 betont, im Anschluss an die oben gelieferte eingehendere Darstellung noch einmal hervorheben, dass hier ein echt mitomistisches Protoplasma vorliegt, und zwar ein solehes mit getrennt verlaufenden, meistens parallel-radiierenden, mit Körnern besetzten Fäden, die sich zwar dichotomisch teilen können, aber nicht netzförmig zusammenhängen. Eine alveoläre, »wabige« Struktur sah ich hier nie. In dieser Beziehung ist das Nierenepithel und v. a. dasjenige der gewundenen Kanälchen von ganz besonderer Bedeutung für das Protoplasmaproblem. Hier bleibt aber noch von grosser Wichtigkeit zu eruieren, in welchen Teilen des Protoplasmas alle die Sekret- resp. Exkretstoffe sich finden, welche in den Nierenepithelien vorkommen, ob im Mitom oder im Paramitom, oder in beiden. Die Untersuchungen und Befunde von J. ARNOLD scheinen zu zeigen, dass eine von diesen Substanzen, das Glykogen, in den Körnern des Mitoms sich finden könne. Diese Körner scheinen also verschiedene chemische Stoffe tragen zu können und als eine Art Organellen zu wirken. Auf diesem Gebiete liegt offenbar eine grosse Aufgabe für Forschungen vor.





Lepus
1-23

Homo
24-30



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [NF_17](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Die Struktur des Protoplasmas in den Epithelzellen der Nierenkanälchen 53-71](#)