

II.

Der feinere Bau der Nebenniere des Meerschweinchens.

Von

Franz Fuhrmann.

Mit Tafel XVII und XVIII.

Einleitung.

In der vorliegenden Mitteilung lege ich die Ergebnisse einer umfangreichen histologischen Untersuchung der Nebenniere des Meerschweinchens nieder. Die Literatur über Nebennierenuntersuchungen ist schon sehr groß, weshalb ich mich entschloß, hier in erster Linie nur die Angaben eingehend zu berücksichtigen, welche die Nebenniere des Meerschweinchens betreffen.

In letzterer Zeit erschienen von KOHN eine Reihe von Abhandlungen über »chromaffine Zellen und chromaffine Organe«, wozu auch die Marksubstanz der Nebenniere gerechnet ist. KOHN geht übrigens so weit, die Marksubstanz der Nebenniere als selbständiges, von der Rinde unabhängiges Organ, als »Paraganglion suprarenale«, zu bezeichnen und mit der Carotisdrüse (Paraganglion intercaroticum) zu identifizieren, wobei die Chromaffinität ihrer Zellen neben entwicklungsgeschichtlichen Ergebnissen als gemeinsames Merkmal hervorgehoben erscheint. Obgleich wir zugeben müssen, daß bei accessorigen Nebennieren sehr oft eine Marksubstanz fehlt, können wir doch nicht annehmen, daß die Rinde und das Mark der Nebenniere in keinem engeren Verhältnis zueinander stehen sollen. Es ist doch nicht gut denkbar, daß rein zufällig das Mark in der Rinde liegt. Aus dem Grunde habe ich es versucht, irgendwelche Beziehungen dieser beiden Abschnitte zueinander aufzudecken.

Wie ich schon erwähnte, haben meine Angaben speziell auf das Meerschweinchen Geltung. Gerade dieses Tier wurde zu Nebennierenuntersuchungen verhältnismäßig wenig verwendet. In der Literatur finden sich dementsprechend Angaben über Strukturverhältnisse der

Zellen der Nebenniere dieser Species meistens nur zerstreut, was die Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Tatsachen sehr erschwerte.

Wenn wir auch die am Meerschweinchen erhaltenen Befunde nicht ohne weiteres für die andern Tierspecies verallgemeinern dürfen, wie schon DOSTOJEWSKY (13) hervorhebt, so scheint mir doch die Annahme gerechtfertigt, daß bei allen Säugern die Grundelemente, also die Zellen der Nebenniere, keine fundamentalen Unterschiede aufweisen werden.

1. Technisches.

Die Nebenniere galt von jeher als ein Organ, dessen Marksubstanz in kürzester Zeit post mortem derartige Veränderungen erleidet, daß statt dieser nur ein mit unförmlichen Detritusmassen erfüllter Hohlraum übrig bleibt. Trotz lebenswarmen Einlegens der Nebennieren in die Fixierungsflüssigkeiten eignen sich nur eine geringe Anzahl derselben. Die besten Resultate gaben mir die ZENKERSche Flüssigkeit, MÜLLERSche Flüssigkeit mit käuflichem Formol im Verhältnis 9 : 1 gemischt, 4 %ige Formaldehydlösung und konzentrierte Sublimatlösung in 0,75 %iger Chlornatriumlösung.

Für cytologische Untersuchungen von besonderem Wert war die Platinchlorid-Osmiumsäure-Essigsäuremischung nach HERMANN, in der üblichen Zusammensetzung oder auf das doppelte Volumen mit Wasser verdünnt. Leider gestattet dieses vorzügliche Gemisch das Einlegen ganzer Meerschweinchennebennieren nicht. Um in allen Teilen gut konservierte Präparate zu erhalten, zerlegte ich die Nebennieren in etwa 2 mm dicke Plättchen, die dann auf 6—12 Stunden fixiert und wenigstens 24 Stunden in fließendem Wasser gewaschen wurden. Bei derartig gut ausgewässerten Stücken konnte ich mit bestem Erfolg mit jeder beliebigen Farbe nachfärben.

Mit ebensogutem Erfolg verwendete ich das starke Chrom-Osmium-Essigsäuregemisch nach FLEMMING. Für die Behandlung der Nebenniere mit diesem Gemisch gilt das für die HERMANNSche Flüssigkeit Mitgeteilte.

Fixierungsversuche mit absolutem Alkohol oder einer Mischung von konzentrierter Sublimat- und Pikrinsäurelösung im Verhältnis 1 : 2, auf das doppelte Volumen mit Wasser verdünnt, schlugen gänzlich fehl. Die Zellen zeigten die erdenklichsten Schrumpfungsercheinungen. Ebenso schlechte Erfahrungen machte ich mit einer

von verschiedenen Seiten empfohlenen Mischung von Kaliumbichromatlösung und Formol.

Nach der Behandlung mit den oben angegebenen Fixierungsflüssigkeiten wurden die Objekte sehr gründlich in fließendem Wasser ausgewaschen und in allmählich steigendem Alkohol gehärtet.

Meistens bettete ich die Nebennieren in Paraffin von 58 Grad Schmelzpunkt ein. Um die Schnittfähigkeit der Stücke nicht zu beeinträchtigen, verblieben die Objekte nur sehr kurze Zeit im absoluten Alkohol, niemals länger als eine Stunde. Dann kamen sie bis zur vollkommenen Aufhellung in Xylol, was in weniger als einer Stunde erreicht wurde. Auch im Paraffin ließ ich selbst ganze Meerschweinchennebennieren niemals länger als eine halbe Stunde. In letzter Zeit umging ich den absoluten Alkohol vollständig und brachte die Stücke aus dem 96 %igen Alkohol direkt in das Xylol. Für die Nebenniere bewährte sich dieser Einbettungsmodus vorzüglich. Im allgemeinen ließen sich die Nebennieren nach den oben angeführten Fixierungen sehr leicht in 5—10 Mikren dicke Schnitte zerlegen. Diese wurden teils mit Wasser allein, teils mit Wasser nach vorherigem Eiweiß-Glycerin-Unterguß aufgeklebt.

In Celloidin bettete ich nur sehr selten ein. Ich verwendete eine Methode, die meines Wissens noch nicht publiziert ist und mir vom Assistenten des hiesigen histologischen Instituts, Herrn A. HENNICKE, vor langer Zeit gelehrt wurde. Es werden verschieden dicke Auflösungen von getrocknetem Celloidin in chemisch reinem Methylalkohol hergestellt. Aus dem 95 %igen Äthylalkohol kommen die Stücke zuerst in Methylalkohol und dann in die verschiedenen Celloidinlösungen, bei der dünnsten angefangen. Ich härtete das Celloidin in 65 %igem Alkohol, worin es schon nach einer Stunde schnittfähig war. Die Methode ist vorzüglich und gestattet eine Schnittdicke von 10 Mikren und selbst darunter. Aufgehellt wurden die Schnitte in Origanumöl. Für meine Zwecke eignete sich gerade diese Methode sehr gut, da in den nach ihr hergestellten Präparaten das osmierte Fett zum größten Teil ungelöst blieb, was bei der Äther-Alkoholmethode nicht der Fall ist.

Die Nebennierenschnitte färbte ich auf verschiedene Weise. Bei der Untersuchung der Zellstrukturen gab mir die Eisenlackfärbung sehr gute Resultate. Ich beizte mit dem von BENDA (5) angegebenen »Liquor ferri sulfurici oxydati nach der Pharmak. German. III.«, mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnt. Die Schnitte verblieben von 2—24 Stunden in der Beize, wurden gut abgespült und auf einige

Stunden in eine 1⁰/₁₀ige wäßrige Hämatoxylinlösung gebracht. Differenziert wurde in der sechsfach verdünnten Beize. Ein sehr sorgfältiges Auswässern der Schnitte nach der Differenzierung erwies sich als notwendig, um haltbare Färbungen zu bekommen. Die Differenzierung in der Eisenlösung kann durch eine Nachfärbung mit dem S. Fuchsin-Pikrinsäure-Gemisch von VAN GIESON ersetzt werden. Je nach dem Grade der gewünschten Differenzierung muß man von wenigen Sekunden bis zu 5 Minuten nachfärben. Ich bekam sehr haltbare Präparate.

Mindestens ebensogute und für manche Zwecke noch bessere Dienste als die Eisenlackfärbung leistete mir die Alizarinfärbung nach RAWITZ (55). Natürlich muß diese ausgezeichnete Methode, wie auch KLEMENSIEWICZ (35) hervorhebt, dem Objekt angepaßt werden. Für die in Chromatgemischen gehärteten Stücke der Nebenniere verwendete ich die nach RAWITZ mit der Chrombeize GAI hergestellte Stammlösung, mit destilliertem Wasser auf das 6—8fache Volumen verdünnt. Die Einwirkungsdauer betrug 24 Stunden bei Zimmertemperatur. Das Alizarin I der Höchster Farbwerke wurde mit 5 Teilen Wasser verdünnt und mit einigen Tropfen einer Lösung von essigsäurem Calcium versetzt. Darin verblieben die Schnitte 24 Stunden bei 35—40° C. Hierauf wurden sie in Wasser gut abgespült, durch steigenden Alkohol in absoluten gebracht, wo sie mindestens 2 Stunden verweilten.

Außer diesen Lackfärbungen benutzte ich noch das EHRlichsehe Hämatoxylin mit Nachfärbungen nach VAN GIESON oder mit Eosin, und die Stückfärbung mit Alauncochenille oder Alaunkarmin.

Sehr brauchbare Bilder gaben mir die Färbungen mit $\frac{1}{4}$ 0/iger, wäßriger Methylenblaulösung, konzentrierter, wäßriger Thioninlösung, Safranin und Methylgrün-S.-Fuchsin. Alle verwendeten Farben stammen aus dem Laboratorium Dr. GRÜBLER in Leipzig.

2. Einteilung der Nebenniere.

Nach den Untersuchungen von MECKEL (45) und NAGEL (50) wurde die alte Anschauung von der Existenz einer Höhle im Zentrum der Nebenniere fallen gelassen und man unterschied nunmehr zwei schon makroskopisch erkennbare Abschnitte. Die außen liegenden Partien bezeichnet man als Rindensubstanz, die eine zentral gelegene Marksubstanz umschließt. Diese beiden Bestandteile des Organs erweisen sich auch mikroskopisch als verschieden, indem gewisse Unterschiede in dem Bau und der Anordnung ihrer Zellen

auftreten. Nachdem HENLE (29) noch die Eigenschaft der Markzellen, sich in Chromsäure und ihren Salzen gelb zu färben, entdeckte, gewann die Ansicht von der Verschiedenheit beider Substanzen festen Halt. Diese Chromreaktion erleichtert in der Tat sehr das Auffinden der Markzellen, da sie in dünnen Schnitten intensiv gelb gefärbt zwischen den andern Zellen hervorleuchten.

Ogleich, bei schwacher Vergrößerung betrachtet, die Marksubstanz der Nebenniere beim Meerschweinchen gegen die Rinde scharf abgesetzt erscheint, wie es v. BRUNN (6) hervorhebt, liegen die Verhältnisse bei einer Beobachtung mit starker Vergrößerung doch wesentlich anders. Fig. 3 zeigt einen in MÜLLER-Formol gehärteten Schnitt, an dem sich die Marksubstanz sehr schön durch ihre Farbe von der umliegenden, nur sehr schwach gefärbten Rindenschicht abhebt. In diese bei schwacher Vergrößerung ziemlich kompakt aussehende, gelbe Masse sind aber eine große Anzahl von einzelnen Zellen und Zellgruppen eingestreut, die keine Chromfärbung annehmen.

An Schnittserien läßt sich ohne weiteres feststellen, daß die geschlossene Menge von Marksubstanz nur sehr klein ist, daß aber zahlreiche Züge derselben die Rindenschicht in verschiedenen Richtungen durchsetzen. An den Schnitten repräsentieren sich neben der Hauptmasse der Marksubstanz Längs-, Quer- und Tangentialschnitte dieser Ausläufer in großer Zahl. Sie erreichen in ihrer Mehrzahl zwar nicht die Kapsel, einige von ihnen setzen sich aber bis an diese fort und fallen dort als Gruppen gelb gefärbter Zellen auf, wenn die Nebenniere in Chromatgemischen gehärtet war. Fig. 1 zeigt an einem ungefärbten Schnitt neben den Zellen der äußersten Rinde auch Zellen, welche die Chromreaktion HENLES aufweisen und unmittelbar mit der Marksubstanz im Innern durch einen Pfeiler in Verbindung stehen, wie es sich in der Schnittserie nachweisen läßt.

Die von der Marksubstanz ausstrahlenden Markstränge anastomosieren untereinander. Man kann sich also die Marksubstanz als ein Reticulum vorstellen, dessen Maschen auch von Rindensträngen durchsetzt werden.

Wegen dieser innigen Verflechtung der Mark- und Rindenstränge ist eine scharfe Scheidung beider Substanzen in dem Sinne, daß nur im Zentrum des Organs Markschiebt vorliege, unmöglich. Die an sich schon ziemlich unregelmäßige Anordnung wird noch verwickelter, indem von der fibrösen Kapsel, die das ganze Organ einhüllt, größere Bindegewebsbündel eindringen oder nach RÄUBER (53) Bindegewebs-septa mit begleitenden Nerven und Gefäßen die Rinde einstülpen

und so Zellen der äußersten Rinde hineinziehen. Diese Bindegewebszüge lassen sich fast bis in die Marksubstanz verfolgen. Fig. 4 stellt einen eben beschriebenen Pfeiler dar, dessen Bindegewebe sich in feine Züge und Fasern auflöst und bis in die Marksubstanz eindringt.

3. Rindenschicht.

Im allgemeinen besteht die Rinde der Nebenniere aus einem bindegewebigen Netzwerk und darin liegenden Zellen. Die Anordnung derselben hängt im wesentlichen von der Beschaffenheit des Netzwerkes ab. Dieses zeigt bei verschiedenen Tierspecies eine variable Anordnung. Auch die Masse des Bindegewebes weist bei den einzelnen Species bedeutende Unterschiede auf. Gerade beim Meerschweinchen ist das bindegewebige Gerüst der Nebenniere schwach entwickelt, wie DOSTOJEWSKY (14) u. a. mitteilen.

Nach dem Verlauf des Bindegewebes und der Gefäße einerseits und nach den Verschiedenheiten der zelligen Elemente andererseits, teilte man die Nebennierenrinde bekanntlich in verschiedene Schichten.

ARNOLD (4) unterscheidet entsprechend dem Verlauf des Bindegewebes und der Gefäße drei Abschnitte an der Rinde, zu äußerst eine *Zona glomerulosa*, dann eine *Zona fasciculata* und endlich, an die Markschicht angrenzend, eine *Zona reticularis*. Mit wenigen Ausnahmen schlossen sich die Forscher dieser ARNOLDSchen Dreiteilung der Nebennierenrinde an. So EBERTH (15), der die Rinde ebenfalls in drei Abschnitte sondert, wobei er außen und innen Zellnester (Parenchymkörper) unterscheidet, zwischen denen Stränge von Rindenzylindern verlaufen. Auch v. BRUNN (6) schließt sich im wesentlichen der Anschauung ARNOLDS für die Meerschweinchennebeniere an und beschreibt in der *Zona glomerulosa* Zellgruppen in gemeinsamer, bindegewebiger Hülle. Sehr eingehend behandelt PFAUNDLER (51) die Säugernebeniere und statuiert bezüglich der Anordnung des Gewebes einen streng radiären Bau, der nicht bei allen Species gleich gut ausgeprägt erscheint, wie z. B. beim Meerschweinchen. PFAUNDLER äußert sich über die Einteilung in Schichten folgendermaßen: »In den jetzt körperlich gedachten, durch breite Lamellen gebildeten Fächern, die einerseits durch die Kapsel verschlossen sind, andererseits gegen das Mark sich öffnen, liegen folgende, durch Rindenzellen aufgebaute Formen:

- 1) An der Kapsel kuppelförmig geschlossene Hohlzylinder,
- 2) durch Halbkuppen abgegrenzte Rinnen,
- 3) massive, bandartige Stränge.«

Außer den früher genannten Forschern sind als Anhänger der Einteilung ARNOLDS unter andern noch HULTGREN und ANDERSSON (81) und FÉLICINE (19) hervorzuheben.

Eine in manchen Punkten abweichende Anschauung vertritt KÖLLIKER (32, 33), indem er keine scharfe Scheidung in bestimmte Regionen ausspricht, vielmehr gerade und gewunden verlaufende Zellstränge (Rindenzylinder) im bindegewebigen Netzwerk der Nebenniere beschreibt. ECKER (17) dagegen ist der Ansicht, daß die Nebennierenrinde von Zellschläuchen gebildet wird, die von einer strukturlosen Membran umgeben, von Fett, Plasma und Zellen erfüllt sind; getrennt werden diese Schläuche durch feinere und gröbere Bindegewebsbündel. Bezüglich der Existenz einer strukturlosen Membran schlossen sich in der Folge die Mehrzahl der Autoren den Ausführungen KÖLLIKERS an.

HENLE nimmt einen vermittelnden Standpunkt ein, indem er in der Nebennierenrinde ein bindegewebiges Netzwerk beschreibt, in dem außen und innen Zellhaufen liegen, die vielleicht einen gewundenen Verlauf nehmen, dazwischen in der Mitte der Rinde gestreckte Zellschläuche und -zylinder, die teilweise membranlos, teilweise von einer Membran umgeben sind.

GUIEYSSE (28) teilt die Nebennierenrinde des Meerschweinchens in vier Abschnitte, indem er die *Zona fasciculata* ARNOLDS abermals in zwei Partien zerlegt, in eine »couche spongieuse oder partie externe« und in eine »couche fasciculée oder partie interne«.

Nach meinen eignen Befunden lege ich der folgenden Darstellung eine Einteilung zugrunde, die auf der Zusammengehörigkeit gewisser Zellkomplexe fußt. Unter dieser Zusammengehörigkeit verstehe ich das ständige, dem Verbrauch entsprechende Hervorgehen gewisser Zellen aus Bildungszellen, wobei die im fertigen Zustande ganz verschieden aussehenden Zellen durch Übergänge mit diesen verbunden erscheinen. Natürlich sind die Abschnitte, in denen sich Regenerationsvorgänge dieser Zellen mit großer Wahrscheinlichkeit abzuspielen scheinen, als zu diesen Zellkomplexen gehörig aufzufassen. Bei diesem Einteilungsprinzip spielt das Bindegewebe gar keine Rolle. Ich betrachte es lediglich als Stützgerüst des Organs und lege ihm für die Trennung in Schichten keine Bedeutung bei.

Wie sich aus dem Späteren ergeben wird, besteht zwischen den

Zellen der Zona glomerulosa ARNOLDS, der couche spongieuse und dem äußeren Teil der couche fasciculée von GUIEYSSE ein sehr inniger Zusammenhang. Dementsprechend gehören diese Abschnitte zusammen und ich benenne sie als »äußere Rindenschicht« der Meerschweinchennebenniere, der ich die übrigen Partien der Rinde, also den Rest der couche fasciculée und die Zona reticularis, als »innere Rindenschicht« gegenüberstelle.

Anklänge an die von mir aufgestellte Einteilung finde ich in der Literatur bei CREIGHTON (10), indem der genannte Forscher nur die Zona glomerulosa ARNOLDS als Rinde bezeichnet und den übrigen Schichten entgegengesetzt, nachdem sich zwischen den Zellen dieser Partien keine Übergänge finden.

Auch GUARNIERI et MAGINI (27) sprechen von zwei Rindenschichten, doch konnte ich in ihren Untersuchungen nicht genau feststellen, wie weit jede Schicht reicht, zumal sie von Übergängen zwischen den einzelnen Abschnitten berichten.

A. Zellen der äußeren Rindenschicht.

Gleich an dieser Stelle gebe ich einen Überblick der in der Literatur vorhandenen Angaben über die Zellstrukturen der Gesamtrinde der Meerschweinchennebenniere. Dabei fanden die für andre Tiere angegebenen Befunde nur geringe Berücksichtigung.

Im allgemeinen bezeichnet man die Rindenzellen der Nebenniere als polygonale oder rundliche Zellen, die gegeneinander abgeplattet sein können. Die Form und Größe derselben unterliegt einigen Schwankungen, je nachdem sie in verschiedenen Abschnitten der Rinde liegen und verschiedenen Tierspecies angehören. Der Kern tritt mehr oder minder deutlich hervor. [Vgl. ARNOLD (4), HENLE (29, 30), KÖLLIKER (33), MOERS (47) u. a.]

GUARNIERI et MAGINI (27) geben für das Meerschweinchen in der äußeren Rinde der Nebenniere lange, zylindrische Zellen mit zentral gelegenem Kern an. Das Protoplasma derselben zeigt an der Kern- und Zellperipherie die kleinsten Maschen. Die Zellen der inneren Rinde sind polygonal und unregelmäßig mit einem nucleoloreichen Kern und einem sehr feinmaschigen Protoplasmanetz. Die Zellgröße nimmt gegen die Mitte der Drüse ab.

DOSTOJEWSKY (14) schreibt: »Die Zellen ordnen sich beim Kaninchen, und dem Meerschweinchen dem Bau des Stroma gemäß gleichförmig über die ganze Rindensubstanz in langer Reihe an, besitzen jedoch nicht in allen Teilen dieselbe Form und dieselben

chemischen Eigenschaften.« Dicht unter der Kapsel sind sie von geringer Größe, mit homogenem Protoplasma und je einem Kern. Die Zellen enthalten beim Meerschweinchen eine sehr große Anzahl von Körnchen, die sich mit Osmium nicht schwärzen, aber in Äther lösen. Die Verteilung ist beim Meerschweinchen eine gleichmäßige über die ganze Rinde. Nach Einschluß in Kanadabalsam verschwinden diese Gebilde und es bleibt in der Zelle ein Fachwerk zurück. Demnach ist dieses Gitterwerk nicht der Ausdruck einer Protoplasmastruktur sondern nur eine Folge der Auflösung des Zellinhalts. DOSTOJEWSKY berichtet weiter: »Natürlich schließt das nicht die Möglichkeit aus, daß das Protoplasma selbst seinerseits, wie man es heutzutage für jedes Protoplasma annimmt, aus Fäden und Interfilarmasse zusammengesetzt sei.«

PFAUNDLER (51) beschreibt die Zellen der Rinde mit Ausnahme derjenigen der Zona reticularis als kubisch oder polygonal mit lockerem Protoplasmanetzwerk und rundem Kern. In der innersten Partie sind die Zellen mehr abgeplattet und länglich, mit einem feingezetzten Protoplasma.

In neuester Zeit berichtet WIESEL (61) über interessante färberische Erscheinungen der einzelnen Zellgruppen der Rindensubstanz der menschlichen Nebenniere. Nach WIESEL wird bei der Färbung mit polychromem Methylenblau und Differenzierung in 33prozentiger Tanninlösung nach UNNA (60), bei den Zellen der Zona glomerulosa sowohl Protoplasma als Kern blaugefärbt. In der inneren Zona fasciculata und reticularis erscheint ein Teil der Zellen mit intensiv blau gefärbtem Protoplasma und Kern, während ein anderer Teil derselben ein hellblaues Cytoplasma mit einem roten Kern aufweist. Diese verschieden gefärbten Zellen liegen regellos nebeneinander. Nach UNNA sind blau gefärbte Kerne basisch, rot tingierte dagegen sauer. Weiter schildert WIESEL dreieckige bis halbmondförmige Zellen, die sich mit Schleimfarben distinkt färben.

Ich versuchte die UNNASche Färbung an der Meerschweinchennebeniere, bekam aber keine eindeutigen Resultate, die mir einen Schluß gestattet hätten. Die Unterschiede in der Färbung waren minimal. Im allgemeinen konnte ich nur feststellen, daß die Zellkerne meiner äußeren Schicht rein blau waren, während die Kerne der Zellen der inneren Schicht einen mehr violetten Farbenton zeigten.

GUIEYSSE (28) bringt über Strukturverhältnisse der Zellen der Meerschweinchennebeniere bei verschiedenen physiologischen Zu-

ständen sehr detaillierte Angaben, weshalb es notwendig ist, darauf näher einzugehen. Nach GUIEYSSE gehen die gewunden verlaufenden Glomerulosazyliner in die gestreckt ziehenden Fascicularisstränge über. Die Zellen der Glomerulosa sind die kleinsten der ganzen Nebenniere, ihr größter Durchmesser beträgt 10—12 Mikren. Ihr Protoplasma erscheint dicht und homogen und nimmt sehr begierig Eosin, überhaupt Plasmafärbstoffe auf. Mit Eisenlack färbt es sich nur wenig. Nach der wabigen Beschaffenheit des Protoplasmas der Zellen der couche spongiense bezeichnet GUIEYSSE die Zellen derselben als Spongiocyten. Wie schon angedeutet, besteht das Protoplasma der Spongiocyten aus feinen Bläschen, die Flüssigkeit einschließen, mit einem Schwamme vergleichbar. Die HEIDENHAINsche Eisenlackfärbung deckt ihre Struktur sehr gut auf. Das Protoplasma erscheint an der Peripherie dichter und bildet gleichsam eine Hüllmembran. Die Kerne sind von verschiedener Größe und enthalten bald viele, bald wenige Körnchen. Die Zellen der couche fasciculée beschreibt GUIEYSSE als etwas kleiner wie die der früheren Schicht, mit ein bis zwei Kernen. Das Protoplasma ist dicht und schwach granuliert, häufig um den Kern stark verdichtet. Einige Zellen nehmen Eosin begierig an, während nebenliegende sich nur schwach färben. Für den Kern gilt das gleiche wie für den der Zellen aus der früheren Schicht. GUIEYSSE berichtet dann über Details, die bei Eisenlackpräparaten besonders auffallen. Es sind dies vor allem die siderophilen Körper, Gebilde, die Linien und Verzweigungen bilden, Massen, welche in der Nähe des Kernes liegen, Scheibchen mit hellem Zentrum. Sie sind in dieser Schicht in so enormer Menge vorhanden, daß an Eisenlackpräparaten diese Partie der Drüse ein dunkles Aussehen hat. GUIEYSSE weist noch auf eine gewisse Beziehung zwischen der Menge der siderophilen Körper und den Chromatingehalt des Kernes hin. Je weniger siderophile Körper in der Zelle sind, um so dunkler gefärbt erscheint der Kern.

Ergebnisse der eignen Untersuchungen¹.

Die äußere Rindenschicht setzt sich aus den größten und kleinsten Zellen der Nebenniere zusammen. Die in der Nähe der

¹ Wegen der schwankenden Größe der Zellen unterlasse ich Angaben von absoluten Zahlenwerten für die Zelldurchmesser. Nicht nur, daß die Größe der Zellen der Nebenniere bei ein und demselben Tier Unterschiede aufweist, auch der Vergleich der Zellen zweier Tiere derselben Species ergibt häufig sehr beträchtliche Differenzen in der Größe derselben.

fibrösen Kapsel liegenden Zellen haben ein dichtes, feinkörniges Protoplasma, dessen färberische Eigentümlichkeiten auffallend sind. Wie bereits mitgeteilt, färbt es sich mit Eosin sehr stark. Ein Blick auf die Fig. 13 läßt uns so ziemlich alles erkennen. In der Mitte dieses, teilweise vom Bindegewebe eingeschiedeten Zellstranges, der sich nach links fortsetzt, sehen wir die soeben erwähnten Zellen mit feinkörnigem Protoplasma, welches bereits die ersten Anfänge einer Vacuolenbildung aufweist. Diese ersten, kleinen, hell erscheinenden Lücken treten unregelmäßig, mitten im Protoplasma auf, vermehren sich dann und füllen als kreisrunde, helle Vacuolen dasselbe ganz aus. Bei der Eisenlackfärbung zeigen diese einen hellgrauen Farbenton, der mit der Größe der Vacuole immer lichter wird.

Allmählich, durch Vergrößerung der Vacuolen, entstehen aus diesen Zellen die »Spongioocyten« GUIEYSES. Ich acceptiere den Namen »Spongioeyt« nur insofern, als ich darunter Zellen verstehe, die infolge ihrer physiologischen Tätigkeit eine starke Vacuolisierung zeigen, ohne daß damit ein Artmerkmal dieser Zellen verbunden wird. In diesem Sinne werde ich die Bezeichnung »Spongioeyt« gebrauchen, einerlei, ob die Zelle der äußeren, inneren oder Markschiicht angehört.

Mit der Zunahme der Vacuolenbildung geht eine Vergrößerung der ganzen Zelle einher. Der Verlauf der Zellstränge wird ein gerader und wir haben dann den Abschnitt der Nebenniere vor uns, den GUIEYSE »couche spongieuse« nennt. Das Plasma der Zellen dieser Region ist vollständig von großen Vacuolen durchsetzt. An den Berührungsstellen derselben sehen wir mit Eisenlack schwarz gefärbte Verdickungen, wie es Fig. 34a illustriert. Derartigen Bildungen kann ich keine Bedeutung beilegen, da es hinlänglich bekannt ist, daß bei Eisen-Hämatoxylinfärbungen an solchen Stellen größere Farbstoffmassen abgelagert werden. Gewicht legen möchte ich aber auf Bildungen, wie sie in Fig. 29 an der Grenze einiger Vacuolen zu beobachten sind. Dieses Präparat verweilte nur sehr kurze Zeit in der Eisenbeize und in der Hämatoxylinlösung und wurde stark differenziert. Das Protoplasma zwischen den Vacuolen ist dementsprechend fast ungefärbt. An einzelnen Stellen gewahrt man aber tiefschwarze, kleinste Körnchen, die am Rande der Vacuolen zu liegen scheinen.

Ganz gleiches sehen wir an der Zelle in Fig. 15, die ungefärbt ist. Auch hier scheinen sich Körnchen am Vacuolenrande zu befinden. Nichts von dem gewahren wir in der Zelle der Fig. 14, wo

die Zelleinschlüsse durch Osmierung einen braungrauen Farbenton angenommen haben. Es dürfte sich also bei diesen Körnchen um Rückstände vom Zellinhalte handeln, die sich bei der weiteren Behandlung nicht lösen. Diese Annahme rechtfertigt auch der Umstand, daß ich diese schwarzen Körnchen nur dann nachweisen konnte, wenn die Zellen ihrer Einschlüsse beraubt waren. Diese Gebilde vermißte ich in der embryonalen Nebenniere und in den wenig oder noch gar nicht vacuolisierten Zellen des erwachsenen Organs.

Wie ich beiläufig erwähnte, nimmt die Vacuolenbildung gegen das Innere der äußeren Rindenschicht wieder ab. Wir sehen hier ein Verhalten der Zellen, welches ganz dem derjenigen der periphersten Partien gleicht.

Die Kerne der Zellen der äußeren Rindenschicht sind kreisrund oder leicht oval. Mit Eisenlack erscheinen sie bald tief schwarz, bald weniger gefärbt. Gewöhnlich zeigen sie ein ausgebildetes Karyomitom mit Nucleolen in größerer oder geringer Anzahl. Im allgemeinen nimmt die Kerngröße mit der Vacuolisierung zu. Des öfters zeigen auch Spongocyten einen verhältnismäßig kleinen Kern, was besonders im inneren Viertel der äußeren Rindenschicht auffällt. Diese Kerne färben sich dann dunkler.

Eine gewisse Gesetzmäßigkeit zeigt sich beim Auftreten von Teilungserscheinungen. Diese sah ich in den äußersten Partien unter der Kapsel. Hier findet die Teilung beim erwachsenen Tiere vorzugsweise auf amitotischem Wege statt, da ich nur in vereinzelten Fällen normalerweise Mitosen beobachten konnte. Spongocyten traf ich niemals in Teilung. Für die innersten Partien der äußeren Rinde kann ich das Vorkommen von Amitosen nicht unbedingt ablehnen, da ich, wenn auch nicht häufig, zwei Kerne nahe nebeneinander in einer Zelle vorfand. Mitotische Teilungsvorgänge konnte ich jedoch hier niemals beobachten.

In der Literatur finden sich gelegentlich Angaben über Befunde von indirekter Teilung in der Nebennierenrinde. So berichtet CANALIS (7) über das hauptsächlichliche Auftreten der Mitosen in der äußeren Rindenzone.

Auch FÉLICINE (19) beobachtete zahlreiche Karyokinesen in der Zona glomerulosa.

Unter abnormen Verhältnissen kann man sehr häufig das Auftreten von mitotischen Zellteilungen in der äußersten Rindenschicht konstatieren. Bei Inanitionstieren (Meerschwein-

chen) fand ich zahlreiche Mitosen in der äußeren Rinde, welche Beobachtung früher schon MARTINOTTI¹ machte. CANALIS (7) weist auf das Zunehmen der Mitosen nach Verletzungen der Nebenniere des Kaninchens in der Zona glomerulosa hin.

Wie ich früher mitteilte, konnte ich nur selten beim erwachsenen Tier in der äußeren Rinde der Nebenniere Mitosen nachweisen. Amitotische Kernteilungsbilder sah ich dagegen häufig. Fig. 23 stellt zwei Zellen der äußersten Rindenschicht dar, deren Kerne sich in direkter Teilung befinden. Dabei läßt das Protoplasma eine mehr strahlige Anordnung erkennen. Auch sind beide Zellen etwas größer als die umliegenden. Die Annahme der direkten Kernteilung stützen auch Befunde von zwei Kernen in einer Zelle, wie wir sie häufig an verschiedenen Stellen der äußersten Rindenschicht machen können.

Anders liegen die Verhältnisse in der jungen und embryonalen Nebenniere des Meerschweinchens, wo die Teilung ausschließlich auf mitotischem Wege vor sich zu gehen scheint.

Über das Auftreten amitotischer Kernteilungen in der Meerschweinchennebenniere ist meines Wissens bisher nichts mitgeteilt. Es erscheint mir nicht unpassend, über den Wert der direkten Kernteilung für die Regeneration des Gewebes an dieser Stelle einige Bemerkungen einzuflechten, die vielleicht in gewissem Sinne zur Lösung der Frage nach der Funktion der Nebenniere mit benutzt werden könnten.

W. FLEMMING (20) äußert sich sehr vorsichtig bei der Beantwortung der Frage, ob die nach amitotischer Teilung entstandenen Teile sich wieder mitotisch teilen können und zur Regeneration beitragen. Der genannte Forscher negiert bei Leucocyten, die sich amitotisch geteilt haben, das spätere Auftreten von Mitosen, indem er schreibt: »Wenn sich also Leucocyten mit Fragmentierung ihrer Kerne teilen, so würden hiernach die Abkömmlinge dieses Vorgangs nicht mehr zeugungsfähiges Material sein, sondern zum Untergang bestimmt, obwohl sie zunächst noch lange in den Geweben und Säften weiter leben könnten.«

Auch H. E. ZIEGLER (62) bestätigt vollinhaltlich FLEMMINGS Anspruch. In den weiteren Ausführungen kommt ZIEGLER zur allgemeinen Hypothese, »daß bei den Metazoen die amitotische Kernteilung (vorzugsweise, vielleicht ausschließlich) bei solchen Kernen vorkommt, welche einem ungewöhnlich intensiven Sekretions- oder

¹ Zitiert nach HULTGREN und ANDERSSON (31).

Assimilationsprozeß vorstehen«. Bezugnehmend auf die Befunde von NISSEN und KORSCHOLT sagt ZIEGLER: »In Zellen, welche typische Drüsenzellen sind, ist die amitotische Kernteilung nicht selten¹. Drüsenzellen, in denen eine energische Sekretion stattfindet, haben stets einen großen Zelleib und in der Regel einen großen Kern², welcher niemals mehr mitotische Teilungen eingeht; wenn amitotische Teilung des Kerns eintritt, so folgt gewöhnlich keine Zellteilung nach.«

O. VOM RATH (54) berichtet über die amitotische Vermehrung der Stütz- und Randzellen im Hoden und bestätigt die Angaben ZIEGLERS (vgl. auch die Abhandlung von ZIEGLER und VOM RATH [63] über amitotische Kernteilungen bei Arthropoden).

Gegen die Annahme von ZIEGLER werden hauptsächlich Befunde von direkten Kernteilungen bei Protozoen angeführt, die entweder mit indirekten Teilungen alternieren oder ausschließlich zur Vermehrung der Tiere dienen. In neuerer Zeit mehren sich die Angaben in der Literatur über das Auftreten von Amitosen in Zellen der höheren Tiere, bei denen die Abkömmlinge der Amitosen beständig sein sollen.

In der Nebenniere muß durch Amitose ein lebenskräftiges Zellmaterial entstehen, das wesentlich zur Regeneration des Gewebes beiträgt, denn wir finden nur selten mitotische Teilungen.

Die früher mitgeteilten biologischen Befunde ZIEGLERS über die Bedeutung der Amitose für physiologische Vorgänge auf die Nebenniere bezogen, vermögen die jetzigen Anschauungen über die Funktion dieses Organs zu stützen. ZIEGLER (62) nimmt hauptsächlich bei solchen Kernen amitotische Teilungen an, die einer intensiven Sekretions- oder Assimilationstätigkeit vorstehen. Im allgemeinen ist man der Ansicht, daß die Nebenniere oder wenigstens ihre Rinde sekretorisch tätig sei, zu mindest Produkte liefere, die in die Blutbahn abgegeben würden. Auf die Natur dieser Stoffe hier einzugehen, ist überflüssig. Ich unterlasse auch die Aufführung der diesbezüglichen Literatur, da ich nur so nebenbei die Funktion der Nebenniere berühre. In letzter Zeit faßt FÉLICINE die Tätigkeit der Nebenniere wieder dahin auf, daß sie gewisse Stoffe aus dem Blute aufnehme. Demnach entfalten ihre Zellen gewissermaßen eine assi-

¹ NISSEN, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVI. 1886.

² KORSCHOLT, Über die Bedeutung des Kerns für die tierische Zelle. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. 1887. S. 127.

milierende Tätigkeit. Unsre Kenntnisse von dem Wert der Amitose kann jede der beiden Funktionstheorien zu ihren Gunsten auffassen. Eine Entscheidung dieser Frage muß nach meinem Dafürhalten einstweilen noch unterbleiben, da jede der beiden Theorien vieles für sich und manches gegen sich hat.

Über die vermutliche Regeneration des Gewebes der äußeren Rinde dürfen wir uns etwas präziser ausdrücken, und die bisher gefundenen Tatsachen erlauben folgende Annahme:

Die Bildungsstätte für die Zellen der äußeren Rinde der Meerschweinchennebenniere liegt in den periphersten Rindenpartien, wo wir neben spärlichen Mitosen zahlreichere Amitosen vorfinden. Von dort her erfolgt die hauptsächlichliche Gewebsregeneration. WIESEL (61) bezeichnet die Zona glomerulosa, also die äußerste Partie der Rinde, geradezu als Wachstumszone. In den inneren Abschnitten der äußeren Rindenschicht findet eine ausgiebige Zellregeneration statt, worauf die kleinvacuolisierten Zellen hinweisen.

Da ich, meiner eingangs gegebenen Definition der äußeren Rindenschicht entsprechend, diese als spezifischen, streng charakterisierten Abschnitt der Nebennieren bezeichne, erscheint es passend, auch die Einschlüsse der ihn aufbauenden Zellen für sich näher zu beleuchten.

Ein Teil der Forscher sieht in den Einschlüssen der Rindenzellen hauptsächlich Fett und Pigment, während die andern von Pigment und fettähnlichen Substanzen sprechen. Daneben finden wir eine vermittelnde Auffassung, die Fett neben fettähnlichen Substanzen und Pigment in den Rindenzellen auftreten läßt. Ein kurzer Literaturauszug soll das Gesagte erhärten.

KÖLLIKER (l. c.) spricht der Nagernebenniere besonderen Fettreichtum zu.

FREY (22) erwähnt das Vorkommen von Fetttropfchen in der Nebenniere.

Weiteres berichten über einen größeren oder geringeren Fettgehalt ARNOLD, HENLE, GOTTSCHAU, RÄUBER u. a.

v. BRUNN (6) stellt das Auftreten von Fett in Abrede. Wohl findet er in den äußeren Rindenpartien glänzende Körnchen, die sich weder mit Osmiumsäure schwärzen, noch in mit Essigsäure versetztem Ather löslich sind, was gegen ihre Fettnatur spricht.

Dieser Anschauung schließen sich PFAUNDLER (51) u. a. an. Im allgemeinen rechnete man, entsprechend den Reaktionen, diese Substanzen zu fettähnlichen Körpern.

ALEXANDER (3) vermutet in den Vacuolen Lecithin, was neuerdings MULON (49) direkt zu beweisen sucht. HULTGREN und ANDERSSON (31) nehmen als Ursache für die größere Löslichkeit der osmierten Rindenkörner als Körperfett einen vermehrten Lecithingehalt an.

MOERS (47) teilt die Zelleinschlüsse in zwei verschiedene Substanzen, von denen er einen Teil für Fett erklärt, den andern für eine Substanz, die sich in Äther und Alkohol nicht löst, von gelblicher Farbe ist und auf Zusatz von Essigsäure und Alkalien blasser wird, sich aber darin nicht löst. Die Nebenniere der Nager sei besonders reich an solchen Einschlüssen.

Nach GUIEYSSE (28) enthält die Nebenniere des Meerschweinchens sehr beträchtliche Mengen von Fett, die sich über die ganze Rinde ausdehnen. In der Zona glomerulosa sind die Fetttropfen groß und wenig zahlreich, während es in der »couche spongieuse« in den Spongiocyten nur sehr kleine Tröpfchen bildet, die in dem protoplasmatischen Gitterwerk und nicht in den Maschenräumen liegen. Die »couche fasciculée« enthält ebenfalls nur sehr geringe Fettmengen, die in Form größerer Tropfen erscheinen. Die Zona reticularis sei sehr fettreich und dieses habe die Form mittelgroßer Tröpfchen. Die Spongiocyten sollen ein flüssiges Sekret bilden, das in den Vacuolen derselben enthalten sei. Dieses Sekret stellt nach GUIEYSSE ein Lösungsmittel für die festen Produkte oder Einschlüsse der inneren Zellen dar.

Meine Untersuchungen über die Einschlüsse der äußeren Rindenzellen sind keineswegs abgeschlossen, doch lieferten sie Ergebnisse, auf Grund deren ich über ihre Natur doch einiges aussagen kann. Fett finden wir in einzelnen Zellen in Form größerer oder kleinerer Tröpfchen in der ganzen Nebenniere. Der Fettgehalt der Meerschweinchennebeniere ist, nach den Bildern mikroskopischer Präparate zu beurteilen, ein ziemlich großer. Die Fetttropfen schwärzen sich in osmierten Schnitten nach Alkoholbehandlung und unterscheiden sich in nichts von dem übrigen Körperfett. Sie nehmen an Zahl und Größe sehr bedeutend ab, wenn man Meerschweinchen längere Zeit hungern läßt. Bei diesen Tieren können die Inanitionsversuche nur über eine kurze Zeit ausgedehnt werden, da sie nicht sehr lange ohne Nahrung zu leben vermögen. Auch das kräftigste Meerschweinchen ging bei meinen Versuchen längstens nach 12 Tagen ein. Das Körperfett war während dieser Zeit noch nicht aufgebraucht und zeigte nur eine beträchtliche Abnahme. In den Nebennieren hungernder Tiere waren auch die Vacuolen der Spongio-

cyten etwas verkleinert. Für die von mir als Fett bezeichneten Einschlüsse führe ich noch die distinkte Rotfärbung mit Sudan III und die Blaufärbung mit Cyanin an.

Fetttröpfchen bilden aber nur einen verhältnismäßig geringen Teil der Einschlüsse der äußeren Rindenzellen.

Die Hauptmasse derselben gehört vielmehr einer Substanz an, die dem Fett wahrscheinlich nahe steht, sich aber durch gewisse Reaktionen unterscheidet. In frischem Zustand erscheint sie in Form stark lichtbrechender Kügelchen. Diese nehmen in Osmiumsäure eine braungraue Farbe an (ALEXANDER [3]) und lösen sich in Äther nicht (v. BRUNN [6]). Mit Sudan III und Cyanin färben sie sich schwach rot resp. blau wie der Grund der Zelle. Die ganze Färbung ist diffus. Behandelt man in HERMANN'S Gemisch gehärtete Schnitte, die mit der Celloidinmethode hergestellt wurden, durch 14 Tage mit Tereben, so ist das Körperfett noch an seiner Schwarzfärbung zu erkennen, während die fettähnlichen Tröpfchen gelöst erscheinen. An ihrer Stelle bleibt ein der Vacuolenwand anhaftendes, schwarzes Körnchen übrig. Fig. 15 zeigt bei *b* derartige Körnchen, während Fig. 14 einen Spongiocyten aus der äußeren Rindenschicht darstellt, dessen Vacuolen von der fettähnlichen Substanz erfüllt sind. Die Zelle in Fig. 15 enthält noch ungelöste, dunkle Tropfen, die sich dem übrigen Körperfett entsprechend verhalten.

Zusammenfassend läßt sich die Struktur der äußeren Rindenzellen folgendermaßen skizzieren:

Das Protoplasma der außen gelegenen Zellen ist homogen oder mäßig vacuolisiert. Nach innen nimmt die Vacuolisierung zu und erreicht im zweiten Drittel dieser Schicht bei den Spongiocyten ihr Maximum. Dann nimmt sie wieder ab. Der Kern der äußeren Rindenzellen ist kreisrund oder leicht oval mit einem mehr oder minder gut sichtbaren Karyomitom und mit eingeschlossenen Chromatinbröckchen verschiedener Größe und Zahl. Im allgemeinen haben die Spongiocyten einen größeren Kern. Unter normalen Verhältnissen findet eine Zellvermehrung nur in den periphersten und innersten Regionen dieser Schicht statt, wo die Zelleiber am wenigsten vacuolisiert sind. Mitosen konnte ich beim erwachsenen Tier nur in den äußersten Partien und auch da nur selten sehen. Amitotische Kernteilung findet man dagegen häufiger in den oben bezeichneten Abschnitten. Obwohl ich bei direkten Kernteilungen Einschnürungen des Zelleibes nicht beobachtete

konnte, muß doch eine Zellvermehrung durch Amitose angenommen werden, da im Verhältnis zum Verbrauch an Zellen viel zu wenig Mitosen nachweisbar sind.

B. Zellen der inneren Rindenschicht¹.

Neben und zwischen den Zellen der äußeren Rindenschicht, in ihren innersten Partien, liegen Zellen, die durch ihren Gehalt an Körnchen auffallen und von denen der äußeren Schicht wesentlich verschieden sind. Alle Körnchen führenden Zellen rechne ich zur inneren Rindenschicht. Zwischen diesen und den Zellen der äußeren Rindenschicht kann ich keine Übergänge finden, was eben auch für die gesonderte Stellung der inneren Rindenschicht mit der Markschiebt spricht.

Die Form der zelligen Elemente der inneren Rindenzone ist im allgemeinen polygonal, zylindrisch, gegen das Mark hin vielleicht ein wenig abgeplattet. Ihre Größe unterliegt ziemlich bedeutenden Schwankungen, die im wesentlichen mit der Menge der Einschlüsse übereinstimmen, so daß ganz allgemein die größten Zellen die meisten Körnchen enthalten. Das Cytoplasma derselben hat entweder eine feinkörnige, mehr homogene Beschaffenheit mit beginnender Vacuolenbildung oder ist von zahlreichen kleinen Vacuolen durchsetzt. Diese erreichen niemals die Größe derjenigen der Spongocyten. Hier und da zeigt eine Zelle wenige, sehr große Vacuolen, die von Fett erfüllt sind (vgl. Fig. 30a). Die Mehrzahl der Kerne ist kreisrund oder mäßig oval, einige haben auffallende Formen. Ab und zu findet man Kerne, die im feinvacuolisierten Cytoplasma liegen und eine unregelmäßige Gestalt aufweisen. Eisenlack färbt sie gleichmäßig schwarz ohne erkennbare Strukturen, wie in Fig. 22. Eine der Kerngröße entsprechende, helle Vacuole mit schwach gefärbtem Kontur befindet sich in der Nähe derselben. Wieder in andern Zellen hat sich die färbbare Substanz des Kerns an einer Stelle zusammengeballt und ein von einer schwarzen Linie begrenzter, mit kleinen Bröckelchen erfüllter Hohlraum resistiert, wie es Fig. 21, 31 und 32 veranschaulichen. Bei andern Kernen hat man den Eindruck, als träte das Chromatin aus der Kernmembran aus (Fig. 18). In manchen Zellen findet man an Stelle eines Kernes einen schwarz gefärbten Fleck, wie in Fig. 17. Des öftern erscheint der Kern von

¹ Bezüglich der Literatur verweise ich auf den früheren Abschnitt.

einer hellen Areole umgeben, wie es Fig. 19 wiedergibt. Diese Erscheinung möchte ich auf eine mangelhafte Fixierung zurückführen. Besondere Erwähnung verdient das merkwürdige Verhalten des Kerns der in Fig. 30 abgebildeten Zelle. Hier macht der gefärbte Kernanteil den Eindruck einer hohlen Halbkugel, an deren Wand das Chromatin in Form von Kügelchen und feinsten Körnchen liegt. Gegenüber befindet sich eine Gruppe von feinen und feinsten Granulationen, die eine mehr strahlige Anordnung zeigen. Sie scheinen von einer schwach gefärbten, zarten Membran eingeschlossen, die sich mit der Hohlkugel verbindet. Wenn man stark differenziert, bleiben nur 1—2 Granula gefärbt, die eventuell für ein Centrosoma gehalten werden können. Die oben beschriebenen Kernformen könnte man als Anzeichen karyolytischer Vorgänge auffassen. Bemerkenswert ist aber die Tatsache, daß derartige Kernbilder in großer Anzahl in Nebennieren von Meerschweinchen gefunden werden, die einer Diphtherie- oder Cholerainfektion erlagen. Wie aus den Ausführungen des nächsten Abschnittes zu entnehmen ist, scheint bei derartigen Infektionen, die mit Giftbildungen einhergehen, die Tätigkeit der Nebenniere aufs höchste gesteigert zu sein, worauf die zahlreichen Spongocyten im Mark hindeuten. Auch ist die Menge der Körnchen in den inneren Rindenzellen bedeutend vermehrt. Ich möchte aus diesen Gründen in dem Auftreten dieser absonderlichen Kernformen nicht Zeichen karyolytischer Prozesse erblicken, vielmehr dieselben mit einer gesteigerten Tätigkeit in Zusammenhang bringen.

Wie ich früher erwähnte, enthalten die Zellen dieser Schicht spezifische Einschlüsse, die besonders durch ihr Verhalten gegen Chromatlösungen auffallen. HULTGREN und ANDERSSON (31) beschreiben in den Zellen der inneren Rindenschicht der Nebenniere von Katzen und Kaninchen Körnchen, die sich in Chromatlösungen gelb, mit Eisenlack schwarz färben. Auch DOSTOJEWSKY (14) schildert ein Übergreifen der Braunfärbung der Marksubstanz auf die Rinde bei längerer Einwirkungsdauer.

CIACCIO (9) beschreibt in diesen Zellen Einlagerungen von verschiedener Größe, die sich mit Eisenhämatoxylin schwarz färben, und bildet mehr oder weniger mit solchen Granula erfüllte Zellen ab, deren Füllung er mit Sekretionsstadien in Zusammenhang bringt.

Ich glaube auch, die von GUIEYSSE (28) als siderophile Körper bezeichneten Körnchen der Zellen der Zona reticularis mit diesen Körnchen identifizieren zu dürfen.

Wegen der Eigenschaft dieser Körnchen, sich in Chromatlösungen zu bräunen, werde ich sie im folgenden als »chromophile Körnchen« bezeichnen, entsprechend der alten Nomenklatur STILLINGS (58, 59). Dieser Forscher nannte die sich in Chromatlösungen bräunenden Zellen des Nebennierenmarkes »chromophile Zellen«. Bei diesen ist, wie wir später sehen werden, die Chromreaktion ebenfalls an Körnchen gebunden, die denen der inneren Rindenzellen gleichzustellen sind. Der Name »chromophile Körnchen« ist daher mehr als eine neue Bezeichnung, indem er gleichzeitig den Hinweis einer innigen Zusammengehörigkeit der inneren Rindenschicht und der Markschiebt der Nebenniere enthält, auf den auch PFAUNDLER (51) mit folgenden Worten hindeutet: »Die Braunfärbung erstreckt sich, wie DOSTOJEWSKY im Gegensatze zu v. BRUNNS Angabe bemerkt, manchmal auch auf die Zellkerne, sowie bei längerer Einwirkung auch auf die Rindenzellen.

Demnach scheint, daß jener Stoff, welchen DOSTOJEWSKY als Ursache der Färbung annimmt, und welcher höchstwahrscheinlich in Beziehung zur physiologischen Leistung der Organe steht, sowohl in der Rinde als im Mark enthalten ist.«

Nach den Angaben in der Literatur, die ich nur bestätigen kann, und nach den eignen Befunden lassen sich die chromophilen Körnchen durch folgende Eigenschaften charakterisieren: Sie färben sich in Chromatlösungen braungelb, in Osmiumsäure graubraun und mit Eisenlack nach BENDA schwarz. Beim Meerschweinchen wies ich sie in den Zellen der inneren Rindenschicht stets nach. Ihre Größe ist sehr verschieden, wie auch ihre Anzahl in den Zellen großen Schwankungen unterliegt.

Neben den chromophilen Körnchen finden wir in den inneren Rindenzellen bald mehr bald weniger Pigment, das in Form größerer oder kleinerer Tröpfchen oder Scheibchen im Cytoplasma liegt.

Über das Entstehen der chromophilen Körnchen und des Pigments in den Zellen können wir uns am leichtesten an Präparaten orientieren, die in MÜLLER-Formol oder überhaupt in passenden Chromgemischen fixiert und mit Alauncochenille oder Alaunkarmin gefärbt wurden. Die Eisenlackfärbung eignet sich für diesen Zweck nicht, da bei dieser Färbung nicht nur die chromophilen Körnchen geschwärzt werden, sondern auch die jungen Pigmentkügelchen, was eine Unterscheidung beider ausschließt.

In einer sozusagen noch indifferenten Zelle der inneren Rindenschicht (Fig. 5) treten zuerst kleine Vacuolen auf, und im feinkörnigen

Cytoplasma schießen wenige kleine Körnchen an, deren Farbe man wegen ihrer Kleinheit noch nicht feststellen kann. Die Körnchen vergrößern sich und zeigen nun nach Chromatfixierungen eine gelbbraune Farbe. Das Protoplasma erscheint reicher an kleinen Vacuolen und selbst schwach gebräunt. Die Körnchenbildung kann nun weiter fortschreiten, so daß die ganze Zelle von chromophilen Körnchen erfüllt ist. Es kommt aber auch vor, daß gleichzeitig eine Pigmentbildung statthat. Dieser Vorgang scheint durch vermehrte Vacuolenbildung eingeleitet zu werden. In den Vacuolen gewahrt man dann hellgelbe Tröpfchen neben den, im Cytoplasma liegenden, chromophilen Körnchen. In den Fig. 5, 6, 7 und 8 versuchte ich diese Vorgänge zu illustrieren, die man selbstredend nicht direkt verfolgen, sondern nur aus den verschiedenen mikroskopischen Bildern schließen kann. Fig. 2 zeigt zwei Zellen bei sehr starker Vergrößerung in einem Stadium, wo noch wenige chromophile Körnchen gebildet sind. Das Cytoplasma erscheint in den mittleren Partien leicht gelbbraun gefärbt und vacuolisiert, während an der Peripherie eine feinkörnige Struktur desselben vorherrscht. Ausgesprochene Pigmenttröpfchen sind noch nicht zu unterscheiden.

Die Frage, warum einmal nur chromophile Körnchen in den Zellen gefunden werden, das andre Mal daneben noch Pigmenttröpfchen und endlich manchmal ausschließlich Pigment (Fig. 12), kann ich nicht beantworten. Wir kennen bis jetzt nicht die Ursachen für das vermehrte oder verminderte Auftreten dieser Substanzen bei gleichgeschlechtlichen, gleichalterigen und unter gleichen Bedingungen lebenden Tieren, wie ich bei Meerschweinchen so oft beobachtete.

In den inneren Rindenzellen finden wir noch eine ziemliche Menge von Fett, das in Form größerer Tropfen auftritt. Im Cytoplasma der Zelle in Fig. 24 sehen wir größere, durch Osmium geschwärzte Fetttropfen (*a*) neben chromophilen Körnchen. Wird das Fett gelöst, so gewahrt man an dessen Stelle ungefärbte, helle Vacuolen (Fig. 30 *a*).

Mitotische Zellteilungen konnte ich nur bei jungen Tieren in dieser Schicht beobachten. Bei vollständig erwachsenen dagegen sah ich in meinen Präparaten solche nur sehr selten. Häufig treten Kernstrukturen auf, die auf amitotische Kernteilungsvorgänge schließen lassen. Fig. 33 zeigt eine Zelle der inneren Rindenschicht, deren Kern sich in direkter Teilung zu befinden scheint. Ab und zu fand ich auch zwei Kerne in einer Zelle, was ebenfalls für amitotische Teilungsvorgänge spricht. Eine mehr oder minder

scharf begrenzte Wachstumszone konnte ich hier nicht feststellen, wie wir sie in der äußeren Rindenschicht nachzuweisen vermochten, vielmehr scheint eine Regeneration und Neubildung der Zellen allorts stattzufinden.

4. Marksubstanz.

Nachdem durch die Untersuchungen von MECKEL (45) und NAGEL (50) die alte Anschauung von der Existenz eines Cavum in der Nebenniere endgültig widerlegt war, nahm man allgemein im Zentrum der Nebenniere eine Marksubstanz an, die man als einen, von der Umgebung streng gesonderten Abschnitt, für sich behandelte. Es fehlte allerdings nicht an Stimmen, die gegen diese Sonderstellung des Markes sprachen. Ich erwähne GOTTSCHAU (26), der sich darüber folgendermaßen äußert: »Bei dieser soeben versuchten Erklärung der Bedeutung der Nebennierelemente halte ich auch eine andre Einteilung und Benennung der verschiedenen Regionen für zweckmäßig, und so bezeichne ich die äußerste Schicht der abgekapselten Protoplasmanmassen mit ihren Kernen als *Zona bulbosa*, die an dieselbe sich schließende, in welcher die Zellindividuen deutlicher auftreten, als *Zona germinativa*. Die *Zona fasciculata* folgt dann nach innen und wird allmählich im inneren Teil und im sogenannten Mark zur *Zona consumptiva*.«

In diesen Worten ist ganz unzweideutig die Zusammengehörigkeit des Markes und eines Teiles der Rinde ausgesprochen.

Eine ähnliche Auffassung finden wir bei CREIGHTON (10) u. a.

Die Mehrzahl der Forscher tritt aber für eine Sonderung der Marksubstanz von der Rindenschicht ein, und suchte diese Anschauung durch histologische Befunde an der erwachsenen Nebenniere und durch entwicklungsgeschichtliche Tatsachen zu stützen. Aber auch über die Entwicklungsgeschichte unsres Organs sind die Akten noch keineswegs geschlossen, vielmehr stehen sich in neuester Zeit wieder zwei Ansichten schroff gegenüber, von denen die eine die Gesamtnebenniere aus einer Anlage hervorgehen läßt, während die andre für zwei gesonderte Ursprungsstellen eintritt. Dieses Wechselspiel der Anschauungen datiert schon seit langer Zeit her, worauf ich hier nicht weiter eingehe, sondern auf die Untersuchungen AICHEL'S (1 u. 2) und die Abhandlung KOHNS (41) hinweise, wo die gesamte, diesbezügliche Literatur niedergelegt ist. Nur die Ansichten der allerletzten Zeit will ich des Genaueren anführen.

Nach AICHEL (1) scheint die Nebenniere der höheren Wirbeltiere

aus einer gemeinsamen Anlage hervorzugehen. Der genannte Forscher schreibt: »Bei höheren Wirbeltieren entstehen die Nebennieren aus den Urnierentrichtern. Dieser Vorgang läßt sich bis zu den Rodentien unmittelbar nachweisen, von da ab entstehen die Nebennieren frei im Mesenchym, doch dürften auch hier die Urnierentrichter in letzter Linie die erste Anlage liefern.«

Nach ROUD (56) sollen die Mark- und Rindenzellen, vielleicht auch Ganglienzellen aus der primären Nebennierenanlage hervorgehen. Es sollen überdies alle Übergangsformen zwischen Ganglien-, Rinden- und Markzellen in der Nebenniere vorkommen.

Auf die innigen Beziehungen des Nebennierenmarkes mit dem Nervensystem wurde schon sehr früh verwiesen, indem LEYDIG (43) u. a. in den Markzellen Ganglienzellen erblickten, eine Anschauung, der KÖLLIKER (34) entschieden entgegentritt, wenn er auch die große Ähnlichkeit der Markzellen mit Ganglienzellen zugibt. Er erklärt sie vielmehr für Drüsenzellen, was unter andern auch DOGIEL (12) bestätigt.

KOHN (36, 37, 38, 39, 40 u. 41) legte in einer Reihe von Abhandlungen die Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen über Nebennieren und Carotisdrüsen nieder, aus welchen er den Schluß zieht, daß die Marksubstanz aus der Sympathicusanlage stammt, indem ihre Zellen aus indifferenten Sympathicuszellen hervorgehen. Schon frühzeitig verwies man auf gewisse Ähnlichkeiten zwischen der Carotisdrüse und der Nebenniere. Den Zellen derselben kommt als gemeinsames Merkmal die von HENLE entdeckte Chromreaktion zu, indem sie sich bald mehr, bald weniger intensiv in Chromatlösungen bräunen. Ich verweise auch auf STILLING (58, 59), der seit langen Zellgruppen außerhalb der Nebenniere kannte, die sich mit Chromsäure und ihren Salzen braun färbten. Wie ich schon früher erwähnte, bezeichnete STILLING alle diese Zellen als »chromophil«. KOHN (l. c.) führt dafür als neue Bezeichnungen »chromaffine Zelle, chromaffines Gewebe« ein. Die daraus gebildeten Organe nennt er Paraganglien und unterscheidet neben anonymen Paraganglien ein »Paraganglion intercaroticum« und »Paraganglion suprarenale«, welches letztere der Marksubstanz der Nebenniere entspricht. KOSE (42) dehnte die Versuche auf den Menschen aus und stellt hier ebenfalls eine große Anzahl von kleinen Paraganglien im Verlaufe des Sympathicus fest. Die Gleichstellung dieser Paraganglien statuiert KOHN (40, S. 328 ff.) mit folgenden Worten: »Aus meinen bisherigen Darlegungen geht hervor, daß ich

alle chromaffinen Organe des Körpers, also auch das Paraganglion intercaroticum und suprarenale aus derselben Quelle ableite, nämlich aus der embryonalen Sympathicuszelle; daß ich ferner das gesamte chromaffine Gewebe als ein im wesentlichen gleichwertiges ansehe, in dem Sinne, wie die sympathischen Nerven des Grenzstranges, der Geflecht- und Organganglien als gleichwertig gelten. «

Damit ist jede Abhängigkeit oder Zusammengehörigkeit des Markes und der Rinde der Nebenniere aufgehoben und ersteres als selbständiges Organ gestempelt, dessen Zellen sich unter keiner Bedingung jemals aus Rindenzellen bilden können, welche Möglichkeit KOHN (41) auch an anderer Stelle direkt verneint.

Wenn die Auffassung KOHNS richtig ist, muß die Struktur und Funktion der Zellen des Nebennierenmarkes und der sogenannten Carotisdrüse folgerichtig identisch sein. Die Beschreibung KOHNS (40) von den Zellen seines Paraganglion intercaroticum paßt aber in vielen Punkten nicht auf die Zellen des Nebennierenmarkes vom Meerschweinchen.

Der Liebenswürdigkeit des Vorstandes des hiesigen Forensischen Instituts, des Herrn Professor KRATTER, dem ich an dieser Stelle dafür meinen wärmsten Dank ausspreche, verdanke ich ein möglichst frisches Material von menschlichen Carotidendrüsen, an denen ich die Befunde KOHNS im wesentlichen bestätigen kann. Das gleiche gilt von den Carotidenknötchen des Meerschweinchen, die ich zur Untersuchung selbstverständlich heranzog.

Nach KOHN (40) und meinen Befunden ist eine mehr oder weniger ausgesprochene Gelbfärbung das einzige, charakteristische Merkmal der chromaffinen Zellen des Paraganglion intercaroticum; die Chromfärbung ist dabei eine diffuse und sehr ungleiche. Wabige Zellstrukturen und Bildungen von größeren und kleineren Körnchen, deren Übertritt in die Blutbahn wahrscheinlich ist, konnte ich niemals finden. KOHN (40) selbst gibt ja Unterschiede zwischen den zelligen Elementen des Ganglion intercaroticum und suprarenale zu, die er aber für nicht schwerwiegend und nebensächlich hinstellt. Die von mir hier kurz angedeuteten Verschiedenheiten erscheinen mir doch genügend schwerwiegend, um eine Identifizierung beider zurückzuweisen.

Auch v. EBNER (16) erhebt starke Zweifel gegen eine Identität des chromaffinen Gewebes in der Nebenniere und in andern Organen, indem er schreibt: »Schon früher hatte STILLING (vgl. Anat. Anz. XV. Bd., S. 230 u. 538) ‚chromophile Zellen‘ vom Charakter der

Markzellen der Nebennieren im Bauchsympathicus bei Tieren und in der Carotidendrüse nachgewiesen. Es bleibt abzuwarten, ob spätere Untersuchungen diese Angaben bestätigen werden; nach eignen, allerdings nur flüchtigen Beobachtungen kann ich vorläufig 'an das regelmäßige Vorkommen von ,chromophilen' oder ,chromaffinen Zellen' in den Ganglien des Sympathicus bei Säugern nicht glauben und halte vor allem nicht für erwiesen, daß die in Chromsalzen sich gelb färbenden Zellen des Sympathicus mit den Markzellen der Nebenniere identisch sind, da diese Farbenreaktion für sich allein nicht beweisend ist. Es darf auch nicht übersehen werden, daß, abgesehen von der Färbung der Markzellen in Chromsäure, auch die Anordnung derselben, sowie jene der Blutgefäße, des an elastischen Fasern reichen Bindegewebes und das Verhalten der Nerven in der Marksubstanz der Nebenniere,, manches Besondere zeigen, was es bedenklich erscheinen lassen muß, Nester chromaffiner Zellen in den Sympathicusganglien ohne weiteres den Markzellen der Nebennieren gleichzusetzen. Die Tatsache, daß die Markzellen sich aus Teilen der Sympathicusanlage hervorbilden, darf ebenfalls nicht überschätzt werden. Niemanden wird es einfallen, die Epidermis-, Haar-, Talgdrüsen- und Schweißdrüsenzellen deshalb für morphologisch und funktionell identisch zu erklären, weil sie sämtlich, relativ spät, aus derselben Anlage sich hervorbilden.«

Ich will nun auf die Charakteristik der sogenannten Markzellen eingehen. Als auffallendes Merkmal für einen großen Teil derselben gilt die bekannte Gelbfärbung nach Fixierungen in Chromatlösungen, die verschieden stark auftritt, jedenfalls stärker als bei den Zellen der Carotidenknötchen. Wie aus der Literatur ersichtlich ist, scheint die Chromreaktion, also die Gelbfärbung, an Körnchen oder Granula gebunden (vgl. HULTGREN und ANDERSSON [31]). Allerdings tritt manchmal eine diffuse Färbung auf, die auf eine mangelhafte Fixierung zurückzuführen ist (vgl. auch KOHN [41]). Die Chromfärbung dürfte auch nicht in letzter Linie von der Einwirkungsdauer der Chromatlösungen abhängen, da schon DOSTOJEWSKY (14) darauf hinweist, daß sich bei längerer Einwirkung auch die Rindenzellen bräunen.

Die Form der chromierten Zellen ist polygonal, mehr zylindrisch; Ausläufer, wie sie v. BRUNN beschreibt, konnte ich an denselben nicht beobachten. Die Kerne sind kreisrund, mit schönem Karyomitom und Nucleolen; manchmal zeigen sie nach der Chromsalzeinwirkung eine leichte Bräunung, was man bei diffuser Gelbfärbung der

Zelle in der Regel sehen kann, und worauf DOSTOJEWSKY (14) ebenfalls aufmerksam macht.

Wie schon erwähnt, ist die Chromreaktion an Körnchen gebunden. Ich bezeichne diese Körnchen auch hier chromophil, womit ich ihre Identität mit denen der inneren Rindenschicht gemeint wissen will. Auch mit Osmiumsäure nehmen sie den gleichen, graubraunen Farbenton an. SCHULTZE und RUDNEFF (57) berichten über die Osmiumfärbung des Nebennierenmarkes. Die osmierten oder chromierten chromophilen Körnchen färben sich mit Eisensack schwarz (vgl. CARLIER [8], HULTGREN und ANDERSSON [31]).

GUARNIERI et MAGINI (27) berichten über das Auftreten regelmäßiger Zylinder in osmierten Markzellen, umgeben von einem schwarzen Ring. Derartige Bildungen konnte ich nicht beobachten, obwohl sie PLECNIK (52) neuerdings für die menschliche Nebenniere bestätigt.

Neben den durch Chromatlösungen stark gelb gefärbten Zellen findet man in der Marksubstanz fast oder vollständig ungefärbte Zellen, die auf den ersten Blick als nicht zum Marke gehörig betrachtet werden könnten. In Fig. 20 und 27 bildete ich einzelne Zellen der Markschiicht ab, die keine Chromfärbung im Cytoplasma erkennen lassen, während die Körnchen der Zelle in Fig. 20 durch Chrom gebräunt sind. Die Zelle in Fig. 27 ist ein Spongiocyt, der denen der äußeren Rindenschicht vollständig gleicht. Fig. 11 illustriert diese Verhältnisse im Zusammenhang. Die Zellen *i* und *i'* gehören nach der üblichen Anschauung unzweifelhaft der Zona reticularis ARNOLDS an, also der inneren Rindenschicht. Durch die Bindegewebszüge *b* getrennt, liegen die der sogenannten Marksubstanz der Autoren angehörigen Zellen. Sie zeigen einen schwachen Chromton, der mit dem Grade der Vacuolisierung abnimmt. Wir haben formell sehr verschiedene Zellen vor uns, die aber bei näherer Betrachtung nur als der Ausdruck temporär verschiedener Funktionsstadien bezeichnet werden dürfen. Die Zelle *s* gleicht vollständig einem Spongiocyt der äußeren Rindenschicht. Die Zelle *s'* stellt gewissermaßen ein Vorstadium der Zelle *s* dar, wo der aus chromophilen Körnchen bestehende Inhalt noch zum größten Teil erhalten ist. Bei *s'* sehen wir aber an einzelnen Abschnitten das Auftreten größerer Vacuolen, während der dem Blutsinus *B* anliegende Zellteil einen verwaschenen Kontur zeigt, und, wo dem Bilde nach zu urteilen, ein Austritt chromophiler Körnchen ins Blut angenommen werden darf (vgl. CARLIER [8]). Gerade diese Zelle *s'* läßt eine auffallende Ähnlichkeit mit der Rindenzelle *i'* erkennen, nur sind in letzterer

die chromophilen Körnchen bedeutend größer. Auch im Chromton stimmen beide Zellen vollständig überein. Die Zelle *i* enthält noch mehr chromophile Körnchen und erscheint dementsprechend dunkler braun gefärbt. Die übrigen in der Figur unbezeichneten Markzellen befinden sich in andern Funktionszuständen und besitzen noch eine feine, durch Chrom gelbbraun gefärbte Granulierung. In einigen Zellen beginnen sich Vacuolen zu bilden, und es scheint hier ein ähnlicher Vorgang der Körnchenbildung zu bestehen, wie ich ihn im vorigen Abschnitt für die inneren Rindenzellen beschrieb. Auch die Zellen der Fig. 25 lassen einen Übergang der Rindenzellen in Markzellen erkennen. Die Zeichnung entspricht einem Markpfeiler, der weit in die Rinde hinausragt. Oben in der Abbildung, durch einen mächtigen Bindegewebszug getrennt, liegt eine Partie der äußeren Rindenzone, die nicht dargestellt ist. Die braunen Markzellen (*m*) zeigen alle Übergänge zu Spongicyten, die in verschiedenen Stadien ihrer Ausbildung vorliegen. Einige Zellen haben teilweise noch ein feingranuliertes Cytoplasma, teilweise sind sie stark vacuolisiert. Die Zellen *i* gehören der inneren Rindenschicht an und enthalten gelbe Körnchen, die in der Abbildung als helle Lücken erscheinen. Das Cytoplasma dieser Zellen zeigt eine schwache Chromfärbung seiner feinen Granulierung, die weiter nach außen in gröbere, chromophile Körnchen übergeht.

Fig. 9 veranschaulicht sehr schön einen Übergang von chromophilen Zellen in Spongicyten. Die feingranulierten Zellen *e* sind braungefärbt, die Zelle *s'* hat noch durch Chrom gefärbte Einschlüsse in geringer Zahl, daneben ungefärbte Vacuolen, wie die Zelle *s*. Die chromophilen Körnchen *k* erscheinen hier viel größer als in der Zeichnung 11 der Zelle *s'*, obwohl beide Abbildungen nach Präparaten aus derselben, in ZENKERScher Flüssigkeit gehärteten Nebenniere gezeichnet sind. Das eine Mal (Fig. 9) wurde im Stück mit Alauncochenille gefärbt, das andre Mal (Fig. 11) mit Eisenhämatoxylin. Im letzteren Falle entfärbten sich die chromophilen Körnchen sehr stark infolge langer Differenzierung, weshalb sie kleiner aussehen als sie in Wirklichkeit sind.

Wenn man in den Spongicyten das Ende einer Funktionsperiode der Markzellen betrachtet, so scheint der Anfang dafür in den feingranulierten Zellen zu liegen. Bei den inneren Rindenzellen kommt es in der Regel nicht zu einer derartig grobwabigen Vacuolisierung, wie bei den Markzellen. Ob wir darin einen wesentlichen Unterschied derselben gegenüber den inneren Rindenzellen erblicken sollen,

scheint mir sehr fraglich. Ich glaube vielmehr, daß wir im Spongio-
cyten eine sehr ausgiebig und rasch arbeitende Zelle vor uns haben,
die ihren Inhalt vermutlich sehr schnell abgibt. Da sich in den
Zellen der inneren Rindenschicht das spezifische Produkt, die chromo-
philen Körnchen, der größten Menge nach erst entwickeln, die secer-
nierende Tätigkeit dagegen eigentlich erst in der Markschicht in den
Vordergrund tritt, liegt auch kein Grund für die Bildung von Spongio-
cyten in der inneren Rindenschicht vor. Aus meinen Präparaten von
der erwachsenen Meerschweinchennebeniere glaube ich entnehmen
zu können, daß die mit chromophilen Körnchen beladenen, inneren
Rindenzellen successive gegen das Mark vorrücken und daselbst zu
Markzellen werden, indem die bisher kompakten, chromophilen Körn-
chen eine weichere Beschaffenheit annehmen, um dann leicht secer-
niert zu werden. Natürlich ist dabei eine Regeneration der Mark-
zellen nicht ausgeschlossen. Wie oft sich dieselben regenerieren,
bleibt dahingestellt. Für eine Regeneration sprechen sehr die Bilder
der Fig. 11. Zugunsten der soeben angeführten Umwandlung von
inneren Rindenzellen in Markzellen erwähne ich auch die Tatsache,
daß bei Diphtherie-Meerschweinchen große Mengen von Spongio-
cyten im Marke auftreten; gleichzeitig erscheint das Organ stark
hyperämisch, so daß lange Zeit hindurch die Rötung der Neben-
nieren als wesentlicher Bestandteil des Symptomenkomplexes für die
Diphtheriediagnose beim Meerschweinchen galt. Diese Rötung der
Nebennieren beim Meerschweinchen konnte ich aber nicht allein nach
einer tödlichen Diphtherieinfektion stets nachweisen, sondern
auch bei schweren Cholerainfektionen. Diese durch Hyperämie
bedingte Rötung muß jedenfalls auf eine sehr stark vermehrte
Funktion dieses Organs infolge der genannten Infektionen bezogen
werden. Auf eine Steigerung der Tätigkeit läßt auch die be-
deutende Zunahme der chromophilen Körnchen in den Zellen
der inneren Rindenschicht schließen.

Entsprechend den Ergebnissen meiner Untersuchungen an der
Meerschweinchennebeniere nehme ich eine fortwährende Umwand-
lung von inneren Rindenzellen in Markzellen an, oder mit andern
Worten, die Markzellen stellen den Höhepunkt der physiologischen
Tätigkeit der Rindenzellen vor, woraus sich natürlich die Funktion
derselben noch nicht folgern läßt.

Ich verfüge leider nicht über ein genügendes Material von em-
bryonalen Nebennieren, um auf die Entwicklungsgeschichte ein-
gehen zu können. An der Nebenniere eines 75 mm langen

Meerschweinchenembryos lassen sich auch Übergänge von Rinden- und Markzellen statuieren, wie aus Fig. 10 ersichtlich ist, wo ein Zellstrang abgebildet erscheint, der an dieser Stelle allseitig von Bindegewebe umgeben wird. Wir sehen hier noch indifferente Rindenzellen (*a*), während die Zelle *s* Andeutungen von Vacuolenbildung aufweist. Die Zelle *m*, die sehr starke Schrumpfungerscheinungen zeigt, entspricht nach ihrer Konfiguration den übrigen Markzellen dieser Nebenniere. Die andre Nebenniere desselben Embryo härtete ich in MÜLLER-Formol, um die Chromreaktion in diesem Stadium zu untersuchen. Nur an einigen wenigen, in der Mitte der Marksubstanz gelegenen Zellen trat sie in kaum merklicher Intensität auf. In diesem Stadium fand ich nur sehr geringe Mengen körniger Einschlüsse (chromophile Körnchen).

Wie ich eingangs erwähnte, ziehen von der Kapsel gegen das Mark hin stärkere Bindegewebszüge, die von äußeren Rindenzellen begleitet werden. Diese Züge zeigen den Bau der von mir als äußere Rindenschicht bezeichneten Zone. Die zentralsten Partien der Rindenpfeiler findet man im Schnitt sehr oft mitten in der Marksubstanz. Sieht man nur Spongioeyten, so sind sie von denen, welche aus der Markschiebt hervorgehen, nicht zu unterscheiden. Nur an einer Schnittserie können wir uns über ihre Zugehörigkeit orientieren. In Fig. 4 ist ein Rindenpfeiler abgebildet, der bis in die zentralen Partien der inneren Rindenschicht reicht. Der Bindegewebsbalken *b* erscheint von Zellen (*a*) der äußeren Rinde bekleidet, die sich allmählich nach allen Seiten hin in Spongioeyten (*s*) umwandeln, und unvermittelt an die inneren Rindenzellen (*i*) grenzen. Letztere sind infolge großen Reichtums an chromophilen Körnchen dunkelbraun und gehen dann in die Markzellen *m* über. In andern Schnitten dieser Serie sieht man im Marke Spongioeyten, die mit diesem Rindenpfeiler in direkter Verbindung stehen, wobei sich aber kein Übergang zwischen diesen und den Markzellen auffinden läßt.

Über Markpfeiler, die bis in die äußersten Partien der Rinde ragen, habe ich bereits berichtet. Isolierte Haufen von Markzellen, die also mit den übrigen Markzellen in keiner Verbindung stehen, konnte ich in der Rinde nicht nachweisen, obgleich derartige Befunde in der Literatur verzeichnet sind, wie von FLINT (21) u. a.

Auch FÉLICINE (19) berichtet über das Vorkommen von typischen Reticulariszellen in den Marksträngen einer Kaninchennebeniere, ohne daraus auf einen Übergang zu schließen: »Die Deutung dieses Befundes bleibt unklar.« Im übrigen kann FÉLICINE keine Belege

für einen Übergang von Mark- und Rindenzellen angeben, indem sie die Befunde FLINTS dahin erklärt, daß es sich bei Mark- und Rindenzellen um teilungsfähiges Material handelt, das sich eben aus versprengten Resten weiter entwickelt hat.

Gegen eine Umwandlung von Rinden- und Markzellen führt FÉLICINE unter andern auch das Vorhandensein eines dichten Gefäßnetzes zwischen Mark und Rinde, und die innige Umspinnung der Reticulariszellen durch Bindegewebe ins Treffen. Nach meinen Befunden kann ich diese Einwände nicht für stichhaltig erachten und sehe darin durchaus kein Hindernis für eine Umwandlung von inneren Rindenzellen in Markzellen. Übrigens kann das Bindegewebe bei der Meerschweinchennebenniere schon deshalb kein Hindernis bilden, da es nicht in geschlossener Masse als Membran die Zellstränge umscheidet, sondern in Form feinerer oder größerer Fibrillen zwischen diese eindringt.

Das häufige Auftreten von Ganglienzellen in der Nebenniere des Menschen und verschiedener Tiere wird in der Literatur des öfters hervorgehoben. In der Marksubstanz der Meerschweinchennebenniere fand ich einmal eine einzige Ganglienzelle. Auch in Markpfeilern, die bis an die Kapsel reichten, konnte ich niemals Ganglienzellen nachweisen, obwohl in nächster Nähe der Nebenniere beim Meerschweinchen ein größeres Ganglion zu beobachten ist. Ebenso wenig konnte ich Übergänge zwischen Ganglienzellen und den in der äußeren Rindenzone auffindbaren Zellen der Markpfeiler feststellen, wie sie MITSUKURI (46) angibt und PFAUNDLER (51) bestätigt. Auch die Ansicht FUSARIS (23) muß ich nach meinen Befunden zurückweisen, nach der eine Umwandlung von Ganglienzellen und Markzellen innerhalb der Marksubstanz stattfindet.

Über Teilungsvorgänge in den Markzellen der Nebenniere des Meerschweinchens kann ich nur so viel sagen, daß ich in allen meinen Präparaten kein einziges Mal eine Mitose fand. V. v. EBNER (16) berichtet zwar über spärliches Auftreten von Karyokinesen im Marke der Nebenniere eines Hingerichteten, und FÉLICINE (19) schildert, wie schon erwähnt, die Markzellen als teilungsfähiges Zellmaterial. Amitotische Kernteilungsfiguren konnte ich direkt nicht beobachten, doch spricht für diesen Teilungsmodus das Auftreten von zwei Kernen in einer Zelle.

Zum Schluß weise ich noch auf das Vorkommen geringer Mengen von Pigment in einzelnen Markzellen hin, das ich in Form kleiner Tröpfchen antraf, wie ich es für die inneren Rindenzellen beschrieb.

Zusammenfassend charakterisiere ich die zelligen Elemente der Marksubstanz als polygonale, mehr zylindrische Zellen, die eine mehr oder minder intensive Gelbfärbung in Chromatlösungen annehmen. Diese Färbung ist an größere oder feinste Körnchen gebunden, die ich mit den chromophilen Körnchen der inneren Rindenzellen identifiziere. Die chromophilen Zellen der Marksubstanz werden im Verlaufe ihrer Tätigkeit zu Spongiocyten, die sich aller Wahrscheinlichkeit nach wieder regenerieren und wieder zu chromophilen Zellen werden. Der Zusammenhang der inneren Rindenzellen mit den Markzellen ist überaus innig, indem es den Anschein hat, als gingen die Markzellen direkt aus den inneren Rindenzellen hervor, nachdem die für dieselben spezifischen, chromophilen Körnchen eine mehr gequollene oder feinkörnige Beschaffenheit angenommen haben, in welchem Zustand sie dann höchstwahrscheinlich in die Blutbahn abgegeben werden. Diese Vermutung stützt sich auch auf Befunde an den Zellen der Diphtherie- und Choleranebenniere, wo durch die vermehrte Tätigkeit der Zellen ein klares Bild der Übergänge derselben geschaffen wird.

Bevor ich eine Übersicht der Ergebnisse meiner Untersuchungen bringe, erfülle ich eine angenehme Pflicht, wenn ich meinen verehrten Lehrern, Herrn Hofrat v. GRAFF für das mir stets bewiesene Entgegenkommen, und Herrn Professor BÖHMIG für die liebenswürdige Unterstützung dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank ausspreche.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen an der Meerschweinchenebenniere lassen sich folgendermaßen kurz wiedergeben:

Die Nebenniere zerfällt in zwei Abschnitte, die beim erwachsenen Tier scharf zu sondern sind, da ihren zelligen Elementen jede, durch Übergangsformen gebildete Zusammengehörigkeit mangelt und ihre Protoplasmaeinschlüsse differenten Natur sind. Den einen, peripher gelegenen Abschnitt bildet die »äußere Rindenschicht«, die unmittelbar der fibrösen Kapsel des Organs anliegt und nach dem bisher gebräuchlichen Einteilungsmodus die *Zona glomerulosa* und einen Teil der *Zona fascicularis* ARNOLDS (*couche spongieuse* GUIEYSSÉS) umfaßt. Der zweite Abschnitt besteht aus den übrigen Teilen der Rindensubstanz (*couche fasciculée* GUIEYSSÉS und *Zona reticularis*

ARNOLDS), den ich als »innere Rindenschicht« bezeichnete, und der Markschieht.

Die Zellen der äußeren Rindenschicht sind kubisch oder polygonal, mit rundem oder leicht ovalem Kern, dessen Gerüstwerk bald mehr, bald weniger deutlich hervortritt. Ausgezeichnet sind diese Zellen durch zwei, mikrochemisch und färberisch, verschiedene Zelleinschlüsse. Wir finden in geringer Menge Fett und vorwiegend eine fettähnliche Substanz, die sich in Osmiumsäure bräunt, in Xylol oder Tereben usw. löst und in großen Vacuolen enthalten ist. Diese Substanz beginnt sich in kleinsten Vacuolen der peripher gelegenen Zellen zu bilden und ist in größter Menge in den Spongiocyten, worunter ich großvacuolisierte Zellen verstehe, zu finden.

Die Regeneration der äußeren Rindenschicht erfolgt auf mitotischem (sehr selten) und amitotischem Wege in den peripheren Partien.

Die Zellen der inneren Rindenschicht enthalten kleine, körnige Einschlüsse, die sich in Chromatlösungen bräunen, und in Osmiumsäure eine graubraune Farbe annehmen. Eisenlack färbt sie schwarz. Ich bezeichne sie als »chromophile Körnchen«. Sie sind mit den die Chromreaktion gebenden Körnchen des Markes identisch.

Neben den chromophilen Körnchen können die Zellen der inneren Rindenschicht verschiedene Mengen von Pigment enthalten, das in Form größerer und kleinerer Tröpfchen, Kügelchen oder Scheibchen auftritt. Auch die Markzellen können in geringer Menge Pigment führen.

Die chromophilen Zellen des Markes unterscheiden sich von dem chromaffinen Gewebe des Paraganglion intercaroticum KOHNS, weshalb ich die Annahme KOHNS, daß die Marksubstanz der Nebenniere (im Sinne der Autoren, also ohne Einbeziehung von Rindenpartien) als Paraganglion suprarenale dem Paraganglion intercaroticum identisch sei, nicht teile.

Ebenso muß ich die Ansicht von der Selbständigkeit des Markes der Nebenniere zurückweisen, vielmehr die Anschauung vertreten, daß die Markzellen nichts anderes sind, als innere Rindenzellen in einem andern Funktionsstadium.

Im Marke fand ich beim Meerschweinchen keine Mitosen, wohl aber in der inneren Rindenschicht, wo auch amitotische

Kernteilungen häufig vorkommen. Letzterer Teilungsmodus scheint auch im Marke vertreten zu sein.

Größere Nervenstämmen sind in sehr geringer Menge vorhanden. Sehr selten sind Ganglienzellen nachzuweisen, denn ich fand im Marke einmal eine unzweifelhafte Ganglienzelle.

Graz, im Mai 1904.

Literatur.

1. O. AICHEL, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Nebenniere. Über ein neues normales Organ des Menschen und der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. LVI. 1900.
2. — Vorläufige Mitteilung über die Nebennierenentwicklung der Säuger und die Entstehung der accessorischen Nebennieren des Menschen. Anat. Anz. Bd. XVII. 1900.
3. ALEXANDER, Untersuchungen über die Nebennieren und ihre Beziehungen zum Nervensystem. ZIEGLERS Beitr. Bd. XI. 1891.
4. ARNOLD, Ein Beitrag zu der feineren Struktur und dem Chemismus der Nebennieren. VIRCHOWS Arch. Bd. XXXV. 1866.
5. BENDA, Über eine neue Färbungsmethode des Centralnervensystems und Theoretisches über Hämatoxylinfärbungen. Verhandl. der physiol. Gesellschaft zu Berlin. 1885/1886.
6. v. BRUNN, Ein Beitrag zur Kenntnis des feineren Baues und der Entwicklungsgeschichte der Nebennieren. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. Bd. VIII. 1872.
7. P. CANALIS, Contribution à l'étude du développement et de la pathologie des capsules surrénales. Intern. Monatsschrift für Anat. und Physiol. Bd. IV. 1887.
8. E. W. CARLIER, Note on the Structure of the Suprarenal Body. Anat. Anz. Bd. VIII. 1893.
9. C. CIACCIO, Ricerche sui processi di secrezione cellulare nelle capsule surrenali dei Vertebrati. Anat. Anz. Bd. XXIII. 1903.
10. CREIGHTON, A theory of the homology of the suprarenale based on observations. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XIII. 1879.
11. DIAMARE, Sulla morfologia delle capsule surrenali. Nota critica. Anat. Anz. Bd. XV. 1899.
12. A. DOGIEL, Die Nervenendigungen in den Nebennieren der Säugethiere. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1894.
13. DOSTOJEWSKY, Materiale zur mikroskopischen Anatomie der Nebennieren. Dissert. Petersburg 1884.
14. — Ein Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nebennieren bei Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. XXVII. 1886.
15. EBERTH, Die Nebennieren. Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere, von S. STRICKER. Leipzig 1871.

16. V. v. EBNER, A. KÖLLIKERS Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. III. Leipzig 1899.
17. A. ECKER. Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den vier Wirbelthierklassen. Braunschweig 1846.
18. L. FÉLICINE, Beitrag zur Anatomie der Nebennieren. Anat. Anz. Bd. XXII. 1902.
19. — Über die Beziehungen zwischen dem Blutgefäßsystem und den Zellen der Nebenniere. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. LXIII. 1903.
20. W. FLEMMING, Über Teilung und Kernformen bei Leucocyten und über deren Attraktionssphäre. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. XXXVII. 1891.
21. FLINT, The Blood-Vessels, Angiogenesis, Organogenesis, Reticulum and Histology of the Adrenal. Johns Hopkins Hospital Rep. Vol. IX. 1900.
22. FREY. Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. 5. Aufl. 1876.
23. FUSARI, De la terminaison des fibres nerveuses dans les capsules surrénales des mammifères. Arch. ital. de biolog. Bd. XVI. 1891.
24. GOTTSCHAU, Über Nebennieren der Säugethiere, speziell über die des Menschen. Sitzungsber. d. physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg. 1882.
25. — Struktur und embryonale Entwicklung der Nebennieren bei Säugethiern. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1883.
26. — Über die Nebenniere der Säugethiere. Biolog. Centralblatt. Bd. III. 1883/1884.
27. GUARNIERI et MAGINI, Etudes sur la fine structure des capsules surrénales. Arch. ital. de Biolog. T. X. 1888.
28. GUIEYSSE, La capsule surrénale du cobaye. Histologie et Fonctionnement. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Bd. XXXVII. 1901.
29. HENLE, Über das Gewebe der Nebenniere und Hypophyse. Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. XXIV. 1865.
30. — Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II. Die Blutgefäßdrüsen. Braunschweig 1866.
31. HULTGREN u. ANDERSSON, Studien über die Physiologie und Anatomie der Nebennieren. Skandinavisches Arch. f. Physiol. Bd. IX. 1899.
32. KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. Leipzig 1855.
33. — Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. Leipzig 1867.
34. — Über die Nerven der Nebennieren. Verhandl. d. Gesellsch. Deutsch. Naturforsch. und Ärzte. Bd. II. 1894.
35. KLEMENSIEWICZ, Weitere Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Wanderzellen, Phagoocyten und Eiterzellen. ZIEGLERS Beitr. Bd. XXXII. 1902.
36. A. KOHN, Über die Nebenniere. Prager med. Wochenschr. Jahrg. 23. 1898.
37. — Die Nebenniere der Selachier nebst Beiträgen zur Kenntnis der Wirbelthiernebnieren im allgemeinen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. LIII. 1898.
38. — Die chromaffinen Zellen des Sympathicus. Anat. Anz. Bd. XV. 1899.
39. — Über den Bau und die Entwicklung der sogenannten Carotisdrüse. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. LVI. 1900.
40. — Die Paraganglien. Ebenda. Bd. LXII. 1903.
41. — Das chromaffine Gewebe. MERKEL u. BONNET, Ergebn. Bd. XII. 1903.

42. W. KOSE, Über das Vorkommen »chromaffiner Zellen« im Sympathicus des Menschen und der Säugetiere. Sitzungsber. d. Deutsch. naturw. med. Verein f. Böhmen »Lotos« 1898.
43. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.
44. MARCHAND, Beiträge zur Kenntnis der normalen und pathologischen Anatomie der Glandula carotica und der Nebenniere. Intern. Beitr. z. W. med. Festschrift f. R. VIRCHOW. Bd. I. 1891.
45. MECKEL, Abhandlungen aus der menschlichen, vergleichenden Anatomie und Physiologie. Halle 1806.
46. MITSUKURI, On the Development of the suprarenal Bodies in Mammalia. Quart. Journ. of microscop. Science. Bd. XXII. Neue Folge. 1882.
47. MOERS, Über den feineren Bau der Nebenniere. VIRCHOWS Arch. Bd. XXIX. 1864.
48. MÜHLMANN, Zur Histologie der Nebenniere. VIRCHOWS Arch. Bd. CXLVI. 1896.
49. MULON, Soc. biol. Paris 1902.
50. NAGEL, Über die Struktur der Nebennieren. MÜLLERS Arch. 1836.
51. PFAUNDLER, Zur Anatomie der Nebenniere. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. CI. III. Abt. 1892.
52. PLECNIK, Zur Histologie der Nebenniere des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. LX. 1902.
53. RÄUBER, Zur feineren Struktur der Nebennieren. Berlin 1881. Dissert.
54. O. VOM RATH, Über die Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Hoden. Zoolog. Anz. Bd. XIV. 1891.
55. RAWITZ, Die Verwendung der Alizarine und Alizarincyanine in der histologischen Technik. Anat. Anz. Bd. XI. 1895.
56. ROUD, Contribution à l'étude du développement de la capsule surrénale de la souris. Bulletin de la Société vaudoise des Scienc. nat. Vol. XXXVIII. Lausanne 1903.
57. SCHULTZE u. RUDNEFF, Weitere Mitteilungen über die Einwirkung der Überosmiumsäure auf thierische Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. Bd. I. 1865.
58. STILLING, Die chromophilen Zellen und Körperchen des Sympathicus. Anat. Anz. Bd. XV. 1898.
59. — A propos de quelques expériences nouvelles sur la maladie d'Addison. Revue de médecine. Bd. X. 1890.
60. UNNA, Monatshefte f. prakt. Dermatologie. Bd. XX. 1895.
61. WIESEL, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Nebenniere. Anat. Hefte. Bd. XIX. 1902. Heft 63.
62. H. E. ZIEGLER, Die biologische Bedeutung der amitotischen (direkten) Kerntheilung im Thierreich. Biolog. Centralbl. Bd. XI. 1891.
63. ZIEGLER u. O. VOM RATH, Die amitotische Kernteilung bei den Arthropoden. Biolog. Centralbl. Bd. XI. 1891.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII und XVIII.

Fig. 1. Schnittpräparat aus der Nebenniere des Meerschweinchens, gehärtet in ZENKERScher Flüssigkeit. Partie aus der äußeren Rindenschicht, entsprechend der *Zona glomerulosa* ARNOLDS. Ein Teil der Zellen zeigt deutliche Chromreaktion. Das Protoplasma ist feinkörnig. Die gelbgefärbten Zellen bilden das äußerste Ende einer Fortsetzung der Marksubstanz durch die Rinde. Es liegen hier die chromophilen Zellen der Marksubstanz unmittelbar den äußersten Rindenzellen an. Vergr. etwa 650.

Fig. 2. Zellen aus der inneren Rindenschicht der Meerschweinchenneben-niere aus einem ungefärbten, in MÜLLER-Formol gehärteten Schnitt (*Zona reticularis* ARNOLDS). Sie zeigen in ihren mittleren Partien eine deutliche Gelbfärbung, grobe Granulierung und Vacuolen. Die runden, braunen Granula sind kein Pigment, sondern chromophile Körnchen. Am Zellrande zeigt das Protoplasma eine äußerst feinkörnige Beschaffenheit. Vergr. etwa 1800.

Fig. 3. Ungefärbter Querschnitt durch einen Teil der Marksubstanz der Meerschweinchenneben-niere. Die intensiv gelb gefärbte Partie entspricht der Marksubstanz, deren netzförmige, grobmaschige Anordnung mit größeren Blut-sinusen ersichtlich ist. Die innere Rindenschicht hat einen braunen Ton angenommen. Die in der Abbildung nach links oben sich fortsetzende Marksubstanz bildet den chromophilen Zellhaufen der Fig. 1. Vergr. 30.

Fig. 4. Schnitt durch eine Meerschweinchenneben-niere, in Pikrinsäure-sublimat gehärtet und mit Eisenlack gefärbt. Von oben her zieht ein Pfeiler der äußeren Rindenschicht gegen die Marksubstanz. Einzelne dunkel gefärbte, quer und schief durchschnittenen Zellbalken (*z*) der inneren Rindenschicht liegen dazwischen. Den Bindegewebspfeiler (*b*) begleiten dunklere Zellen (*a*), die den periphersten Partien der Rindenschicht angehören und in die Spongiocyten (*s*) übergehen. Die Zellen der Marksubstanz (*m*) und die inneren Rindenzellen (*z*) sind am schlechtesten erhalten, besser noch die der äußeren Rinde (*s* und *a*) Vergr. 220.

Fig. 5, 6, 7, 8. Die Zellen gehören der inneren Schicht der Rindensubstanz an (*Zona reticularis* ARNOLDS). Das Präparat wurde in MÜLLER-Formol gehärtet und im Stück mit Alauncochenille durchgefärbt. Die Zelle in Fig. 5 zeigt eine feine Granulierung im Protoplasma, während sich in den rechten Partien desselben Andeutungen von Vacuolenbildung zeigen. In der Zelle der Fig. 6 ist die Vacuolisierung schon vorgeschritten und kleine Körnchen beginnen aufzutreten. In Fig. 7 sehen wir durch Chromsalze und Osmiumsäure sich bräunende, größere Granulationen, daneben Vacuolen und kleinere Körnchen. Die Zwischen-substanz zwischen diesen zeigt einen schwach hellbraunen bis gelben Farbenton. In Fig. 8 erkennen wir neben braunen Körnchen (chromophile Körnchen) noch solche von gelber Farbe (Pigment). In diesem Stadium beginnt der Kern eine

diffuse Färbung anzunehmen, während er früher ein scharf konturiertes Karyomitom zeigte. Vergr. etwa 700.

Fig. 9. Diese Abbildung entspricht einer Partie der Markschrift, die sich bis zur äußersten Rindenschicht verfolgen läßt. In dem Aussehen und färberischen Verhalten gleichen die wabigen Zellen (*s*) ganz denen der äußeren Rindenschicht. Die Zelle *s'* läßt Übergänge erkennen, die sehr für eine Abstammung derselben von den braungelb gefärbten chromophilen Zellen sprechen. Um den Kern dieser Zelle befindet sich eine Gruppe braun gefärbter Kügelchen (*k*), die in Vacuolen zu liegen scheinen. Die Zelle *c* ist eine typische chromophile Zelle, deren Cytoplasma sehr feinkörnig ist und eine braune Farbe zeigt. Zwischen die Spongiocyten *s* dringt ein bindegewebiges Septum *b* ein. Nebenbei bemerkt, stimmen die Kernstrukturen in allen diesen Zellen auffallend überein. Das Präparat wurde in ZENKERScher Flüssigkeit gehärtet und im Stück mit Alauncochenille durchgefärbt. Vergr. etwa 700.

Fig. 10. Zellstrang aus der Nebenniere eines 75 mm langen Meerschweinchenembryos. *m*, Markzelle; *a* und *s* Zellen der umliegenden Rindensubstanz in verschiedenen Stadien der Differenzierung, in einer gemeinsamen bindegewebigen Hülle (*a*). Härtung in Sublimat, Färbung mit Eisenlack und Nachfärbung mit Eosin. Vergr. etwa 600.

Fig. 11. Diese Stelle entspricht der Grenze von innerer Rinden- und Markschrift. Ein Bindegewebsbalken *b* trennt beide Parteien. Die wabige Zelle *s* ist hier vollkommen isoliert und steht mit keinem Rindenpfeiler in Verbindung. Die dunkeln (in der Abbildung unbezeichneten) Zellen zeigen nur einen schwachen Chromton und lassen an verschiedenen Stellen im Protoplasma die Anfänge der Vacuolenbildung erkennen. Interessant ist die Markzelle *s'*, welche feine Granula enthält, die in gewissen Beziehungen denen der inneren Rindenzelle *i'* gleichen. Auch zeigt die Zelle *s'* beginnende Vacuolenbildung. Sie liegt einem Blutsinus direkt an, und der Zellkontur ist an dieser Stelle ganz verwaschen. Die wabige Zelle grenzt ebenfalls an einen Blutsinus *B*, der noch ein deformiertes Blutkörperchen enthält. Gehärtet war das Präparat in ZENKERScher Flüssigkeit, gefärbt mit Eisenlack. Vergr. etwa 700.

Fig. 12. Pigmentzelle aus der inneren Rindenschicht nach Härtung in Kaliumbichromatformol. Ungefärbt. Vergr. 1500.

Fig. 13. Schnitt aus einer in HERMANNSchem Gemisch gehärteten Nebenniere, mit Eisenlack gefärbt. Verschiedene Stadien der Umwandlung der äußersten Rindenzellen zu Spongiocyten GUIEYSSSES. Vergr. etwa 650.

Fig. 14. Spongiocyt aus einem ungefärbten Celloidinschnitt einer in HERMANNSchem Gemisch fixierten Nebenniere. Die Vacuolen erfüllt eine durch Osmiumsäure braun gefärbte Masse, die in den dichtesten Lagen schwarz erscheint. Vergr. 1200.

Fig. 15. Spongiocyt einer wie in Fig. 14 behandelten Nebenniere. Der Celloidinschnitt verweilte durch längere Zeit in Tereben. Bis auf drei schwarze Granula (*a*) ist alles entfärbt. Das Gerüstwerk zeigt an verschiedenen Stellen kleine schwarze Pünktchen (*b*). Vergr. 1200.

Fig. 16 u. 17. Zellen aus der Zona reticularis ARNOLDS, in HERMANNS Flüssigkeit fixiert und mit Eisenlack gefärbt, starke Differenzierung. Das Bild stellt ein wenig vorgeschrittenes Stadium der Zellen in Fig. 5, 6, 7 und 8 dar. Vergr. 1200.

Fig. 18 u. 19. Zellen der Zona reticularis ARNOLDS einer im Gemisch FLEMMINGS gehärteten Nebenniere. Vergr. etwa 1000.

Fig. 20. Zelle aus der Marksubstanz einer in ZENKERSCHER Flüssigkeit fixierten Nebenniere. Färbung mit Alizarin nach RAWITZ. Vergr. etwa 600.

Fig. 21. Zelle aus der inneren Rindenschicht. Der Schnitt stammt von einer in HERMANN'SCHER Flüssigkeit fixierten Nebenniere. Färbung mit Eisenlack. In einzelnen Vacuolen befinden sich kleine schwarze Körnchen. Das große schwarze Tröpfchen dürfte osmiertes Fett sein, da in diesem Celloidinschnitt auch das übrige Körperfett eine Schwarzfärbung zeigt. Vergr. 1200.

Fig. 22. Zelle aus einem in FLEMMINGS Gemisch gehärteten Schnitt der Nebenniere, mit Eisenlack gefärbt. Diese Zelle gehört der inneren Rindenschicht an (couche fasciculée GUIEYSSSES). Die Zelle ist von zahlreichen Vacuolen durchsetzt, die in gewissen Beziehungen denen der Spongocyten gleichen. Vergrößerung 1200.

Fig. 23. Zellen aus der äußersten Rindenschicht (Zona glomerulosa ARNOLDS). Eisenlackfärbung nach Härtung in HERMANN'S Gemisch. Die linke Zelle zeigt Teilungserscheinungen nach amitotischem Modus. Vergr. etwa 600.

Fig. 24. Zelle aus einem Celloidinschnitt einer in FLEMMINGS'SCHER Flüssigkeit fixierten und mit Eisenlack gefärbten Nebenniere. Die wenigen schwarzen Tropfen (*a*) scheinen Fett zu sein. Die Zelle gehört der inneren Rindenschicht an. Vergr. 500.

Fig. 25. Wir sehen einen tangential getroffenen Markstrang in der inneren Rindenschicht liegen. Nach oben hin begrenzt ihn ein Bindegewebszug, während von unten her nur einzelne Bindegewebsbündel in schiefer Richtung einstrahlen. Hier sind die Markzellen *m* und *s* nicht scharf gegen die inneren Rindenzellen *i* abgegrenzt. Auch die Chromfärbung der Markzellen greift auf die Rindenzellen über. Vergr. 400.

Fig. 26. Eine Zelle aus den äußeren Partien der inneren Rindenschicht. Fixierung in FLEMMINGS Gemisch. Der Celloidinschnitt war ungerärbt. Vergrößerung 1200.

Fig. 27. Zelle aus der Markschicht einer in ZENKERSCHER Flüssigkeit fixierten Nebenniere, gefärbt mit Eisenlack. Die Zelle gehört einem Rindenpfeiler an, dessen Spongocyten bis in die Markschicht eindringen und hier in manchen Schnitten unvermittelt getroffen werden. Der Spongioeyt gleicht vollständig den außenliegenden. Vergr. etwa 650.

Fig. 28. Wabige Zelle aus der Markschicht, gefärbt mit Alizarin nach RAWITZ. Vergr. etwa 700.

Fig. 29. Wabige Zelle aus der äußeren Rindenschicht. Vergr. 800.

Fig. 30. Zelle aus der inneren Rindenschicht, mit HERMANN'S Flüssigkeit gehärtet und mit Alizarin gefärbt. Kleine Vacuolen durchsetzen das ganze Protoplasma, das wenige, kleine braune Körnchen enthält. Zwei größere Vacuolen (*a*) sind rechts vorhanden, die wahrscheinlich von Fetttropfen erfüllt waren. Der Kern zeigt ein sehr merkwürdiges Verhalten. Körperlich ist er als Halbhohlkugel zu denken, der gegenüber eine Gruppe kleinster Körnchen liegt, die durch eine fast homogene Zone mit ihr in Verbindung stehen. Nach links zu umgibt den Kern eine vollständig ungefärbte, sichelförmige Zone. Vergr. 900.

Fig. 31. Zeigt eine Zelle aus derselben Schicht wie Fig. 30. Auch hier

erscheint der Kern halbkugelförmig, von der Membran abgehoben. Vergrößerung 1000.

Fig. 32. Zelle aus der inneren Rindenschicht, in HERMANN'S Gemisch gehärtet und mit Eisenlack gefärbt. Vergr. 1200.

Fig. 33. Diese Zelle gehört der inneren Rindenschicht an. Die Kernmembran umschließt einen Hohlraum, der Kern selbst ist in zwei Kugeln geteilt, die durch einen Faden in Verbindung stehen. Es dürfte sich um eine Teilung auf amitotischem Wege handeln. Vergr. 1000.

Fig. 34. Wabige Zelle aus der äußeren Rindenschicht. Vergr. 1000.

Fig. 35. Zellen aus dem Schnitte der Fig. 10. Übergang der Rindenzellen in Spongiocyten. Vergr. 1800.



1.



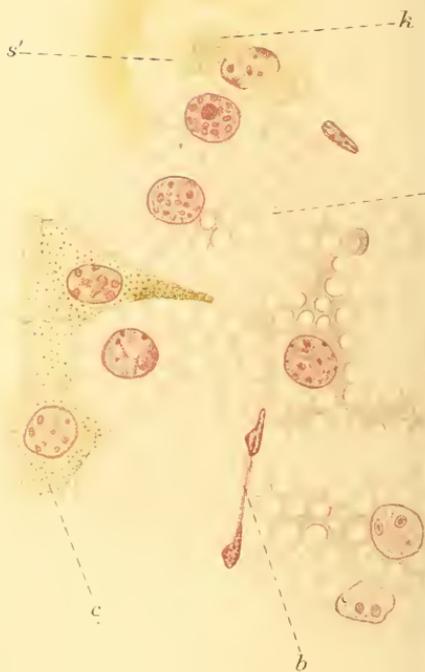
2.



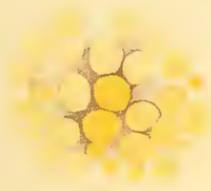
4. b



9.



12.



3.



5.



6.



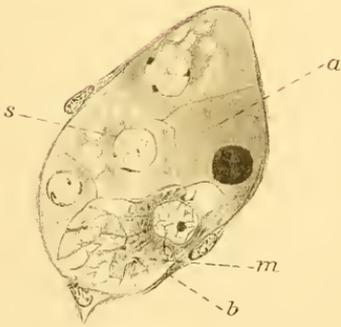
7.



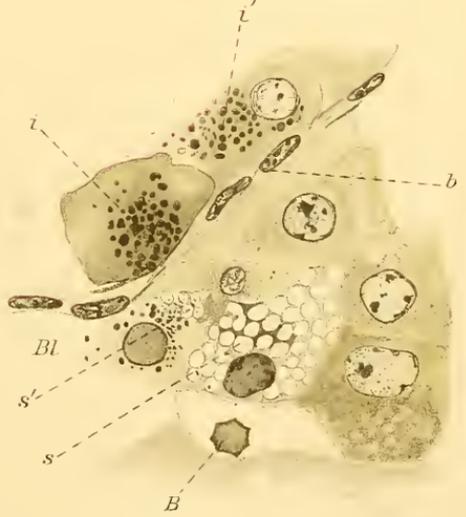
8.



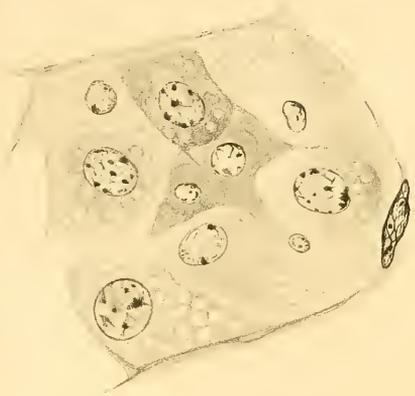
10.



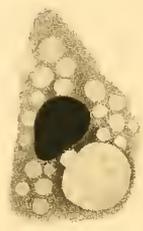
11.



13.



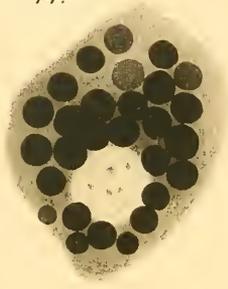
22.



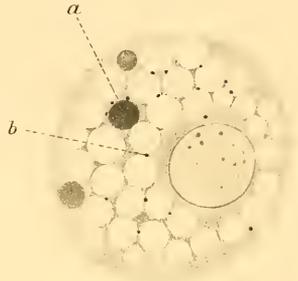
21.



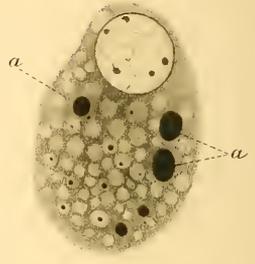
14.



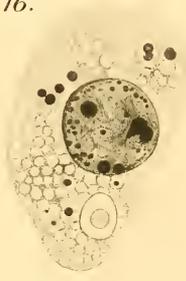
15.



24.



16.



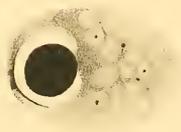
17.



18.



19.

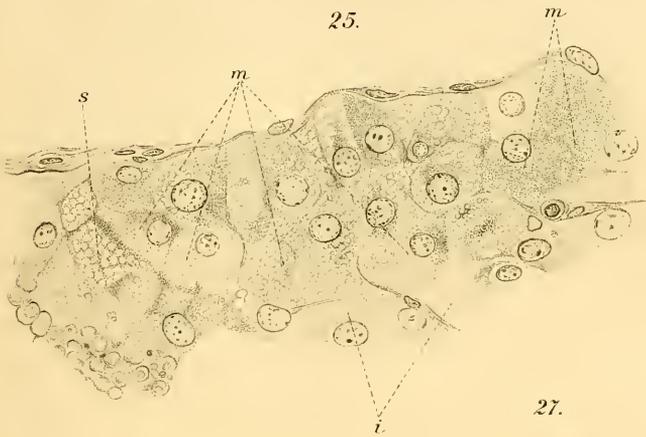


20.

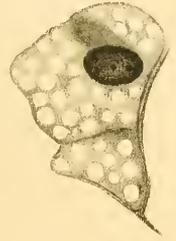


23.

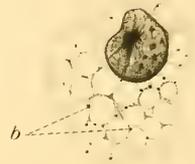




28.



29.



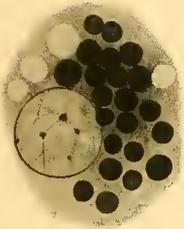
27.



30.



26.



32.



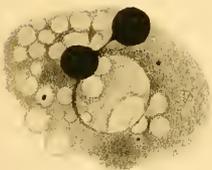
31.



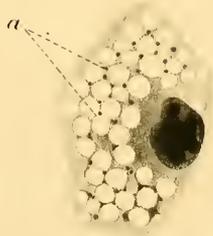
35.



33.



34.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut zu Graz](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Fuhrmann Franz

Artikel/Article: [Der feinere Bau der Nebenniere des Meerschweinchens. 57-95](#)