Histologisches und embryologisches Institut der k. u. k. tierärztlichen
Hochschule in Wien.

Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Lamellenkörperchen.

Von
Prof. Siegmund v. Schumacher.

Hierzu Tafel VIII und 4 Textfiguren.

Einleitung.

Die unmittelbare Veranlassung zu vorliegender Mitteilung gab mir eine Arbeit Michailows (7) über „Die Struktur der Vater-Pacinischen Körperchen und ihre physiologische Bedeutung“, auf die ich erst durch ein Referat im Anatomischen Zentralblatt aufmerksam gemacht wurde. Michailow gelangt auf Grund des Nachweises von reichlichen Kapillaren im Inneren der Vater-Pacinischen Körperchen zu einer ganz ähnlichen Hypothese über die Funktion der Lamellenkörperchen, wie ich sie vor einiger Zeit ausgesprochen habe (12). Meine diesbezüglichen Auseinandersetzungen scheinen Michailow entgangen zu sein, was begreiflich erscheint, da die Überschrift der betreffenden Arbeit nicht vermuten liess, dass der Inhalt sich mit den Lamellenkörperchen beschäftigt. Daher möchte ich hier nochmals zu dieser Frage Stellung nehmen, um so mehr, als ich durch inzwischen angestellte Untersuchungen imstande bin, meine Hypothese über die Funktion der Lamellenkörperchen besser zu begründen, als dies seinerzeit möglich war.

Michailow gibt zunächst eine historische Übersicht über die Entwicklung der Lehre vom Aufbau der typischen Vater-Pacinischen Körperchen, namentlich auch von der Art der Nervenendigungen im Innenkolben. Nach der Ansicht Michailows gehören die im Innenkolben zu findenden Kerne Wanderzellen an und der Innenkolben selbst stellt (ähnlich wie die interkapsulären Zwischenräume) einen mit Blutserum angefüllten Hohlraum dar. Unter dem Einflusse veränderter Bedingungen, namentlich der Einwirkung von Reagentien, gerinnt das Blut-

serum und kann in diesem Zustande Zellstrukturen vortäuschen. Das den Innenkolben erfüllende Blutserum stammt aus den im Innenkolben vorhandenen Blutkapillaren und ebenso dürften aus letzteren die Leukozyten ausgewandert sein. Eingehend befasst sich Michailow mit der Frage der Vaskularisation der Lamellenkörperchen.

Schon seit langem ist es bekannt, dass die Vater-Pacinischen Körperchen ihre eigenen Blutgefässe besitzen.

So finden sich nach Köl liker (5) im Stiele und den benachbarten Teilen der Körperchen, weniger häufig am anderen Ende derselben, wo die Lamellen nicht selten durch einen Längsstrang (Lig. intercapsulare) verbunden sind, einzelne feine Blutgefässverästelungen.

Ausführliche und vollkommen zutreffende Mitteilungen über die Gefässe der Vater-Pacinischen Körperchen machte schon Herbst (3) im Jahre 1848. „An den beiden Seiten der Körperchen liegen zwei Blutgefässe, von denen das eine gross, das andere aber nur etwa $\frac{1}{3}$ so weit ist; zahlreiche Äste derselben dringen in die Oberfläche und in die peripherischen Kapseln, zu deren besseren Versorgung das grössere Blutgefäss einen Hauptzweig quer über die Mitte des Körperchens sendet. Ferner befindet sich ein ansehnliches arterielles Gefäss, als Begleiter der Nervenfasern, im Stiele. Dasselbe dringt in die Basis des Körperchens, nimmt an allen Windungen der Nervenfasern teil, gibt nach allen Seiten an die Kapselinterstitien Äste, welche durch Zellgewebe in ihrer Lage erhalten werden, sich wie andere Kapillargefässe, nach einem kürzeren oder längeren Laufe schlingenförmig umbiegen und gegen den Stiel zurückkehren. Der Stamm dieses Gefässes ist bis zum Boden der innersten Kapsel sichtbar.“ „Ein anderes Blutgefäss dringt in das peripherische Ende des Körperchens, erstreckt sich in gerader oder schräger Richtung gegen den oberen Teil des innersten Kapselsystems und gibt zahlreiche Äste an die äusseren Kapseln, welche zum Teil mit den vom zentralen Ende hier ihnen entgegenkommenden anastomosieren.“

Nach Michailow beschäftigte sich in letzter Zeit mit der Frage der Gefässversorgung der Vater-Pacinischen Körperchen Kowrygin im Laboratorium Dogiels und gelangte zu dem Schlusse, dass in die Innenkolben der Körperchen Kapillaren eindringen. Auf Grund solcher Präparate Kowrygins schreibt

Dogiel, dass feine Arterienzweige mit den Nerven in jedes Körperchen eintreten und sich in Kapillaren auflösen; letztere dringen in die Zwischenräume zwischen den äusseren und den nach innen zu gelegenen Lamellen ein, ziehen sich hier auf eine ziemlich grosse Entfernung hin, oft sogar bis zur Hälfte der Länge des Körperchens und bilden ein feinschlingiges Netz. Ausserdem dringen eine bis zwei kleine Arterien in das Körperchen von seiten des Poles ein, welcher der Stelle des Nerveneintrittes gegenüberliegt (nicht selten in der Gegend des Lig. interlamellare), und zerfallen hier in Kapillaren, deren Schlingen auf eine kleine Strecke in die Zwischenräume zwischen den Aussenkapseln eindringen. Die beiden Kapillarsysteme können untereinander durch lange Anastomosen verbunden sein. Schliesslich lässt sich bei manchen Körperchen nachweisen, dass ein bis zwei Kapillarschlingen mit den Nervenfasern zusammengehen und diese bis zum Innenkolben begleiten, wobei sie sogar mitunter in den letzteren eindringen, sich jedoch nicht weiter als bis zum Anfangsteil desselben erstrecken.

Michailow gelang es bei der Katze (im Mesenterium, Pankreas und anderen Organen) durch Injektion nachzuweisen, dass in jedes Vater-Pacinische Körperchen in der Gegend der Nerveneintrittsstelle Kapillaren eindringen, sich im Innenkolben verzweigen, verflechten, anastomosieren und so einen komplizierten Knäuel bilden. Dieser Knäuel hat der Form des Innenkolbens entsprechend eine längliche Gestalt und breitet sich hauptsächlich in der Hälfte des Innenkolbens aus, die die Nerveneintrittsstelle trägt. Aber auch in der anderen Hälfte des Körperchens sind Kapillaren vorhanden, die entweder Zweige des beschriebenen Glomerulus darstellen oder vom entgegengesetzten Pole in das Körperchen eindringen; so dass in manchen Körperchen im Bereiche des ganzen Innenkolbens Kapillaren zu finden sind. Michailow konnte aber in keinem Falle, trotz vollkommen gelungener Injektion, das Eindringen von Kapillaren in das Kapselsystem eines Körperchens beobachten.

An der Oberfläche der Lamellenkörperchen gelang Michailow der Nachweis eines feinen elastischen Fasernetzes.

Bezüglich der Funktion der Vater-Pacinischen Körperchen äussert sich Michailow folgendermassen: „Wir haben schon gesehen, dass in dem Innenkolben der Vater-

Pacinischen Körperchen ein Knäuel von Blutkapillaren vorhanden ist. Aus diesen Kapillaren muss unter dem Einflusse ihres Blutdruckes das Blutserum in die benachbarten Gewebe transsudieren. Wir haben gleichfalls gesehen, dass in dem Innenkolben ebenfalls ein kompliziert gebauter Nervenendapparat des Körperchens vorhanden ist. Wenn wir nun annehmen, dass der Blutdruck in den Kapillaren aus irgend einem Grunde sich vergrößert, so können folglich einerseits die Kapillaren sich erweitern, andererseits kann die Filtration des Blutserums aus ihnen in den benachbarten Raum einen intensiveren Charakter annehmen. Unserer Meinung nach muss der eine, sowie auch der andere Umstand unbedingt als Erreger des Nervenendapparates des Vater-Pacinischen Körperchens dienen, wobei, dank der unmittelbaren Berührung zwischen diesem Nervenendapparat und dem Glomerulus der Blutkapillaren, d. h. dank der angepassten Struktur der Körperchen, sogar die minimalsten Schwankungen des Blutdruckes in diesen Kapillaren durch die Vater-Pacinischen Körperchen leicht wahrgenommen und registriert werden können.“ „Das aus dem Glomerulus der Blutkapillaren in den Hohlraum transsudierende und von hier wiederum in die interkapsulären Zwischenräume durchdringende Blutserum ist imstande, das Körperchen so weit auszudehnen, als es die Elastizität des beschriebenen Netzhens gestattet. Dank der Anwesenheit dieses Netzhens geschieht es, dass alle Hohlräume des Körperchens beim variierenden Quantum des das letztere ausfüllenden Blutserums stets durch dieses vollständig ausgefüllt sind.“

Demnach scheint Michailow die Hypothese sehr wahrscheinlich, „dass die typischen Vater-Pacinischen Körperchen solche Nervenendapparate vorstellen, welche Registratoren des Blutdruckes in den Kapillaren (und folglich auch im ganzen Blutgefäßsystem) sind, d. h. als Anfänge des zentripetalen Weges desjenigen Reflexbogens erscheinen, dank welchem die Regulation des Blutdruckes verwirklicht wird.“

Schon vor längerer Zeit glaubte Thoma (14) die von ihm in allen Teilen des Aortensystems gefundenen Vater-Pacinischen Körperchen als Regulationsvorrichtungen des Gefäßtonus ansprechen zu dürfen. Allerdings stellt sich Thoma die Einwirkung des Füllungsgrades der Gefäße auf die Nervenendigungen in den Lamellenkörperchen wesentlich anders vor als Michailow.

Thoma äussert sich diesbezüglich folgendermassen: „Dieselben (erg. Pacinischen Körperchen) liegen in den äussersten Zonen der Adventitia oder unmittelbar nach aussen von dieser. Sie erscheinen demgemäss vorzüglich geeignet, die leisen Vibrationen, die jeder strömenden Bewegung zukommen, zu perzipieren und als Nervenerrregungen auf die Gefässmuskeln überzuleiten.“

Auch Rainer (8) spricht in einer jüngst erschienenen kurzen Mitteilung über besonders modifizierte Vater-Pacinische Körperchen, die retroperitoneal zwischen der Wurzel des Mesocolon transversum und Mesenterium im adventitiellen Gewebe der grossen Venen gelegen sind, den Gedanken aus, dass diese Körperchen zu dem Füllungsgrade der Venen in funktioneller Beziehung stehen.

Nach Van de Velde (15) tritt in den basalen Pol der Vater-Pacinischen Körperchen meistens eine kleine Arterie ein, welche sich in interkapsuläre Kapillaren teilt. Aus dem Bau und der Lage der Körperchen ist zu entnehmen, dass diese besonders für Druck empfindlich sind. „Auch ihre Lage im Pankreas lässt hierauf schliessen: Wenn dieses seine Wirkung entfaltet, erweitern sich die Blutgefässe des Organs und üben schon hierdurch einen Druck auf die in dieser Drüse gelegenen Körperchen aus. Dieser Druck ist jedoch nicht nur extrakapsulär vorhanden; er wird auch interkapsulär gerade durch die früher genannten in die Körperchen eintretenden Kapillaren hervorgerufen, sei es, dass die Nervenendigung gedrückt wird durch die Ausdehnung von den Kapillaren allein, sei es, dass eine Vermehrung der interkapsulären Flüssigkeit durch grössere Blutzufuhr entsteht und diese einen grösseren Druck zustande bringt. In beiden Fällen kann dann ein Reflex auf andere Digestionsorgane vom Pankreas aus ausgelöst werden.“

Aus diesen Angaben geht hervor, dass in letzter Zeit sich die Auffassung über die Funktion der Vater-Pacinischen Körperchen, wenigstens bei einigen Autoren, insofern geändert hat, als die Körperchen nicht mehr im gewöhnlichen Sinne des Wortes als Drucksinnesorgane aufgefasst werden, sondern ihnen bei der Regulierung des Blutdruckes eine wichtige Rolle zugeschrieben wird. In diesem Sinne habe ich mich schon vor dem Erscheinen der zitierten Arbeiten von Michailow, Rainer und Van de Velde ausgesprochen.

Ich machte seinerzeit auf das Vorkommen von kleinen Lamellenkörperchen in der Nähe des von mir als arterio-venöse Anastomose (resp. als eine Gruppe von solchen) erkannten Glomus coccygeum des Menschen¹⁾ und in der (allerdings nicht unmittelbaren) Nachbarschaft der dem Glomus coccygeum bei Säugetieren entsprechenden Glomeruli caudales aufmerksam. Gewöhnlich liegen diese in kleineren oder grösseren Gruppen beisammen und speziell beim Menschen kommen in der Gegend des Glomus coccygeum kleine Lamellenkörperchen vor, die oft in grosser Anzahl eng aneinanderliegend von einer dichten fibrösen gemeinsamen Kapsel umgeben sind. Diese Lagebeziehung der Lamellenkörperchen zu den arterio-venösen Anastomosen liess an eine funktionelle Beziehung zwischen ersteren und letzteren denken, namentlich nachdem in der Nähe der arterio-venösen Anastomosen an den Endphalangen der Fledermäuse ebenfalls das Vorkommen von Gruppen Vater-Pacinischer Körperchen nachgewiesen worden war. Diesbezüglich hatte schon Grosser (1) vor mir den Gedanken eines funktionellen Zusammenhanges zwischen Lamellenkörperchen und Anastomosen ausgesprochen, indem er glaubt, dass erstere als eine Art Indikator für den Füllungsgrad der Anastomose funktionieren könnten.

Ich schrieb seinerzeit über die mutmassliche Funktion der in der Nähe von arterio-venösen Anastomosen gelegenen Lamellenkörperchen folgendermassen: „Mir scheint die Annahme ebenfalls plausibel, dass diese Nervenendkörperchen funktionell mit den Anastomosen in Beziehung stehen. Es wäre dieser Zusammenhang vielleicht in der Art denkbar, dass die Lamellenkörperchen eine Art von Feuchtigkeitsregulatoren darstellen. Es dürfte zugunsten dieser Anschauung auch der Bau der Lamellenkörperchen sprechen. Die Hülle besteht bekanntlich aus einer grossen Anzahl von ineinander geschachtelten Kapseln, die Bindegewebsfasern und Flüssigkeit enthalten. Würde nun aus irgend einem Grunde der Druck im Kapillargebiete steigen, so wäre die nächste Folge eine stärkere Transsudation von Flüssigkeit aus den Kapillaren, eine stärkere Durchfeuchtung des Gewebes. Liegen im Bereiche der stärker durchfeuchteten Stelle Lamellenkörperchen, so würden ihre Kapseln Flüssigkeit aufnehmen, stärker verquellen und dadurch

¹⁾ Beim Menschen hatten in der Gegend des Glomus coccygeum schon vor mir Luschka, Walker und Stoerk Lamellenkörperchen gesehen.

einen Druck auf den Innenkolben resp. auf den Achsenzylinder ausüben. Dieser Nervenreiz könnte auf die Vasomotoren übertragen werden und diese würden die Anastomosen erweitern, so dass die Nebenschliessung zwischen Arterie und Vene hergestellt wird und der Druck im entsprechenden Kapillargebiet sinkt. Aber auch dort, wo keine Anastomosen vorhanden sind, wäre an die Möglichkeit einer ähnlichen Funktion der Lamellenkörperchen zu denken, an eine Quellung bei stärkerer Durchfeuchtung und an eine reflektorische Beeinflussung der Gefässweite in der Art, dass der Blutdruck sinkt. Mir scheint diese Hypothese der Funktion der Lamellenkörperchen eher annehmbar zu sein, als ihre ihnen gewöhnlich zugeschriebene Bestimmung, dem Drucksinne zu dienen. In gewissem Sinne würden sie ja auch nach meiner Hypothese als Druckkörperchen wirken, indem auch ich mir vorstelle, dass die Nervenendigungen in den Körperchen durch Druck erregt werden, nämlich durch den Druck, den die Lamellen infolge ihrer grösseren Flüssigkeitsaufnahme, infolge ihrer Verquellung ausüben. Namentlich scheint diese Auffassung durch die für gewöhnliche Drucksinnesorgane schwer verständliche Lokalisation der Vater-Pacinischen Körperchen gestützt.“

Aus dem Vergleiche der oben ausführlich wiedergegebenen Ansicht Michailows und meinen seinerzeit gemachten Ausführungen ergibt sich ohne weiteres die Übereinstimmung in unserer Auffassung von der Funktion der Lamellenkörperchen. Der einzige nennenswerte Unterschied besteht darin, dass Michailow annimmt, dass eine Flüssigkeitstranssudation aus den im Innenkolben selbst gelegenen Kapillaren stattfindet und eventuell die Erweiterung der Kapillaren direkt auf die Nervenendigungen im Innenkolben einwirken kann, während ich mir vorstellte, dass die Gewebsflüssigkeit von aussen her in die Körperchen eindringt und sie zur Aufquellung bringt. Ich hatte seinerzeit das Vorkommen von Blutgefässen in den Lamellenkörperchen nicht beachtet, möchte aber erwähnen, dass nach dem Nachweis eines Kapillarknäuels im Inneren des Körperchens der Gedanke Michailows auch mir naheliegend erscheint, dass nämlich bei steigendem Blutdruck in den Kapillaren zunächst Flüssigkeit in die Lamellenräume transsudiert und so einen Druck auf die Nervenendigungen ausübt. Unterstützend dürfte dabei der in der Umgebung der Körperchen herrschende Flüssigkeits-

druck insofern wirken, als bei grösserem Aussendruck eine Diffusion von Flüssigkeit aus dem Körperchen in das umgebende Gewebe verhindert wird oder bei geringer Flüssigkeitsmenge in den äusseren Lamellenräumen von aussen her in diese Flüssigkeit diffundiert. Schliesslich dürfte auch noch die ausserordentlich innige Anlagerung der Körperchen an grössere Gefässe (Arterien, Venen und Lymphgefässe), wie sie ausnahmslos im Mesenterium der Katze zu finden ist, funktionell von Bedeutung sein. Diese Lagerung ist derart, dass bei einer Erweiterung der Gefässe ein direkter Druck auf die Körperchen ausgeübt werden muss.

Die Lamellen und der „Innenkolben“ der Vater-Pacinischen Körperchen.

Nach Key und Retzius (4) erscheinen die Kapsellinien der Vater-Pacinischen Körperchen oft nur einfach; nach Behandlung mit Osmiumsäure sieht man sie indessen sich der Länge nach in zwei spalten. Die Kerne liegen im Innern der durch die Spaltung entstandenen Räume, an der Oberfläche der Wandhäutchen, die den Spaltraum begrenzen. „Diesen Strukturverhältnissen zufolge mag man nicht, wie von den Verfassern bisher geschehen ist, als Kapseln die oben erwähnten Kapsellinien betrachten; eine Kapsel ist nach unserer Auffassung der die albuminhaltige Flüssigkeit und die feinen Fibrillen enthaltende Raum mit seinen beiderseits begrenzenden, mit Zellenhäutchen bekleideten Wänden, welche, wenn ihrer zwei der angrenzenden Kapseln dicht beisammen liegen, im optischen Querschnitt als einfache Linien erscheinen können. Den die Flüssigkeit und die Fibrillen enthaltenden Raum selbst kann man einen Kapselraum oder Intrakapsularraum (den Interkapsularraum anderer Verfasser) nennen, wogegen die Räume zwischen den Kapseln Spaltenräume genannt werden können.“

Diese Schilderung scheint mir nach meinen Untersuchungen vollkommen zutreffend zu sein. Häufig sieht man, wie sich Kapsellinien stellenweise spalten (Fig. 1 und 2, Taf. VIII) und erkennt dann, dass die Kerne in den so entstehenden Spaltenräumen liegen. Im übrigen ist färberisch in den Spaltenräumen kein Inhalt nachzuweisen, während in den Kapselräumen (Intrakapsularräumen) die Flüssigkeit je nach ihrem Eiweissgehalt eine schwächere oder intensivere Färbung annimmt. Des besseren Verständnisses halber sei auf das Schema Textfig. 1 verwiesen.

Wir haben uns demnach die Kapseln (Lamellen) als mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkapseln (Hohllamellen) vorzustellen, deren Wände von einem Bindegewebshäutchen und diesem oberflächlich aufgelagerten ganz flachen Zellen gebildet werden. Es ist wohl anzunehmen, dass intra vitam die Wandungen zweier benachbarter Lamellen so dicht aneinander liegen, dass zwischen ihnen kein Spaltraum vorhanden ist. Letzterer kann aber infolge der Einwirkung verschiedener Agentien postmortal auftreten, indem sich die Wandungen zweier benachbarter Kapseln von einander abheben, ein Zeichen, dass diese untereinander keinerlei Verbindung eingehen, während die bindegewebigen Wandungen ein und derselben Kapsel untereinander durch verschieden stark ausgebildete Fibrillen oder Fibrillenbündel verbunden sind. Die Kapsellinien sind demnach als Doppellinien aufzufassen, erscheinen aber bei dichter Aneinanderlagerung einfach. Die Kapseln hätte man sich etwa in der Weise entstanden zu denken, dass sie zunächst als kompakte Bindegewebshäutchen, deren Oberflächen mit endothelartigen Zellen bekleidet sind, auftreten. Im Innern dieser Bindegewebshäutchen sammelt sich weiterhin Flüssigkeit an, so dass hierdurch die Randpartien der Häutchen mit den aufliegenden Zellen auseinandergedrängt werden und zwischen den beiden Randteilen der Lamellenraum entsteht. Als Zeichen des ursprünglichen Zusammenhanges der beiden nunmehr durch die Flüssigkeit auseinandergedrängten Randteile sieht man noch einzelne Fibrillen oder Fibrillenbündel, welche die beiden Wandungen einer Lamelle untereinander verbinden.

Wie schon erwähnt, konnte Michailow an der Oberfläche der Vater-Pacinischen Körperchen der Katze ein feines elastisches Netz nachweisen. Ein Körperchen würde sich nach Michailow so weit ausdehnen können, als es die Elastizität dieses Netzchens gestattet. Infolge der Anwesenheit desselben sollen alle Hohlräume des Körperchens beim variierenden Quantum des das letztere ausfüllenden Blutserums stets durch dieses vollständig ausgefüllt sein.

Elastische Fasern in den Lamellen sind schon von Henle und Kölliker (2) gesehen worden. Sie erwähnen diesbezüglich, dass man bei Betrachtung von Kapselfragmenten bei stärkerer Vergrößerung ausser den Elementen des Bindegewebes häufig die blassen, geraden, stellenweise verästelten und in Essigsäure

unlöslichen Fasern erkennen kann, welche in der Lamina fusca, Zonula Zinnii und an anderen Stellen vorkommen.

Nach Key und Retzius (4) sieht man oft, sowohl am Gipfel der Körperchen als auch am Stiel, besonders am Anfange des Innenkolbens, ringförmige Einschnürungen von circulären elastischen Fasern herrührend, welche in den Kapselhäutchen verlaufen. Diese Ringe sind vorzugsweise zu sehen, wenn die Kapseln eine Schwellung erlitten hatten.

Das von Michailow an der Oberfläche der Lamellenkörperchen, d. h. in der Aussenwand der äussersten Lamelle gelegene elastische Netz lässt sich leicht nachweisen, sowohl an isolierten Körperchen durch die Einwirkung von Essigsäure, Kalilauge oder mit irgend einem Färbemittel für elastische Fasern, als auch an Schnitten. Besonders eignen sich hierzu nicht zu dünne, mit Resorcin-Fuchsin gefärbte Längsschnitte, die durch die Peripherie des Körperchens gehen, so dass ein Teil der Lamellen mehr oder weniger schräg getroffen ist. Am reinen Querschnitt durch die Lamellen sind die elastischen Fasern des Netzes allerdings auch in Form von feinsten Punkten zu sehen, aber bei der Feinheit der einzelnen Fasern immerhin schwieriger nachzuweisen, als wenn die Lamellen mehr tangential getroffen sind. Bei günstiger Schnittrichtung lässt sich, ebenso wie am isolierten Körperchen, nachweisen, dass ein elastisches Fasernetz nicht nur in der Aussenwand der oberflächlichsten Lamelle vorhanden ist, sondern auch in der Innenwand derselben und weiterhin noch in den Wänden von zwei bis drei nach innen folgenden Lamellen; allerdings werden die elastischen Fasernetze von der Oberfläche gegen das Innere hin immer feiner und mit Resorcin-Fuchsin schwächer färbbar. Die elastischen Fasern verlaufen gestreckt, zeigen eine etwas verschiedene Dicke, sind im allgemeinen aber als fein zu bezeichnen und zeigen keine bestimmte Richtung.

Was den „Innenkolben“ betrifft, so will ich hier nicht alle verschiedenen Angaben, die diesbezüglich gemacht wurden, wiederholen, sondern nur die wichtigsten Anschauungen über den Bau desselben herausgreifen. Eingehende Literaturangaben finden sich bei Key und Retzius (4) und bei Merkel (6).

In letzter Zeit wird mit Recht ziemlich allgemein angenommen, dass im Innenkolben der Lamellenkörperchen keine „sekundären Sinneszellen“ vorkommen.

Nach Kölliker (5) ist der Innenkolben ein heller, feinkörniger und mit zarten Kernen (Zellen?) versehener weicher Strang, der als eine Art einfacher Bindesubstanz aufzufassen ist, um so mehr, als er wenigstens in seinen äusseren Teilen wie aus zarten, dicht beisammen liegenden Kapseln zu bestehen scheint.

Rauber (9) bemerkt bezüglich des Innenkolbens folgendes: „Ich selbst sah im Innenkolben einer grösseren Zahl von Vaterschen Körpern des Menschen, der Katze und des Kaninchens sowohl Kerne als Längsstreifen. Die Kerne sind sehr deutlich beim Kaninchen. In manchen Fällen lassen sich von diesen ausgehend Streifenfortsätze erkennen. Die Längsstreifen waren bei allen drei Arten in einzelnen Fällen und wenn die Kerne sich nur spärlich vorhanden zeigten, sehr ausgeprägt und konnten deren fünf bis neun jederseits gezählt werden. In einer anderen Reihe von Körpern war der Innenkolben infolge der allmählichen Abnahme der Dicke der Kapseln von dem inneren Kapselsystem nicht scharf abgegrenzt und konnte man zwischen zwei, drei und vier Streifen wählen, welche den Anfang des Innenkolbens darstellen sollten.“

Nach Key und Retzius zeigt der Innenkolben hier und da eine Längsstreifung mit längsgehenden kleinen Spalten, wie auch eine konzentrische Anordnung, aber keine weitere Fibrillierung, sondern ist schwach körnig.

Im Lehrbuche der Histologie von Stöhr (13) wird der Innenkolben als eine feinkörnige Masse beschrieben, welche konzentrische Schichtung zeigt und an der Peripherie spärliche Kerne aufweist.

Wie schon einleitend bemerkt, hält Michailow in Übereinstimmung mit einigen anderen Autoren den Innenkolben für einen mit Blutserum angefüllten Hohlraum und die in diesem vorkommenden Kerne für Kerne von Wanderzellen, welche aus den Kapillaren im Innern des Körperchens ausgewandert sein dürften.

Eingehender muss ich mich mit den Angaben Merckels über den Bau des Innenkolbens befassen, da sie den von mir erhobenen Befunden sehr nahe kommen, ja in den Hauptpunkten mit diesen vollkommen übereinstimmen. Merkel bezeichnet den Innenkolben der Autoren seiner Struktur nach als „inneres Lamellensystem“. In dem inneren Lamellensystem der

Vaterschen Körperchen der Vögel sieht man am Querschnitt an den beiden Schmalseiten der bandartigen Nervenfasern die zu zwei Reihen angeordneten Kerne und erkennt, wie aus dem sie umgebenden sehr spärlichen Protoplasma die Lamellen hervorgehen. „Man hat also Halbrinnen vor sich, welche durch die beiden Zellenreihen zusammengehalten werden. Kennt man diesen Bau, dann erklärt sich auch die Längsstreifung ganz einfach als der optische Durchschnitt der übereinander liegenden Lamellen.“ Auch bei den Krauseschen Endkolben der Säugetiere ist der „Innenkolben“ nach Merkel nichts anderes, als ein System von übereinander gelagerten Lamellen und es tritt die Längsstreifung meist weit schärfer hervor als bei den Vaterschen Körperchen der Vögel. Querschnitte zeigen die einzelnen Lamellen sehr deutlich. Letztere bilden auch hier keine Röhren mit ringförmigem Durchschnitt, obgleich dickere und schief ausgefallene Schnitte oft genug solche vortäuschen. „Von den Schmalseiten der Terminalfaser geht auf feinen Querschnitten ein streifenförmiger Kontur aus, an welchen die Lamellen herantreten. Man kann ihn nach seinem Aussehen am besten mit dem Namen ‚Raphe‘ bezeichnen.“ Die Vaterschen Körperchen der Säugetiere zeigen genau das innere Lamellensystem wie die bisher beschriebenen Körperchen. „Beseht man feine Querschnitte sorgfältig gehärteter Körperchen, dann fällt auf den ersten Blick die lamellöse Schichtung und die von beiden Seiten der Terminalfaser ausgehende Raphe auf. Auch erkennt man stets in den äusseren Lamellen Kerne, welche nach der Spezies in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sind.“ Soweit die Darstellung Merckels über den „Innenkolben“.

An Querschnitten durch Lamellenkörperchen aus dem Mesenterium der Katze, worauf sich meine Untersuchungen zunächst beziehen, konnte ich in Übereinstimmung mit Merkel nachweisen, dass die Lamellen bis an den zentralen Achsenzylinder heranreichen, so dass zwischen letzterem und den innersten Lamellen kein Spaltraum übrig bleibt, der etwa als Innenkolben gedeutet werden könnte. Die innersten sechs bis zwölf unmittelbar dem zentralen Achsenzylinder aufgelagerten schmalen Lamellen zeigen aber gegenüber den weiter peripher folgenden einen auffallenden Unterschied (siehe das Schema Textfig. 1 und Fig. 1 und 2, Taf. VIII). Sie erscheinen am Querschnitt nämlich nicht

als geschlossene Reife, wie dies schon Merkel richtig erkannt hat, sondern sichelförmig, also als Halbreife, deren etwas zugespitzte Enden nicht in die der Halbreife der anderen Seite

Fig. 1.

Schema des Innenteiles eines Lamellenkörperchens im Querschnitt. Der abgeflachte Achsenzylinder A wird von sechs Halblamellenpaaren H umfasst, welche in ihrer Gesamtheit den Innenkolben bilden. Die Kanten der Halblamellen schliessen im Vereine mit der innersten kontinuierlichen Lamelle ik den gemeinsamen Spaltraum gS ab. K = Kern im gemeinsamen Spaltraum, L = Lamellenraum, S = Spaltraum zwischen zwei Lamellen.

übergehen, sondern sie höchstens berühren, meistens aber mit denen der anderen Seite einen kleinen Spaltraum einschliessen. Demnach sind die innersten Lamellen als Halblamellen aufzufassen, die alle in derselben Weise zum Achsenzylinder orientiert sind.

Der Achsenzylinder ist für gewöhnlich mehr oder weniger abgeplattet, so dass er am Querschnitt spindelförmig erscheint. An die Breitseiten des Achsenzylinders lagert sich unmittelbar das innerste Halblamellenpaar an, dieses von aussen umfassend das zweite usf. Indem sich die etwas zugespitzten Enden der Halblamellenpaare gewöhnlich nicht berühren, sondern in einem kleinen Abstände voneinander enden, schliessen sie in ihrer Gesamtheit je einen Spaltraum ein, der in die Verlängerung der Schmalseiten des Achsenzylinders zu liegen kommt. Denkt man sich den Achsenzylinder herausgezogen, so begrenzen beide innersten Halblamellen im Vereine mit den zugespitzten Enden der nach aussen folgenden Halblamellen einen spaltförmigen

Raum. Der mittlere Teil dieses „gemeinsamen zentralen Spaltraumes“ wird vom Achsenzylinder eingenommen, von dem stellenweise Fortsätze weiter peripher in den Spaltraum hineinzuragen scheinen (Raphe Merckels), die möglicherweise den von Retzius (10, 11) an Golgi-Präparaten gesehenen Fortsätzen des Achsenzylinders entsprechen. Nach Retzius strahlen diese Fortsätze vom Nervenfaserstamm und vom Endköpfchen wie kleine knopfartige Sprossen zu beiden Seiten aus. Ausserdem dürften die beiden bis an die Kanten des zentralen Achsenzylinders heranreichenden Spalträume als Durchtrittspforten für die von mehreren Autoren beschriebenen, vom Achsenzylinder abgehenden Seitenäste bestimmt sein. Erwähnt sei hier noch, dass die unmittelbar an die Schmalseiten des Achsenzylinders sich anschliessenden Teile des gemeinsamen Spaltraumes, gewöhnlich eine feinkörnige Masse enthalten, die vielleicht als Protoplasma der im Spaltraum liegenden Lamellenzellen aufzufassen ist.

Der gemeinsame zentrale Spaltraum hält keine bestimmte Richtung zur Breiten- oder Dickenachse des Körperchens ein, bald fällt er mit dem Breitendurchmesser zusammen, bald steht er vertikal oder schräg zu ihm.

Die Lamellenkerne der Halblamellen sind im allgemeinen ebenso gelagert wie die der kontinuierlichen Lamellen; nur wenn ein Kern an der Spitze einer Sichel gelegen ist, erscheint er entweder abgeknickt und förmlich um die Spitze herumgelegt oder er endet im gemeinsamen Spaltraum wie abgehackt, also nicht zugespitzt wie die übrigen Kerndurchschnitte. Häufig findet man auch im gemeinsamen Spaltraum freiliegende Kerne, die am Querschnitte nicht länglich zugespitzt, sondern mehr oder weniger rundlich erscheinen (Fig. 1, K, Taf. VIII). Ich glaube aber, dass es sich auch bei diesen Kernen um Lamellenkerne handelt und nicht um Kerne von Lymphozyten — als Kerne (polymorphkerniger) Leukozyten sind sie schon infolge ihrer Gestalt nicht anzusprechen — die wegen der veränderten Raumbedingungen, die sie an dieser Stelle finden, eine etwas abweichende Form angenommen haben.

Nach aussen von dem Halblamellenkomplex (Innenkolben) schliesst sich stets eine Lage schmaler, dichtgedrängter, kontinuierlicher Lamellen an und erst noch weiter peripher folgen die Lamellen mit ihren breiten Lamellenräumen.

Die innerste kontinuierliche Lamelle begrenzt mit dem äussersten Halblamellenpaar gewöhnlich einen mehr oder weniger deutlichen Spaltraum, in den sich der gemeinsame Spaltraum beiderseits öffnet. Gerade dort, wo der gemeinsame Spaltraum durch die erste kontinuierliche Lamelle abgegrenzt wird, liegt sehr häufig ein Kern (Fig. 2, K, Taf. VIII), so dass man in dieser Lagerung eine gewisse Ähnlichkeit mit der Lagerung der Kerne in zwei Längsreihen bei den Lamellenkörperchen der Vögel erkennen kann.

Als „Innenkolben“ oder „inneres Lamellensystem“ (Merkel) möchte ich demnach jenen zentralen Teil des Lamellenkörperchens bezeichnen, der zum Unterschiede von den weiter peripher gelegenen Anteilen des Körperchens nicht von kontinuierlichen, sondern von sechs bis zwölf Paaren von Halblamellen gebildet wird. Die Halblamellenpaare fassen zwischen sich einen gemeinsamen Spaltraum, dessen zentraler Anteil vollständig vom flachgedrückten zentralen Achsenzylinder ausgefüllt wird.

Die lamellöse Struktur des Innenkolbens ist nicht nur am Querschnitte, sondern auch am Längsschnitte zu erkennen (Fig. 9, Taf. VIII), nur kommt natürlich an letzterem die charakteristische Zusammensetzung des Innenkolbens aus Halblamellen nicht zum Ausdruck.

Der Querdurchmesser des Innenkolbens (nach meiner Definition) beträgt im Durchschnitte etwa $35\ \mu$, hängt aber von der Gesamtgrösse des Körperchens ab, so dass die Dicke des Innenkolbens nicht unerheblich schwankt, was von allen Autoren hervorgehoben wird.

An seinem distalen Ende enthält der Innenkolben auffallend viele Kerne, die nicht mehr so regelmässig angeordnet sind wie in seinen übrigen Teilen. Hier kommen auch Kerne vor, die an Leukozytenkerne erinnern, wahrscheinlich aber auch den Lamellenkernen zuzurechnen sind. Auch die Lamellen lassen an dieser Stelle nicht mehr die regelmässige Anordnung erkennen wie in anderen Teilen des Innenkolbens. In einem Falle, in dem der Achsenzylinder an seinem distalen Ende gegabelt war, sah ich jeden der beiden Teiläste von kontinuierlichen Lamellen umgeben, so dass in diesem Falle jede der Halblamellen des Innenkolbens

in ihrem distalsten Teile sich zu einer kontinuierlichen Lamelle geschlossen hat.

Erwähnt sei noch, dass ich den gemeinsamen zentralen Spaltraum deutlicher an Lamellenkörperchen einer verbluteten als an denen einer mit Kochsalzlösung von der Aorta aus injizierten Katze ausgeprägt fand, was ja begreiflich erscheint, wenn man annimmt, dass durch die Injektion alle Kapselräume stärker gefüllt werden. Die natürliche Folge der stärkeren Füllung der Kapselräume muss eine Einschränkung der Spalträume sein.

Wie schon erwähnt, reichen die zugespitzten Enden (am Querschnitte gesehen) der Halblamellen mitunter ganz aneinander heran. In diesen Fällen bekommt man den Eindruck einer Naht, die von den Schmalseiten des Achsenzylinders ausgehend jederseits nahezu bis zur innersten kontinuierlichen Lamelle reicht (Fig. 2, Taf. VIII).

Der Innenkolben mit den dicht gedrängten unmittelbar nach aussen an ihn sich anschliessenden Kapseln erscheint am gefärbten Präparat etwas dunkler als die peripheren Teile des Lamellenkörperchens und zwar einerseits infolge der dichteren Lagerung der Kapseln, andererseits infolge des etwas stärker färbbaren Kapselinhaltes. Die stärkere Färbbarkeit der Kapselflüssigkeit gegen die Achse des Körperchens hin dürfte auf einen grösseren Eiweissgehalt derselben zurückzuführen sein.

An der Längsachse der Lamellenkörperchen können drei verschiedene Abschnitte unterschieden werden (siehe Schema Textfig. 2). Der erste Abschnitt reicht vom basalen (= proximalen) Pol des Körperchens bis zur Basis der innersten Lamelle und soll als „proximaler Achsenteil“ bezeichnet werden. Er wird von den Nerven und von den mit diesen eindringenden Kapillaren eingenommen. In seiner ganzen Ausdehnung nehmen die Lamellen ihren Ausgang.

Der zweite Abschnitt oder „zentrale Achsenteil“ entspricht der Ausdehnung der innersten Lamelle, er wird vom zentralen Achsenzylinder erfüllt.

Der dritte Abschnitt oder „distale Achsenteil“ erstreckt sich vom distalen Ende des zentralen Achsenzylinders bis zum distalen Pol des Körperchens. In seinem Bereiche liegt, wenigstens annähernd, das Ligamentum interlamellare, wenn ein solches

vorhanden ist, was übrigens nicht häufig der Fall zu sein scheint; ausserdem können in ihm vom distalen Pole aus eintretende Kapillaren vorkommen.

Fig. 2.

Schema eines Medianschnittes durch ein Lamellenkörperchen. pA = proximaler Achsenteil, zA = zentraler Achsenteil, dA = distaler Achsenteil. I = Innenkolben, St = Stiel des Körperchens.

Die Längenausdehnung des Innenkolbens fällt nicht genau mit der des zentralen Achsenteiles zusammen, sondern erstere überragt letztere sowohl distal als proximal.

Für den von mir als proximalen Achsenteil benannten Abschnitt wird von Key und Retzius die Bezeichnung „Stiel“ gebraucht. Ich glaube, dass letztere Bezeichnung nach Analogie an anderen Organen und in Übereinstimmung mit anderen Autoren besser für das ausserhalb des Körperchens gelegene und in dessen basalen Pol eindringende Gefäss- und Nervenbündel reserviert werden soll.

Eigene Untersuchungen über die Blutgefässe der Lamellenkörperchen.

Die Durchsicht meiner Präparate von Lamellenkörperchen aus der Gegend der Steissbeinspitze des Menschen und im Schwanz langschwänziger Säugetiere ergab, dass auch ohne vorhergegangene Injektion Kapillaren in Lamellenkörperchen leicht nachzuweisen sind.

So konnte ich in einzelnen Körperchen in der Nähe des Glomus coccygeum eines jungen Weibes ziemlich reichliche Kapillaren eindringen sehen (Fig. 3, Taf. VIII). Die Kapillaren sind hier leicht erkennbar, da alle rote Blutkörperchen enthalten. Es handelt sich um ein Injektionspräparat, wobei die Injektionsmasse zwar nicht in die Kapillaren der Lamellenkörperchen eingedrungen ist, wohl aber das Blut bis dorthin vorgetrieben wurde. Namentlich finden sich gefüllte Kapillaren in den verhältnismässig dicht liegenden äusseren Kapseln der Körperchen. Sie dringen an verschiedenen Stellen von aussen her in die Körperchen ein — keineswegs etwa nur in der Gegend der Pole, wie dies von Michailow beschrieben wurde — und sind an den Reihenschnitten auf ziemlich weite Strecken in ihrem im allgemeinen schrägen Verlaufe durch die Kapseln zu verfolgen.

Ebenso konnte ich bei zwei Neugeborenen an einzelnen Vater-Pacinischen Körperchen die äusseren Kapseln durchsetzende Kapillaren nachweisen, die bis gegen die mittleren Lamellen zu verfolgen sind.

An Querschnitten durch ein Lamellenkörperchen aus dem Schwanze des Iltis sah ich vom basalen Pol mit dem Nerven drei Kapillaren in das Körperchen eindringen, von denen zwei Blutkörperchen enthielten. Die Kapillaren erreichten aber nicht die Basis der innersten Kapsel, also nicht den zentralen Achsenteil des Körperchens. In Fig. 4, Taf. VIII, habe ich einen Längsschnitt (der etwas seitlich von der Achse des Körperchens geführt ist) durch ein nicht injiziertes Körperchen aus dem Schwanze eines *Macacus rhesus* abgebildet. Man sieht mehrere Kapillaren in der Gegend des basalen Achsenteiles, Kapillarquerschnitte in der Gegend des distalen Poles in Bindegewebe eingebettet und an verschiedenen anderen Stellen des Körperchens teils längs, teils schräg getroffene Kapillaren.

Bezüglich des Gefäßsystems der zusammengesetzten Lamellenkörperchen in der Nähe des Glomus coccygeum, die, wie schon erwähnt, aus kleineren oder grösseren Gruppen dicht aneinander gedrängter kleiner Einzelkörperchen bestehen und von einer gemeinsamen dicken fibrösen Kapsel umgeben sind, scheint bemerkenswert, dass präkapillare Gefässe und Kapillaren allenthalben zwischen den einzelnen Körperchen, also innerhalb der gemeinsamen Kapsel, in verhältnismässig grosser Menge zu finden sind, ohne aber in die einzelnen Lamellenkörperchen einzudringen.

Nimmt man an, dass bei erhöhtem Blutdruck aus den Gefässen innerhalb der zusammengesetzten Lamellenkörperchen eine stärkere Flüssigkeitstranssudation erfolgt, so muss der Turgor im Innern eines derartigen Komplexes von Lamellenkörperchen wesentlich steigen und könnte eventuell als Reiz auf die Nervenendigungen in den Körperchen in der schon oben erwähnten Art wirken. Es würde bei dieser Annahme auch der Zweck der dichten gemeinsamen Kapsel verständlich; es käme ihr die Aufgabe zu, eine Transsudation aus dem Innern des Lamellenkörperchen-Komplexes in die Umgebung zu verhindern, so dass der Effekt des Flüssigkeitsdruckes auf die einzelnen Körperchen und auf die in diesen sich befindenden Nervenendigungen ein wesentlich höherer sein wird, als wenn keine gemeinsame Kapsel vorhanden wäre. Der gemeinsamen Kapsel dürfte demnach dieselbe Funktion zukommen, wie den äusseren Lamellen der einzeln liegenden grossen Vater-Pacinischen Körperchen, vorausgesetzt, dass die Annahme von der Nervenenerregung in den Lamellenkörperchen durch stärkere Transsudation aus den Eigengefässen des Körperchens zutrifft.

Eingehendere Untersuchungen über die Gefässe der Lamellenkörperchen habe ich am Mesenterium der Katze vorgenommen. Zu diesem Zwecke wurden die Mesenterialgefässe von der Aorta abdominalis aus mit Berlinerblau bei zwei Katzen injiziert. Bei der ersten Katze gelang die Injektion nicht vollkommen, indem die Eigengefässe der Lamellenkörperchen des Mesenteriums nur in einzelnen Fällen unvollständig gefüllt waren, in anderen gar nicht. Die Ursache des teilweisen Misslingens der Injektion dürfte wohl darin zu suchen sein, dass ich zu kurz nach dem Tode (etwa eine Stunde) die Injektion vornahm. Bei der zweiten Katze injizierte ich erst 24 Stunden nach dem Tode und hier gelang die Injektion gut, so dass nahezu jedes Körperchen injizierte Eigengefässe zeigt. Das ganze Gekröse samt dem Darm wurde in 10% Formalinlösung gehärtet, dann in Alkohol gebracht, Gekrösestückchen mit Lamellenkörperchen herausgeschnitten, in Xylol aufgehellt und unter dem stereoskopischen Mikroskop untersucht.

Zunächst fällt die bekannte Tatsache auf, dass die Lamellenkörperchen des Mesenteriums hauptsächlich den grösseren Gefässen angeschlossen liegen. Ja es ist überhaupt kein Körperchen zu

finden, das nicht mit einem Teile seiner Oberfläche einer wenigstens kleineren Arterie und Vene angelagert wäre; auch die grossen Lymphgefässe liegen oft unmittelbar an die Oberfläche der Körperchen angeschmiegt (Fig. 5, Taf. VIII). Die Lamellenkörperchen sind im allgemeinen so orientiert, dass ihre Längsachse mit der Verlaufsrichtung der Gefässe zusammenfällt. Nur ausnahmsweise liegt ein Körperchen schräg zu einem grösseren Gefässstamm. Sehr häufig sitzen Lamellenkörperchen in dem Teilungswinkel der grösseren Gefässe, so dass sie von zwei Seiten von Gefässen umfassen werden. Oft zweigt von den grösseren Gefässen, denen ein Körperchen aufliegt, ein Ast (von der Arterie oder Vene oder von beiden) ab, umschlingt bogenförmig den distalen Pol des Körperchens, sich innig an seine Oberfläche anlegend, oder aber es zieht ein Gefässast quer bogenförmig über das Körperchen, wie dies schon Herbst erwähnte. In manchen Fällen schliessen die grösseren Gefässe im Vereine mit den von ihnen ausgehenden feineren Ästen und Präkapillaren einen förmlichen Gefässkranz um die grösste Peripherie des Körperchens ab.

Die Anlagerung der grösseren Gefässe an die Lamellenkörperchen ist eine so innige, dass man an Schnittpräparaten bei stark gefüllten Gefässen die Körperchen im Bereiche der Anlagerungsstelle der Gefässe häufig eingedrückt findet. Dieser Umstand spricht, wie schon oben angedeutet, dafür, dass die innige Lagebeziehung der Körperchen zu den Gefässen funktionell nicht bedeutungslos sein dürfte. Bei stärkerer Füllung müssen die anliegenden Gefässe einen stärkeren Druck auf die Oberfläche der Körperchen ausüben, der auf das Innere derselben übertragen, als Reiz auf die Nervenendigungen wirken könnte. In ähnlicher Weise stellt sich Thoma, wie schon hervorgehoben, eine direkte Einwirkung des Gefässstons auf die Lamellenkörperchen vor.

Bezüglich der in die Körperchen eindringenden Gefässe ist am aufgehellten Präparat zu erkennen, dass diese nicht als direkte Zweige von Arterien oder Venen abgehen, sondern dass sich noch ausserhalb des Körperchens in der Nähe seines basalen Poles ein Kapillarnetz bildet, in das sich sowohl Arterien- als auch Venenäste auflösen (Fig. 7, Taf. VIII). Nebenbei bemerkt sei hier, dass ich in der Nähe dieses ausserhalb des Körperchens gelegenen Geflechtes in einem Falle (Fig. 7, An) zwei direkte Verbindungen zwischen einem Arterien- und Venenstamm (arterio-venöse Ana-

stomosen) nachweisen konnte. Von dem erwähnten Kapillarnetz dringen gewöhnlich mehrere Äste mit den Nerven oder auch in ihrer Nähe in die Basis des Körperchens ein und bilden hier abermals ein Kapillarnetz mit mehr oder weniger reichlichen Schlingen. Von diesem Netz entspringt eine Kapillarschlinge (Fig. 7 und 9, Taf. VIII), die weiter distal in der Achse des Körperchens vordringt, mit ihrem Scheitel aber höchstens den Boden der innersten Lamelle erreicht, also bis zur distalen Grenze des proximalen Achsenteiles vordringt, wie dies schon zutreffend von Herbst (3) beschrieben wurde. Diese Kapillarschlinge scheint in jedem Körperchen vorhanden zu sein und zeichnet sich durch etwas weiteres Kaliber als die feinsten, z. B. in dem die Körperchen umgebenden Fettgewebe gelegenen Kapillaren, aus. Bedeutend seltener dringen Kapillaren an anderen Stellen in die Körperchen ein. Allerdings fällt hier die Entscheidung, ob die Kapillaren die oberflächlichen Lamellen durchsetzen oder nur an der Oberfläche des Körperchens liegen, nicht leicht. Nur in einem Falle sah ich mit Bestimmtheit am aufgehellten Präparat eine Kapillare am distalen Pol des Körperchens eintreten, die eine Schlinge bildete, deren Scheitel bis zum distalen Ende des zentralen Achsenteiles vordrang. Niemals konnte ich, im Gegensatz zu Michailow, ein Kapillarnetz im Bereiche des ganzen Innenkolbens finden; stets entbehrte der zentrale Achsenteil der Kapillaren. Möglicherweise ist das Verhalten der Gefäße in den Lamellenkörperchen verschiedener Körpergegenden ein etwas verschiedenes.

An Schnitten durch injizierte Körperchen konnte das geschilderte Verhalten der Gefäße im Innern der Lamellenkörperchen bestätigt werden, so dass dem oben gesagten nicht viel hinzuzufügen bleibt. Im basalen Anteil der Körperchen findet man stets nicht nur axial, sondern an verschiedenen Stellen, oft auch nahe der Oberfläche des Körperchens, Kapillaren zwischen den Lamellen (Fig. 9, Taf. VIII); auch im distalen Abschnitt der Körperchen sind Kapillaren nachzuweisen, die keineswegs nur axial verlaufen. Stets bleibt aber der Innenkolben in seinem Hauptabschnitt, der der Ausdehnung des zentralen Achsenteiles entspricht, vollkommen gefäßfrei. Wenn auch die Injektion unvollkommen sein sollte, so müssten im Bereiche des Innenkolbens wenigstens die

Durchschnitte leerer Kapillaren nachzuweisen sein, was aber in keinem Falle möglich war. Erwähnenswert scheint mir noch, dass man manchmal an einem basal in ein Körperchen eindringenden Gefäss circuläre Muskelfasern nachweisen kann, so dass demnach nicht ausschliesslich Kapillaren, sondern wenigstens mitunter auch kleinste Arterien in das Körperchen eintreten.

Experimentelle Untersuchungen.

Von den sehr spärlichen bisher angestellten Versuchen die Frage der Funktion der Lamellenkörperchen experimentell zu lösen, will ich hier die von Rauber (9) erwähnen. Nach Rauber sind die Vaterschen Körperchen selbst für sehr geringen Druck äusserst empfindlich. Bedeckt man die Körperchen mit Gläschen im Gewicht von 2 mg bis 1 g, so nimmt bei Mensch und Katze ihr Längendurchmesser beiläufig um $\frac{1}{8}$, ihr Breitendurchmesser um $\frac{1}{4}$, beim Hahn Längen- und Breitendurchmesser um $\frac{1}{10}$ zu. An dieser Zunahme des Längen- und Breitendurchmessers beteiligen sich in von aussen nach innen abnehmender Stärke die verschiedenen Kapseln. „Schon bei geringem Drucke, kleinerem, als man von vornherein annehmen sollte, wurde das Maximum der Ausdehnung erreicht. Nur selten wirkte eine Belastung von über 1 g noch ausdehnend, sei das diesem nahe Gewicht in allmählicher Steigerung oder sogleich aufgelegt worden. Dagegen zeigte sich meist, dass nach der Entfernung einer Last von 50 mg das Körperchen seine frühere Gestalt verloren hatte, abgeplattet, verzogen, vernichtet war.“

Ausgehend von der Vorstellung, dass auf eine stärkere Durchfeuchtung des umgebenden Gewebes die Lamellenkörperchen mit einer Aufquellung reagieren dürften, unternahm ich schon seinerzeit, bald nach dem Erscheinen meiner Arbeit über das Glomus coccygeum und die Glomeruli caudales, worin ich meine Ansicht über die Funktion der Lamellenkörperchen auseinandergesetzt hatte, diesbezügliche Versuche.

Von drei jungen Katzen wurden Stücke des Mesenteriums, welche Vater-Pacinische Körperchen enthielten, auf einen Korkrahmen unter möglichster Vermeidung von Zerrungen mit Nadeln aufgespannt und zunächst ohne jeden Zusatz (und ohne Deckglas) unter dem Mikroskop mittels eines Okularmikrometers

gemessen.¹⁾ Hierauf wurde ein Tropfen physiologischer, auf Körpertemperatur erwärmter Kochsalzlösung auf das beobachtete Lamellenkörperchen gebracht, ohne dessen Lage zu verändern und abermals gemessen. Hierbei stellte sich sofort nach der Befeuchtung oder nur kurze Zeit (wenige Sekunden) nachher eine Formveränderung am Lamellenkörperchen ein und zwar im gegenteiligen Sinne als erwartet worden war, indem nämlich in der Regel eine Verkürzung sowohl des Längen- wie des Breiten-durchmessers des Körperchens eintrat. In einigen Fällen konnte nicht mit voller Bestimmtheit die Längenabnahme der beiden Durchmesser nachgewiesen, sicher aber eine Längenzunahme derselben ausgeschlossen werden. Die Messungen wurden allerdings wesentlich durch das die Körperchen umgebende Fettgewebe erschwert. Nach der Befeuchtung scheint das Gewebe über die Ränder des Körperchens gegen dessen Mitte etwas vorzurücken, wodurch die Umrisse des Körperchens verschleiert werden und eine scharfe Einstellung auf dieselben erschwert wird.

Zunächst dachte ich daran, dass die Längenabnahme der beiden Durchmesser eine Folge der Konzentration oder der Temperatur der Kochsalzlösung sein könnte und versuchte deshalb mit stärkeren und schwächeren Kochsalzlösungen, dann mit wärmeren und kälteren Lösungen, aber immer mit demselben Erfolge. Stets konnte eine Längenzunahme der beiden Durchmesser ausgeschlossen, hingegen eine Längenabnahme derselben mit ziemlich grosser Sicherheit nachgewiesen werden. Ich habe seinerzeit die Veröffentlichung dieser Versuche unterlassen, da ich mir die Erscheinungen nicht erklären konnte und ich mir dachte, dass vielleicht doch Beobachtungsfehler, bedingt durch die erwähnten Verschiebungen des Fettgewebes in der Umgebung der Körperchen, vorliegen könnten.

Angeregt durch die Arbeit Michailows nahm ich abermals die Versuche auf und zwar in einer etwas anderen Anordnung. Ich suchte nämlich durch erhöhten Druck in den Mesenterialgefässen die Form der Lamellenkörperchen zu beeinflussen. Zu diesem Zwecke wurde folgendermassen vorgegangen:

¹⁾ Selbstverständlich wurde diese Prozedur möglichst rasch und unmittelbar nach dem Tode der Katze vorgenommen, so dass das beobachtete Mesenteriumstück noch nicht ausgetrocknet war.

Eine Katze wurde in Narkose durch Durchschneiden der Carotiden verbluten gelassen, dann die Brust- und Bauchhöhle eröffnet und eine Kanüle in die Aorta descendens vor dem Abgange der A. mesenterica superior eingebunden. Hierauf wurde ein Stück des Mesenteriums, in welchem ein Lamellenkörperchen möglichst frei lag, unter dem Mikroskope auf einen Korkrahmen mit Nadeln fixiert und die Länge und Breite des beobachteten Körperchens gemessen. Nachdem dies geschehen war, injizierte der Assistent bei mässigem Drucke physiologische, auf Körpertemperatur erwärmte Kochsalzlösung, während ich unter dem Mikroskope das vorher gemessene Lamellenkörperchen beobachtete. Während der Injektion sieht man, dass das Körperchen eine Formveränderung eingeht, die auf den ersten Blick nicht leicht zu definieren ist. Die Umrisse des Körperchens werden unschärfer, man muss auf ein anderes Niveau mit der Mikrometerschraube einstellen, um die Konturen wieder deutlich zu sehen und die Durchmesser genau messen zu können. Die Messung nach der Injektion ergab wieder, sowie nach der Befeuchtung eines Lamellenkörperchens am herausgeschnittenen Gekrösestück, eine Verkürzung des Längen- sowie des Breitendurchmessers des Körperchens.

So betrug in dem ersten diesbezüglichen Versuch:

die Länge des Lamellenkörperchens	vor der Injektion	1152 μ ;
die Breite	" " "	720 μ ;
die Länge	" " nach " "	992 μ ;
die Breite	" " " " "	688 μ .

Nach diesem Versuche wurden die Baueingeweide samt der Aorta abdominalis herausgenommen, die A. coeliaca und die Aorta kaudal vom Abgange der A. mesenterica superior unterbunden, wieder ein Teil des Mesenteriums mit einem Lamellenkörperchen unter das Mikroskop gebracht und gemessen. Hierbei blieb die Kanüle in die Aorta abdominalis eingebunden und nun wurde nach der Messung des eingestellten Lamellenkörperchens neuerdings physiologische Kochsalzlösung injiziert und nach der Injektion abermals gemessen. Hierbei ergaben sich folgende Maße:

Länge des Körperchens	vor der Injektion	. 928 μ ;
Breite	" " " " "	. 560 μ ;
Länge	" " nach " "	. 800 μ ;
Breite	" " " " "	. 528 μ ;

Dieser Versuch wurde bei einer zweiten Katze wiederholt, nur wurden hier schon gleich anfangs die Baueingeweide samt der Aorta abdominalis herausgenommen und von letzterer aus (kranial vom Abgange der A. mesenterica superior nach Unterbindung der A. coeliaca und des kaudalen Abschnittes der Aorta abdominalis) physiologische Kochsalzlösung injiziert. Ein vor und nach der Injektion gemessenes Lamellenkörperchen zeigte dieselben Veränderungen wie in den früheren Fällen; das heisst nach der Injektion — nachdem in diesem Falle allerdings auch auf die Oberfläche des beobachteten Gekrösestückchens physiologische Kochsalzlösung gebracht worden war — erschien der Längen- wie der Breitendurchmesser verkürzt:

Länge des Körperchens vor der Injektion	.	1360 μ ;
Breite " " " "	.	800 μ ;
Länge " " nach " "	.	1184 μ ;
Breite " " " "	.	688 μ .

Hierauf wurde ein Gekrösestück mit einem anderen Lamellenkörperchen herausgeschnitten, eingestellt und gemessen, dann mit physiologischer Kochsalzlösung befeuchtet und abermals gemessen:

Länge des Körperchens vor der Befeuchtung	.	1200 μ ;
Breite " " " "	.	768 μ ;
Länge " " nach " "	.	1168 μ ;
Breite " " " "	.	720 μ .

Weiterhin wurde ein Lamellenkörperchen vollkommen aus seiner Umgebung herauspräpariert, was unter Zuhilfenahme einer Lupe nicht schwer gelingt. Man spaltet zu diesem Zwecke die Tunica serosa mit einer spitzen Lanzette, worauf sich das Lamellenkörperchen aus dem Fettgewebe der Lamina mesenterii propria herauschälen lässt, so dass es vollständig frei, ohne anlagerndes Fettgewebe, unter dem Mikroskop beobachtet werden kann. Nun wurde das isolierte Körperchen zunächst auf einen Objektträger gebracht und ohne Zusatz (und ohne Deckgläschen) gemessen, hierauf wurde ein Tropfen physiologischer Kochsalzlösung zugesetzt, so dass das Körperchen allseitig von Flüssigkeit umgeben war und abermals gemessen:

Länge des Körperchens vor dem Flüssigkeitszusatz	.	1200 μ ;
Breite " " " "	.	832 μ ;
Länge " " nach " "	.	1152 μ ;
Breite " " " "	.	720 μ .

Noch später, etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Tode der Katze, wurden noch zwei weitere Körperchen isoliert, gemessen und befeuchtet. In diesen beiden Fällen konnte aber keine Verkürzung der beiden Durchmesser der Körperchen nach der Befeuchtung mehr nachgewiesen werden, eher erschienen nach dem Kochsalzlösungszusatz die Durchmesser etwas vergrössert.

Ein weiterer Versuch mit Injektion von physiologischer Kochsalzlösung durch die A. mesenterica superior bei einer dritten (alten) Katze ergab verhältnismässig geringfügige Änderungen in den Dimensionen eines beobachteten Körperchens:

Länge des Körperchens vor der Injektion . .	992 μ ;
Breite " " " " "	640 μ ;
Länge " " nach " "	960 μ ;
Breite " " " " "	624 μ .

Bei einer vierten und letzten (jungen) Katze ergab die Messung eines Körperchens vor und nach der Injektion von physiologischer Kochsalzlösung durch die Aorta abdominalis:

Länge des Körperchens vor der Injektion .	1120 μ ;
Breite " " " " "	560 μ ;
Länge " " nach " "	1040 μ ;
Breite " " " " "	512 μ ;

Die aus den mitgeteilten Versuchen sich ergebende, auf den ersten Blick überraschende und unerwartete Tatsache der Abnahme des Längen- und Breitendurchmessers der Lamellenkörperchen sowohl bei grösserem Druck in den Gefässen als auch bei stärkerer Durchfeuchtung des umgebenden Gewebes würde sich leicht erklären lassen, wenn nachgewiesen werden kann, dass die Lamellenkörperchen bei verhältnismässig geringem Blutdruck, resp. schwacher Durchfeuchtung des anliegenden Gewebes keine Eiform besitzen, sondern abgeplattet sind, so dass also ihr Querschnitt nicht kreisförmig, sondern elliptisch wäre.

Wir können die drei Dimensionen eines Lamellenkörperchens als Länge, Breite und Dicke bezeichnen. Die Länge und Breite würden parallel zur Oberfläche des Gekröses liegen, die Dicke senkrecht darauf, wobei also nachzuweisen wäre, dass die Breite im allgemeinen grösser ist als die Dicke. Würden nun, beim Zutreffen dieser Annahme, die Körperchen bei stärkerer Durchfeuchtung aufgebläht, so würde die nächste Folge die sein, dass die Körperchen, von der Fläche betrachtet, kürzer und schmaler er-

scheinen werden, wobei natürlich ihr Dickendurchmesser zunehmen würde. Sind die äussersten Lamellen der Körperchen nicht oder nur sehr wenig dehnbar, so könnte die Aufblähung nur so weit gehen, bis die Dicke gleich gross wie die Breite des Körperchens geworden ist, so dass das Körperchen am Querschnitt kreisförmig und nicht mehr elliptisch wie im kollabierten Zustande erscheinen würde.

So zahlreiche Maßangaben über die an verschiedenen Örtlichkeiten vorkommenden Vater-Pacinischen Körperchen, namentlich in der älteren Literatur, auch vorliegen, so beschränken sich diese nahezu ausnahmslos nur auf zwei Dimensionen, nämlich auf die Länge und Breite der Körperchen. Nur Rauber (9) spricht ausser von einer Länge und Breite auch von einer Dicke der Körperchen, ohne aber im allgemeinen für letztere gesonderte Zahlen anzugeben. Nur von den Lamellenkörperchen in den Gelenkkapseln des Hahnes bemerkt Rauber, „dass ihr Dickendurchmesser etwas unter den Breitendurchmesser zurücksinkt“.

In der Erwartung, die an frischen Lamellenkörperchen durch verschiedene Füllung der Gefässe resp. verschieden starke Durchfeuchtung des umgebenden Gewebes erzeugten Formveränderungen auch am konservierten Material nachweisen zu können, liess ich eine Katze verbluten, während einer zweiten gleichgrossen Katze, ohne sie vorher verbluten zu lassen, unmittelbar nach dem Narkosetode in die Aorta descendens ein grösseres Quantum auf Körpertemperatur erwärmter physiologischer Kochsalzlösung injiziert wurde. Die Baueingeweide beider Katzen wurden in das gleichgrosse Quantum 10% Formalin eingelegt und nach einwöchentlicher Härtung wurde von beiden Katzen aus dem Gekröse eine grössere Anzahl von Stückchen mit Vater-Pacinischen Körperchen herausgeschnitten. Hierbei wurde die Schnittrichtung so gewählt, dass später eine Orientierung der Körperchen nach ihrer Längsachse möglich war. Die auf diese Weise gewonnenen Präparate wurden in genau gleicher Art weiterbehandelt, in Celloidin eingebettet und in Schnittreihen zerlegt. Die Schnittrichtung wurde so gewählt, dass die Körperchen möglichst genau quer getroffen waren.

Es war zu erwarten, dass die Körperchen der verbluteten Katze eine grössere Differenz zwischen Breiten- und Dickendurchmesser zeigen würden als die der injizierten Katze, vorausgesetzt, dass die Formen in ihrem natürlichen Zustande fixiert worden waren.

Leider war diesbezüglich das Ergebnis kein ganz einwandfreies, indem alle Lamellenkörperchen, sowohl von der injizierten als auch der verbluteten Katze, an ihrer Oberfläche stellenweise Schrumpfung zeigen und zwar in der Richtung der Längsachse der Körperchen. Auch ein Fixierungsversuch in Formol-Alkohol ergab keine besseren Resultate. Wenn daher auch die Einzelmaße nicht in jedem Falle genau mit den Maßen der Körperchen im frischen Zustande übereinstimmen werden, so dürften doch die Durchschnittsmaße einen annähernd richtigen Ausdruck der Formverhältnisse der Körperchen geben. Von den Körperchen der verbluteten und der injizierten Katze wurden je zehn gemessen und zwar wurde in der Serie einer der Schnitte hierzu gewählt, der annähernd durch die Mitte des Körperchens geht. Ausdrücklich sei hervorgehoben, dass unter den zu messenden Körperchen keinerlei Auswahl getroffen, sondern die ersten zehn geschnittenen Körperchen beider Katzen gemessen wurden. In beistehender Tabelle führe ich die absoluten Breiten- und Dickenmaße der Körperchen der verbluteten und injizierten Katze und die daraus sich ergebenden Durchschnittsmaße an. Bemerkt sei hier noch, dass nahezu ausnahmslos der kleinere Durchmesser des Körperchenquerschnittes, also die Dicke, senkrecht auf die Fläche des Gekröses zu stehen kommt, während der grössere Durchmesser, die Breite, in der Fläche des Gekröses liegt. Nur in der unmittelbaren Nachbarschaft der grossen Gefässe, wo die Lamina mesenterii propria reichliches Fettgewebe führt, kommen Ausnahmen von dieser Regel vor.

Injizierte Katze			Verblutete Katze		
Nr.	Breite in μ	Dicke in μ	Nr.	Breite in μ	Dicke in μ
1	560	560	1	512	384
2	464	432	2	448	400
3	544	512	3	560	304
4	576	512	4	512	448
5	544	544	5	560	368
6	576	512	6	464	384
7	688	640	7	592	416
8	544	368	8	464	320
9	480	480	9	512	512
10	544	464	10	560	400
Durchschnitt	552	502.4	Durchschnitt	518.4	393.6

Aus den vorstehenden Zahlen ergibt sich zunächst, wie ja zu erwarten war, dass der Querschnitt der Lamellenkörperchen der injizierten Katze von der Kreisform weniger abweicht als der der verbluteten Katze, indem sich bei ersterem im Durchschnitt die Breite zur Dicke verhält wie 552:502,4, bei letzterem wie 518,4:393,6. Setzt man in beiden Fällen die Breite = 1, so ergibt sich für die Körperchen der injizierten Katze eine Dicke von 0,910, für die der verbluteten von 0,759. In Textfig. 3 habe ich dieses Verhältnis bildlich ausgedrückt.

Fig. 3.

Durchschnittliche Umrisse des Querschnittes von Lamellenkörperchen; a nach Kochsalzinjektion in die Gefässe, b nach Verblutung.

Bei ein und demselben Körperchen müsste bei der Zunahme des Dickendurchmessers eine entsprechende Abnahme des Breiten-durchmessers eintreten; man würde demnach bei der injizierten Katze einen im Durchschnitt kleineren Breitendurchmesser erwarten als bei der verbluteten Katze. Dass der gefundene Durchschnittswert für den Breitendurchmesser bei der injizierten Katze grösser ist als bei der verbluteten, dürfte sich einerseits durch die verschiedene Grösse der Lamellenkörperchen bei ein und derselben Katze erklären lassen — es könnten ja zufällig bei der injizierten Katze verhältnismässig breite Körperchen zur Messung gelangt sein — andererseits durch die längst bekannte Tatsache, dass bei verschiedenen Katzen die Lamellenkörperchen in hohem Grade verschiedene Durchschnittsdimensionen aufweisen, so dass in diesem Falle die injizierte Katze durch Lamellenkörperchen grösserer Dimensionen gegenüber der verbluteten ausgezeichnet gewesen sein könnte.

Bei Betrachtung der einzelnen Werte der Körperchen-dimensionen beider Katzen findet man, dass bei der injizierten

Katze drei von zehn Körperchen genau gleichbreit und gleichdick erscheinen, während dies bei der verbluteten Katze nur für eins von zehn Körperchen zutrifft. Die grössten Differenzen zwischen Breite und Dicke zeigt das Körperchen Nr. 3 der verbluteten Katze mit $560\ \mu$ Breite und $304\ \mu$ Dicke, bei der injizierten Katze Nr. 8 mit $544\ \mu$ Breite und $368\ \mu$ Dicke. Demnach erreicht keines von den Körperchen der injizierten Katze, in bezug auf die Grösse der Differenz zwischen Breiten- und Dicken-durchmesser, das am meisten abgeflachte Körperchen der verbluteten Katze. Es kann somit ein Körperchen derart aufgebläht werden, dass es am Querschnitt kreisförmig erscheint, während andererseits ein Körperchen so weit kollabieren kann, dass sein Dicken-durchmesser nicht viel mehr als die Hälfte des Breitendurchmessers beträgt (Dicke:Breite = $304:560$), wobei nicht gesagt sein soll, dass nicht noch eine grössere Differenz zwischen Dicken- und Breitendurchmesser erreicht werden könnte. In Textfig. 4 sind diese beiden Grenzfälle bildlich dargestellt.

Fig. 4.

Querschnittsumrisse, a eines maximal aufgeblähten Lamellenkörperchens nach Kochsalzinjektion in die Gefässe, b eines maximal kollabierten Körperchens nach Verblutung.

Jedenfalls ergibt sich aus dem angeführten Verhältnis des Dicken- zum Breitendurchmesser, dass im allgemeinen die beiden Querdurchmesser nicht gleichgross sind, dass also nahezu alle Körperchen in der Richtung der Flächenausdehnung des Gekröses abgeflacht erscheinen und dass nur bei extremer Füllung der Lamellenräume ihre Querdurchmesser gleichgross werden können. Würde man ein Körperchen auf seine Schmalseite (Kante) eingestellt haben und nun durch Injektion den

Druck in den Gefässen erhöhen, so wäre zu erwarten, dass bei der Injektion der Querdurchmesser zunehmen und der Längsdurchmesser abnehmen würde. Da aber, wie schon gesagt, die Körperchen im allgemeinen so orientiert sind, dass ihre Breite (d. i. der grössere Querdurchmesser) mit der Fläche des Gekröses zusammenfällt und nur dort, wo die *Lamina mesenterii propria* durch reichliches Fettgewebe ausgezeichnet ist, d. i. an Stellen, wo überhaupt im frischen Zustande eine Messung der Körperchen infolge der beträchtlichen Dicke des Gekröses ausgeschlossen erscheint, die Körperchen auch anders eingestellt sein können, erklärt es sich, dass in allen beobachteten Fällen eine Abnahme des queren Durchmessers nach der Injektion resp. nach der Befeuchtung der Körperchen eingetreten ist.

Dass die Lamellenkörperchen in der Regel nicht walzenförmig, sondern abgeflacht sind, lässt sich ohne weiteres an isolierten Körperchen sowohl im frischen als auch im fixierten Zustande unter dem stereoskopischen Mikroskope nachweisen.¹⁾

Wurde schon durch die Belastungsversuche von Rauber gezeigt, dass die Lamellenkörperchen durch geringen auf ihre Oberfläche wirkenden Druck ihre Gestalt verändern, so ergaben meine Versuche, dass ebenso eine Formveränderung der Körperchen eintritt bei stärkerer Füllung ihrer Lamellenräume, bedingt durch stärkeren Druck in den Eigengefässen des Körperchens und, wie es scheint, auch durch stärkere Durchfeuchtung des umgebenden Gewebes, wobei es wahrscheinlich zu einer Diffusion von der Umgebung in die Lamellenräume kommt. Wir haben uns vorzustellen, dass bei mässigem Blutdruck und daher auch bei mässiger Durchfeuchtung des Gewebes die Körperchen in mässigem Grade kolla-

¹⁾ Bemerkt sei hier noch, dass nach der Kochsalzinjektion das Mesenterium bedeutend dicker erscheint als nach der Verblutung; die *Lamina mesenterii propria* ist aufgequollen. Man könnte vielleicht daran denken, dass diese Aufquellung des Mesenteriums die Ursache für die Formveränderung der Lamellenkörperchen ist, so dass diese durch die unmittelbare Anlagerung der beiden *Tunicae serosae* abgeflacht werden und sobald durch Aufquellung der *Lamina propria* mehr Raum für die Lamellenkörperchen geschaffen wird, diese, ihrer Elastizität folgend, sich mehr der Kugelform nähern. Gegen diese Auffassung spricht aber die Tatsache, dass auch vollständig isolierte Körperchen für gewöhnlich abgeflacht erscheinen und erst nach Befeuchtung walzenförmig werden.

biert sind, während sie bei wachsendem Blutdruck so weit aufgebläht werden, als es die oberflächlichsten Lamellen gestatten. Dass es hierbei nicht zu einer Vergrösserung der Oberfläche der Körperchen kommt, dass also die Körperchen bei höherem Blutdruck nicht in allen ihren Dimensionen zunehmen, muss auf einer geringen Ausdehnungsfähigkeit der Lamellenwände beruhen. Veränderungsfähig ist nur das Volumen, nicht aber die Grösse der Oberfläche. Geht ein Körperchen aus dem kollabierten in den aufgeblähten Zustand über, so muss entsprechend der Dickenzunahme die Breite und auch die Länge abnehmen; es muss sich das Körperchen mehr oder weniger der Kugelform nähern.

Bei starker Füllung der Lamellenräume mit Flüssigkeit muss ein Druck auf die Nervenendigungen im Innern des Körperchens ausgeübt werden. Dieser Druck wird allerdings so lange schwach sein, als das Körperchen noch abgeflacht ist, sobald es aber Walzenform angenommen hat und sich nicht mehr weiter aufblähen kann, wird die Druckwirkung auf die Nervenendigungen im Innern des Körperchens voll zur Geltung gelangen. Da der Innenkolben, sowie das ganze übrige Körperchen aus mit Flüssigkeit gefüllten Lamellen aufgebaut wird, so erscheint er sehr gut geeignet, einen Druck auf den Achsenzylinder zu übertragen.

Es ist anzunehmen, dass die Nervenendigungen im Körperchen durch den auf sie ausgeübten Druck erregt werden, dass diese Erregung zentripetal weitergeleitet und auf die Vasomotoren übertragen wird, so dass in dem Gefässgebiete, wo das stark gefüllte Körperchen, von dem die Erregung ausging, gelegen ist, der Blutdruck sinkt. Bei steigendem Blutdruck in einem Gefässgebiete, das Lamellenkörperchen enthält, muss auch der Druck in den reichlichen Eigengefässen der Körperchen zunehmen und die unmittelbare Folge wird eine stärkere Transsudation aus den Binnengefässen des Körperchens in die Lamellenräume hinein sein, letztere werden stärker gefüllt, der Binnendruck des Körperchens steigt, die Nervenendigungen im Körperchen werden erregt.

Die Versuche lassen vermuten, dass auch eine stärkere Durchfeuchtung des Gewebes in der Umgebung der Körperchen,

wie eine solche bei höherem Blutdruck eintreten muss, aufquellend auf die Körperchen einwirkt. Es dürfte von aussen her in das Körperchen hinein Flüssigkeit diffundieren, vorausgesetzt, dass im Innern der Körperchen ein kleinerer Flüssigkeitsdruck herrscht als in der Umgebung. Wenigstens wird ein grosser Flüssigkeitsgehalt des umgebenden Gewebes bei steigendem Druck im Körperchen eine Diffusion aus dem Körperchen in die Umgebung bis zu einem gewissen Grade verhindern und so einer Abnahme der Blähung des Körperchens entgegenwirken.

Ausserdem dürfte auch der innigen Lagebeziehung der Lamellenkörperchen zu grösseren Gefässen, wie man sie an vielen Örtlichkeiten findet, eine funktionelle Bedeutung zukommen und zwar in der Art, dass, wie dies schon Thoma (14) ausgesprochen hat, stark gefüllte Gefässe einen Druck auf die Oberfläche der Körperchen ausüben, der auf die Nervenendigungen übertragen werden könnte und zwar um so wirksamer, je stärker die Körperchen mit Flüssigkeit gefüllt sind.

So dürften alle drei Momente, nämlich starke Füllung der Binnengefässe des Körperchens, hochgradige Durchfeuchtung des umgebenden Gewebes und starke Füllung der dem Körperchen oberflächlich angelagerten Gefässe gleichzeitig zusammenwirken können, um den Druckeffekt auf die Nervenendigungen im Körperchen zu erhöhen.

Weiterhin spricht, wie schon früher hervorgehoben, die Lokalisation für die Auffassung der Lamellenkörperchen als Blutdruckregulatoren: Das oft massenhafte Vorkommen derselben in der Nähe der arterio-venösen Anastomosen (in den Endphalangen der Fledermäuse, in der Gegend des Glomus coccygeum beim Menschen, im Schwanz der langschwänzigen Säugetiere), die wohl allgemein als blutdruckregulatorische Apparate aufgefasst werden; die Lagerung in der Adventitia (oder deren unmittelbaren Nachbarschaft), der Aorta und ihrer grösseren Äste (Thoma); das reichliche Vorhandensein in serösen Häuten (Mesenterium der Katze) und in den Gelenkskapseln, wo ja eine Feuchtigkeitsregulation von grösster Bedeutung ist. Auch das Vorkommen der Körperchen an den Fingern, speziell an den Endgliedern, das wohl zunächst die Ursache war, die Körperchen als Drucksinnesorgane aufzufassen, spricht eher für als gegen die Auffassung,

dass die Lamellenkörperchen Blutdruckregulatoren sind. Gerade hier ist ja eine prompte Wärmeregulation nötig und diese geht Hand in Hand mit der Blutdruckregulation.

Freilich muss die hier entwickelte Auffassung der Lamellenkörperchen als Blutdruckregulatoren vor der Hand noch Hypothese bleiben, aber wie mir scheint, eine besser begründete als die, welche den Lamellenkörperchen die Funktion von Drucksinnesorganen beilegt. Für die erstere Hypothese spricht der Bau der Körperchen, ihre Lokalisation und das Ergebnis der Versuche, indem gezeigt werden konnte, dass bei stärkerem Druck in den Gefässen sich die Körperchen aufblähen, während sie bei schwächerem Blutdruck kollabieren.

Zusammenfassung.

Die Lamellenkörperchen sind aus Hohllamellen (Hohlkapseln) aufgebaut. Jede Lamelle besteht aus zwei bindegewebigen Wandungen, zwischen denen ein spaltförmiger, mit Flüssigkeit gefüllter Raum gelegen ist (Key und Retzius). Die Oberfläche der Lamellen ist von flachen Zellen bekleidet. Die Hohllamellen sind einander nur angelagert, nicht miteinander fester verbunden. Infolgedessen können sich zwei benachbarte Lamellen voneinander abheben (wahrscheinlich nur postmortal), wodurch ein Spaltraum entsteht. Die Spalträume sind zum Unterschiede von den Lamellenräumen nicht mit Flüssigkeit gefüllt, enthalten auch keine Bindegewebsfibrillen.

Ein elastisches Fasernetz findet sich nicht nur an der Oberfläche der Lamellenkörperchen (Michailow), sondern es konnte ein solches in den Wandungen der drei bis vier äussersten Lamellen nachgewiesen werden.

Der Innenkolben ist ebenso aus Lamellen aufgebaut, wie die nach aussen von ihm gelegenen Anteile des Körperchens (Merkel). Die Lamellen des Innenkolbens unterscheiden sich aber von den weiter peripher gelegenen dadurch, dass sie nicht geschlossene doppelwandige Röhren darstellen, sondern nur doppelwandige Halbrinnen, die paarweise konzentrisch um den zentralen Achsenzylinder angeordnet sind. Die Kanten der Halblamellen des Innenkolbens sind so orientiert, dass sie in ihrer Gesamtheit entweder einen ganz schmalen Spaltraum jederseits einschliessen, der in der Verlängerung der Schmalseiten des zentralen Achsenzylinders

gelegen ist; oder es können die Kanten der Halblamellenpaare sich berühren, so dass in der Verlängerung der Schmalseiten des Achsenzylinders eine Art Naht entsteht.

Die im Innenkolben gelegenen Zellkerne sind prinzipiell nicht verschieden von den übrigen an der Oberfläche der Lamellen gelegenen Kernen.

Die dunklere Färbung (am gefärbten Präparat) des Achsenzylinders ist bedingt durch die stärkere Färbbarkeit der in seinen Lamellenräumen enthaltenen Flüssigkeit und die geringere Weite der Lamellenräume (dichtere Lagerung der Kapselwände).

Blutgefäße dringen, wie längst bekannt, hauptsächlich in der Gegend des basalen Poles mit den Nerven in die Lamellenkörperchen ein, seltener am distalen Pole oder an anderen Stellen der Oberfläche und bilden im basalen Abschnitt der Körperchen ein schlingenreiches Kapillarnetz, von dem eine Schlinge bis an die Basis des Innenkolbens heranreicht, oder höchstens nur auf eine ganz kurze Strecke in den Anfangsteil des Innenkolbens eindringt. Der Hauptteil des Innenkolbens bleibt (wenigstens bei den Lamellenkörperchen im Mesenterium der Katze) stets gefässfrei. In allen übrigen Teilen des Körperchens können Kapillaren vorkommen.

Bei steigendem Druck in den Gefässen blähen sich die Lamellenkörperchen infolge stärkerer Füllung ihrer Lamellenräume auf; sie nähern sich mehr der Kugelform, während sie für gewöhnlich mehr oder weniger abgeflacht (kollabiert) erscheinen, so dass ihr Dickendurchmesser hinter dem Breitendurchmesser zurücksteht. Die Füllung der Körperchen kann so weit gehen, bis der Dickendurchmesser gleich dem Breitendurchmesser wird. Eine Oberflächenvergrößerung findet hierbei nicht statt.

Eine Aufblähung der Körperchen scheint auch bei stärkerer Durchfeuchtung des dieselben umgebenden Gewebes einzutreten.

Die Anlagerung der Lamellenkörperchen im Mesenterium der Katze an grössere Gefässe ist eine so innige, dass wahrscheinlich bei starker Füllung der Gefässe auf die Oberfläche der Körperchen ein Druck ausgeübt wird.

Der Bau, die Lage und die Versuchsergebnisse sprechen dafür, dass die Lamellenkörperchen Blutdruckregulatoren sind.

Wien, Anfang März 1911.

Literaturverzeichnis.

1. Grosser, O.: Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems der Chiropteren. Anat. Hefte, H. 55, 1901.
2. Henle, J. und Kölliker, A.: Über die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugetiere. Zürich 1844.
3. Herbst, G.: Die Pacinischen Körper und ihre Bedeutung. Ein Beitrag zur Kenntnis der Nervenprimitivfasern. Göttingen 1848.
4. Key, A. und Retzius, G.: Studien in der Anatomie des Nervensystems. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 9, 1873.
5. Kölliker, A.: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. I, 1889.
6. Merkel, Fr.: Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. Rostock 1880.
7. Michailow, S.: Die Struktur der typischen Vater-Pacinischen Körperchen und ihre physiologische Bedeutung. Folia neuro-biolog., Bd. II, 1909.
8. Rainer, Fr. J.: Sur l'existence d'un type géant de corpuscule de Pacini. Compt. rend. Soc. biol. Paris, T. 67, 1909.
9. Rauber, A.: Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der Vaterschen Körper. München 1867.
10. Retzius, G.: Die Pacinischen Körperchen in Golgischer Färbung. Biolog. Untersuch., N. F., Bd. 6, 1894.
11. Derselbe: Zur Frage von der Endigungsweise der peripherischen sensiblen Nerven. Biolog. Untersuch., N. F., Bd. 8, 1898.
12. v. Schumacher, S.: Über das Glomus coccygeum des Menschen und die Glomeruli caudales der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 71, 1907.
13. Stöhr, Ph.: Lehrbuch der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen. 13. Aufl., 1909.
14. Thoma, R.: Über die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes. II. Das Verhalten der Arterien in Amputationsstümpfen. Virchows Arch., Bd. 95, 1884.
15. Van de Velde, E.: Die fibrilläre Struktur der Nervenendorgane. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., Bd. 26, 1909.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VIII.

(Sämtliche Abbildungen sind mit dem Prisma entworfen.)

- Fig. 1. Zentraler Anteil eines Querschnittes durch ein Lamellenkörperchen aus dem Mesenterium einer verbluteten Katze. 10% Formalin, Delafield'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 680 fach. A = zentraler Achsenzylinder, I = Innenkolben, gS = gemeinsamer Spaltraum, begrenzt von den Kanten der Halblamellen des Innenkolbens und der innersten kontinuierlichen Lamelle, kL = innerste kontinuierliche Lamelle, K = Kern im gemeinsamen Spaltraum, L = Lamellenräume, S = Spalträume.

- Fig. 2. Zentraler Anteil eines Querschnittes durch ein Lamellenkörperchen aus dem Mesenterium von derselben Katze wie Fig. 1. Behandlung, Vergrößerung und Bezeichnungen wie in Fig. 1. Die Kanten der inneren Halblamellen des Innenkolbens berühren sich, so dass an dieser Stelle statt eines gemeinsamen Spaltraumes eine Art Naht entsteht.
- Fig. 3. Schrägschnitt durch ein Lamellenkörperchen aus der Nähe des Glomus coccygeum eines jungen Weibes. 10% Formalin, Delafield'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 250 fach. Alle Kapillaren des Lamellenkörperchens enthalten rote Blutkörperchen.
- Fig. 4. Längsschnitt (etwas seitlich vom Achsenzylinder) durch ein Lamellenkörperchen aus dem Schwanz eines *Macacus rhesus*. Zenker'sche Flüssigkeit, Delafield'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 85 fach. Drei längs getroffene Kapillaren = K im basalen Achsenteil, mehrere im Bindegewebe eingebettete Querschnitte von Kapillaren in der Gegend des distalen Poles und Durchschnitte durch Kapillaren an verschiedenen anderen Stellen des Körperchens.
- Fig. 5, 6, 7 und 8. Lamellenkörperchen aus dem Mesenterium der Katze. Gefässe mit Berlinerblau injiziert; 10% Formalin mit Xylol aufgehellt, ungefärbt. Vergr. 85 fach. Arterien (= A) dunkelgrau, Venen (= V) und Kapillaren schwarz. Die Abbildungen zeigen die innige Lagebeziehung der Lamellenkörperchen zu den Gefässen. Die Binnengefässe der Körperchen (= K) sind nur in Fig. 7 gut gefüllt, teilweise auch in Fig. 5.
- Fig. 5. Zeigt ein Körperchen, das ausser Blutgefässen auch einem grösseren Lymphgefäss (= L) innig anliegt.
- Fig. 6. Zwei unmittelbar einander angelagerte Körperchen. Zwischen den Berührungsfächen zieht eine grössere Arterie und Vene.
- Fig. 7. In kleiner Entfernung von der Basis des Körperchens sind zwei arterio-venöse Anastomosen (= An) sichtbar. Von dem in der Nähe der Basis des Körperchens gelegenen Kapillarnetz zweigt das Binnengefässnetz des Körperchens (= K) ab. In diesem erkennt man deutlich eine etwas stärkere Schlinge, die bis zum zentralen Achsenteil des Körperchens reicht.
- Fig. 8. Arterie und Vene liegen so innig dem Körperchen an, dass sie dessen Oberflächenkrümmung mitmachen.
- Fig. 9. Längsschnitt durch ein Lamellenkörperchen aus dem Mesenterium der Katze. Gefässinjektion mit Berlinerblau. 10% Formalin, Delafield'sches Hämatoxylin, Eosin. Vergr. 170 fach. Reichliche Kapillaren nicht nur im proximalen Achsenteil, sondern auch an anderen Stellen in den Lamellenräumen. K = Kapillarschlinge, die bis gegen die Basis des Innenkolbens reicht. A = zentraler Achsenzylinder, I = Innenkolben, S = Spaltraum zwischen Innenkolben und innerster kontinuierlicher Lamelle. iL = innerste, dicht gelagerte kontinuierliche Lamellen.