Aus dem anatomischen Institut in Strassburg.

Der Haarbüschel der Epithelzellen im Vas epididymis des Menschen.

Zugleich ein Beitrag zur Centrankörperfrage in den
Epithelien.

Von

Dr. **Alexander Gurwitsch**,

Assistent am anatomischen Institut in Bern.

Hierzu Tafel III und 1 Textfigur.

Die naheliegende und wichtigste Eintheilung der verschiedenen cilien- und stäbchenartigen Besätze vieler Zellen ist wohl die in flimmernde und starre; damit ist ein physiologischer Unterschied von ganz grundlegender Bedeutung gegeben, welcher wohl auch mit wichtigen, tiefgehenden, anatomischen Differenzen einhergehen muss; letztere bleiben uns jedoch in vielen Fällen vorläufig oder für immer verborgen: es schien fast, als ob man im Stande wäre, auch anatomisch ein spezifisches Merkmal bei den Flimmerzellen zu finden, welches den übrigen Zellen mit einem Haarsaum fehlen sollte. Das sind die sogenannten Fussstücke Engelmann's — oder neuerdings „Basalkörper“ (A páthy) genannte Bildungen, die in ihrer Grösse und Form stark wechselnd an der Einpflanzungsstelle der Flimmerhaare in den Zelleib sitzen.

Es scheint ja nach den übereinstimmenden Ergebnissen der älteren Untersucher (Engelmann (3), Frenzel (4) u. A.) mit den neueren v. Lenhössek (11) u. A. keinem Zweifel mehr zu unterliegen, dass die Basalkörper keiner uns bis jetzt bekannt gewordenen Flimmerzellenart fehlen.¹⁾

¹⁾ Eine Ausnahme von dieser Regel schienen bis jetzt die „Flimmerzellen“ im Körper und Schwanz des Nebenhodens der Säugethiere zu bilden (also das vas epididymis). Sowohl die älteren Untersucher als auch die neueren (Hammar (7), Zimmermann (20), Henry (10)) bilden die fraglichen Zellen mit der Bezeichnung als „Flimmerzellen“ ab; an sämtlichen diesbezüglichen Abbildungen ist auch nicht die Spur von Basalkörpern zu sehen, obwohl bei den angewandten Färbemethoden, welche sogar die Diplosomen der Zellen zur Darstellung brachte, die so leicht sichtbaren, übrigens auch

Ganz ähnliche Bildungen wurden aber vielfach auch an Zellen beschrieben, die unter den verschiedenen Bezeichnungen von „Stäbchenzellen, Bürstenzellen“ etc. bekannt sind und bei denen die flimmernde Function mit aller Sicherheit auszuschliessen ist; ich will als Beispiele nur einige von Frenzel genau beschriebene Repräsentanten von Darmzellen der Arthropoden anführen, so z. B. die riesigen Zellen aus dem Mitteldarme einer *Tentredolarve* (4) Fig. 18), wo an der Basis jedes Härchens ein deutliches Knötchen sitzt und andere mehr. Aehnliche Verhältnisse werden von Nicolas und Prinant beschrieben (16, 15). Prinant betont aber gleichzeitig auch die bedeutenden Unterschiede, welche zwischen den Basalkörpern der Flimmerzellen und den analogen Gebilden an der Basis der starren Härchen bestehen. Die Unregelmässigkeit und Unbeständigkeit der letzteren im Vergleich zu ersteren sollen besonders in die Augen springend sein. Ich möchte meinerseits hervorheben, dass an einigen Abbildungen z. B. von Sauer (18) und Meves (13) die Knötchen an der Basis des Bürstensaumes in ihrer Zahl den Saumstäbchen durchaus nicht zu entsprechen scheinen.

Die Eintheilung der Zellen mit einem Haarbesatz in solche mit Basalknötchen und solche ohne dieselben, wobei in die erstere Classe sämtliche Flimmerzellen und ausserdem viele Bürstenzellen fielen, wäre in Anbetracht ihrer sehr verschiedenen physiologischen Werthigkeit — fast widersinnig, wenn nicht ein Umstand uns zur näheren Berücksichtigung derselben bewegen müsste: es ist nämlich zu beachten, dass der Entstehungs- und Wachsthumsmodus der haarförmigen Anhänge der Zellen ein

an frischen Präparaten deutlich sichtbaren Basalkörper unmöglich der Aufmerksamkeit der Untersucher entgehen könnten. Nun stellt es sich aber nach einer neuen Untersuchung von Aigner (1) heraus, dass die Zellen des ductus epididymis gar keine Flimmerzellen sind, dass bei 95 untersuchten Säugethieren auch nicht ein einziges Mal sich eine Spur von Flimmerbewegung nachweisen liess! Es wurde, wie Aigner mit Recht betont, nicht genügend auf die Unterschiede zwischen den „Coni vasculosi“ (also die Ductuli efferentes im Kopfe des Nebenhodens) und dem Ductus epididymis (Körper und Schwanz des Nebenhodens) geachtet; erstere sind durch echte Flimmerzellen ausgekleidet, die man an frischen Präparaten mit Leichtigkeit in Thätigkeit beobachten kann und die auch einen schönen Besatz von Basalkörpern tragen, das vas epididymis besteht dagegen aus ganz eigenthümlichen Zellen, die unter keinen Umständen flimmernd angetroffen werden (s. Näheres bei Aigner (1).

sehr verschiedener sein kann, je nachdem an der Basis der Haare ein Basalknötchen sitzt oder nicht.

Für einige Repräsentanten echter Flimmerzellen konnte ich den Nachweis erbringen, dass die Bildung der Basalkörper derjenigen der Flimmerhaare vorangeht und dass die letzteren nothwendigerweise aus den ersteren hervorsprossen; ganz ähnliche Befunde wurden auch bei der Spermatogenese gemacht. Das zieht aber einen ganz bestimmten Wachstumsmodus der Flimmerhaare nach sich, welcher himmelweit von der Entstehungsweise eines cilienartigen Pseudopodiums absticht (beide Vorgänge wurden nämlich von einigen älteren Untersuchern gerne in eine Parallele mit einander gestellt); in der That handelt es sich um die Entstehung eines Pseudopodiums, so gehen demselben Veränderungen in der Oberflächenbeschaffenheit und Form des Plasma's voraus, ein Theil des in einem weichsten Zustande sich befindlichen Ectoplasma's buchtet sich vor, die Vorstülpung spitzt sich zu und wird allmählich zum Faden ausgezogen, welcher somit mit gutem Rechte als ein Theil eines physikalisch (d. h. in ihrem Aggregatzustande) homogenen Plasma's angesehen werden darf. Das Zurückziehen eines fadenförmigen Pseudopodiums und sein spurloses Aufgehen und Einschmelzen in der Ectoplasmaschicht bildet eine weitere Stütze für die Auffassung eines ähnlichen Pseudopodiums als einer einfachen Gestaltänderung des Plasmaklumpens, wahrscheinlich als Folge veränderter Oberflächenspannung. Diese Vorgänge sind ja zur Genüge aus den zahlreichen Beschreibungen z. B. bei Verworn und Rhumbler bekannt. Man kann somit in diesen Fällen von fadenartigen Fortsätzen der Zellen sprechen, welche ihre Individualität im Zellleibe nicht bewahren.

Ganz anders steht es dagegen in den Fällen, wo ein Haarfortsatz aus einem Basalkörper oder einem Centralkörper (in der Spermatogenese) hervorwächst. Aus verschiedenen Gründen, welche näher in meiner Arbeit über Histogenese der Flimmerzellen auseinander gesetzt wurden (6), müssen wir das Hervorwachsen der Flimmerhaare aus den Basalkörpern als eine Formveränderung und Längenwachsthum, einen Nachschub von der Substanz des Basalkörpers auffassen, ähnlich etwa, wie ein Haarschaft durch Nachschub aus der Haarzwiebel wächst. Ein anderer Vergleich wäre der, dass das Flimmerhaar sich zum

Basalkörper ähnlich wie ein Pseudopodium zu einer ganzen Zelle verhält.

Sowohl die Flimmerhaare, als die Axenfäden der Spermatischen lassen sich mit Sicherheit, letztere zuweilen sehr weit in das Zellinnere verfolgen, wo sie sowohl durch ihre Färbbarkeit, als durch ihr Lichtbrechungsvermögen vom Zellplasma scharf abstechen und stets direct von dem betreffenden Endgebilde (Basalkörper der Flimmerzellen, Centralkörper der Spermatischen) entspringen. Es handelt sich also in den letzten Fällen um Fäden, welche in gleicher Weise wie die verschiedenen Mitofäden physikalisch oder auch chemisch von dem umgebenden Plasma abweichen und eine gewisse Formbeständigkeit und festen Zusammenhang ihrer Theile besitzen müssen.

Es ist nun hinlänglich bekannt, dass die verschiedensten Bürsten- und Stäbchenbesätze vergänglicher Natur sind, dass sie je nach dem physiologischen Zustande der betreffenden Epithelien bald deutlich auftauchen, bald anscheinend spurlos verschwinden (vergl. Tornier¹⁾ (19).

Es ist nun von grossem Interesse für die allgemeine Auffassung der Stabilität und Beständigkeit der Plasmaarchitectur in den Epithelzellen, wie sich das weitere Schicksal der haarförmigen Fortsätze ohne Basalknötchen nach ihrem Verschwinden von der Zelloberfläche gestaltet, ob die Individualität der Stäbchen oder Härchen auch innerhalb des Zelleibes bewahrt bleibt, oder ob Epithelzellen der höheren Thiere thatsächlich im Stande sind echte Pseudopodien auszusenden. Diese Frage wurde von verschiedener Seite, wenn auch mehr flüchtig berührt, bis jetzt aber meines Wissens nicht beantwortet. Es ist von vornherein ziemlich aussichtslos alle Arten der in Betracht kommenden Epithelien in ihrer endlosen Mannigfaltigkeit, bei den verschiedenen Thiergattungen zu untersuchen und somit

¹⁾ Die Angaben von Tornier wurden für das betreffende Object (Amphibienniere) von Sauer (18) bestritten, wenn auch meines Erachtens nicht endgiltig widerlegt. Dass trotzdem in vielen Epithelien die Stäbchenbesätze periodisch auftreten und schwinden (in den Zelleib eingezogen werden) scheint mir unzweifelhaft zu sein. man vergleiche die Angaben R. Heidenhain's für den Stäbchenbesatz des Darmepithels (9) und auch die Beobachtung, welche ich am Darmepithel des Lumbricus machen konnte, (6) die übrigens schon vor mir, wenn auch etwas abweichend von Grönross erwähnt wurde (s. [6])

eine allgemein gültige Beantwortung der Frage zu erstreben. Es ist aber trotzdem nicht ohne Interesse, den Verhältnissen wenigstens bei einigen Repräsentanten der nichtflimmernden Haarepithelien nachzugehen. Ich habe diese Untersuchung an dem Epithel des vas epididymis des Menschen durchgeführt und dabei einige Aufschlüsse über die Beziehungen des Haarbüschels zum Cytoplasma erhalten, welche nicht ohne allgemeineres Interesse sein dürften.

Spezieller Theil.

Als Untersuchungsobject diente mir der Nebenhoden eines gesunden, 25 jährigen Mannes. Der Nebenhoden wurde wenige Minuten nach der Hinrichtung in Zenker'scher Flüssigkeit fixirt, wo er ca. 8 Stunden verblieb und dann nach den gewöhnlichen Methoden weiter behandelt wurde. Man kann am Nebenhodengang des Menschen zwei Zonen deutlich auseinanderhalten, wie es von Hammar (7) für den Hund geschehen ist: die, im Körper des Nebenhodens gelegene Zone besteht aus einem Canal mit einem sehr regelmässig gestalteten cylindrischen Lumen von mässiger Weite; die epitheliale Auskleidung ist ganz faltenlos, die Epithelzellen von annähernd constanter Höhe: im Lumen sehr reichliches Sperma und zahlreiche körnige Secretbläschen (Fig. 1).

In einem sehr deutlichen Gegensatze zu diesem Bilde, steht nun die zweite Strecke des Nebenhodencanals, welche den Rest des Nebenhodenkörpers und den Schwanz ausfüllt — (vielleicht auch in das vas deferens sich fortsetzt). Sowohl die äussere Wandung, wie die Configuration des Lumens sind von einer denkbar unregelmässigen und wechselnden Form (Fig. 2); bald findet man eine Gruppe von sehr schlanken, seitlich zusammengepressten und in das Lumen zapfenartig hineinragenden Zellen, bald sind es mehr breite und niedrigere Formen, welche in tiefen Einbuchtungen des Lumens sitzen; dazwischen kommen einzelne Zellen von einem ganz riesigen Volumen, welche die Anordnung und Configuration ihrer Nachbarschaft mächtig beeinflussen; aus der Abbildung ist sofort zu ersehen, dass die Unregelmässigkeiten des Lumens in gar keinem Zusammenhange mit den Conturen der äusseren Wand des Canals stehen; es ist

daher völlig auszuschliessen, dass dieselben etwa durch Quetschungen oder Zerrungen zu Stande kommen könnten.

Die Canäle der letztbeschriebenen Zone enthalten so gut, wie kein Sperma, dagegen in ziemlich reichlicher Menge helle, bläschenartige und auch körnige Secretbüschchen.

Als ein allgemeines unterscheidendes Characteristicum der Epithelauskleidung beider Zonen kann vorläufig nur die relativ breite und niedrige Gestalt der Epithelzellen der ersten Zone und die schlanke, schmale, derjenigen der zweiten, angegeben werden.

Im Uebrigen sind die Bilder, welche an den sehr nahe gelegenen, ja benachbarten Zellen innerhalb jeder Zone geliefert werden so ausserordentlich wechselnd, dass eine ganz detaillierte Beschreibung derselben nöthig wird; andererseits findet man in beiden Zonen ganz identische Zellen in so grossen Mengen wieder, dass es ausser jedem Zweifel ist, dass das Epithel beider Zonen ein morphologisches Continuum darstellt und die wechselnden Bilder verschiedenen physiologischen Zuständen, im Uebrigen identischer Zellen entsprechen.

Allgemein bekannt ist das Bild der Nebenhodenzellen, in welchen auf der freien Zelloberfläche ein Büschel von miteinander verklebten, oft nicht deutlich unterscheidbaren Haaren sitzt, welche anscheinend ohne scharfe Grenze in den Zelleib übergehen.

Aus den neueren Darstellungen dieser Zellen möchte ich hier die Fig. 108 der Arbeit von Zimmermann (20) anführen; an der Basis der Haarbüschel ist ein ziemlich verschwommener Streifen dargestellt, dessen keine Erwähnung im Text gemacht wurde; hervorzuheben ist auch das Vorhandensein der Diplosomen dicht an der Zelloberfläche.

Wenn ich nach ähnlichen Bildern in meinem Objecte suche, erweisen sich dieselben in der Minderzahl der Zellen und jedenfalls nie auf grösseren Strecken durch¹⁾; die einzelnen Haare sind in diesen Fällen sehr ungleichmässig sowohl in ihrer Länge wie auch in der Dicke und Färbbarkeit: bald sind sie sehr intensiv mit Eisenhämatoxylin tingirt und jedes sehr deutlich einzeln zu

¹⁾ Eine Ausnahme macht der Schwanz des Nebenhodens, worüber Näheres später.

verfolgen; in anderen Fällen wieder sind sie ausserordentlich zart und fast völlig entfärbt; in vielen Fällen, namentlich in der letzteren Kategorie kann man mit Sicherheit feststellen, dass die Härchen an ihrer Basis zu einem oder mehreren Büscheln convergiren und dass die Spitze des Büschels durch eine stark färbbare, in ihren Conturen zuweilen wenig präzise Substanzanhäufung, gewöhnlich aber durch ein horizontales Doppelkörnchen oder ein deutliches verticales Diplosom (Fig. 3a — g) markirt ist. Tangentialschnitte solcher Zellen vervollständigen das Bild, die Querschnitte der einzelnen Haare kommen sehr deutlich zum Vorschein, sind auch meistens zu zählen, beim Gebrauch der Micrometerschraube kann man sich häufig von der oben beschriebenen Convergenz derselben überzeugen. Aus Gründen, welche im Weiteren ihre Erklärung finden werden, muss ich diesen Zustand des Haarbesatzes für ein Endstadium eines Processes halten, welcher sich in den Epididymiszellen abspielt und unzweifelhaft periodisch ist. Bei meinen Untersuchungen über Histogenese der Flimmerzellen, hatte ich Gelegenheit die verschiedenen physiologischen Zustände im Darmepithel des *Lumbricus* zu schildern (6) in welchen es sich um retractile Cilien handelte; ich habe an jener Stelle betont und möchte es hier wiederholen, dass in den Fällen, wo wir verschiedene Bilder von physiologischen (d. h. nothwendig periodischen) Zuständen einer Zellenart in nur eine continuirliche, ziemlich lückenlose Reihe einordnen können, wir auch das Recht haben, den betreffenden physiologischen Vorgang für umkehrbar zu halten, d. h. anzunehmen, dass die Zwischenglieder der Reihe sowohl einen regressiven, wie einen progressiven Process veranschaulichen können. Wäre dem anders, d. h. wäre z. B. der Vorgang der Ausbildung einer Cilie an andere Etappen, wie derjenigen der Rückbildung derselben gebunden, so müssten wir ja im Stande sein, aus unseren mikroskopischen Bildern zwei continuirliche Reihen zu construiren.

Ähnlich, wie ich es mit den Flimmerzellen im Darne des *Lumbricus* gethan habe, will ich auch in den Nebenhodenzellen des Menschen die verschiedenen, sich uns bietenden Bilder in eine möglichst lückenlose Serie einreihen und die benachbarten Zustände als von einander abstammend betrachten.

Von dem in Fig. 3 dargestellten Endgliedern der Serie machen wir zunächst einen Sprung und wenden uns an die Zellen, welche ebenfalls einem extremen Functionszustande der Zelle entsprechen (Fig. 4 und 5).

Aus der Tiefe der Zelle, etwa dem Centrum des Zelleibes, ragt in das Lumen des Canals ein langer, spiessartiger Fortsatz: sein inneres Ende läuft gewöhnlich spitz aus und endet mit einer kleinen, punktförmigen, in E.-Hämatoxylin sich schwärzenden Anschwellung. Die Anschwellung ist zuweilen doppelt, manchmal scheint sie auch zu fehlen, oder fällt nicht in die Schnittebene.

Von dieser Anschwellung lässt sich in vielen Fällen ein feiner Faden noch tiefer in das Zellinnere verfolgen, wo er ganz allmählich zu verschwinden scheint.

Der spiessartige Fortsatz besteht aus einzelnen ziemlich dicken und anscheinend steifen Fasern welche unter einem sehr spitzen Winkel divergirend die Zelloberfläche weit überragen; in vielen Fällen sind die Spitzen der Fasern durch eine Masse zusammengeklebt, in anderen wieder ragt jedes Haar deutlich einzeln vor. In den meisten Fällen sind die Haare von einem auffallend geradlinigen Verlauf, so dass der ganze Büschel einem steifen Besen gleicht.

In vielen Fällen ist der Büschel mehr oder weniger geknickt, aber nicht geschlängelt oder gekräuselt.

Meistens steckt in der freien Oeffnung des Spiesses oder — im nächsten Stadium — eines „Besens“ (Fig. 6 und 7) ein homogen aussehender Secretklumpen; es scheint, dass auch das Innere des Besens nur wenige Fasern enthält und ebenfalls durch eine homogene Masse ausgefüllt wird.

Dass dieser Besen thatsächlich aus relativ steifen, stemmenden Fasern besteht und dass diese Consistenz denselben auch intravital zukommt, wird aus dem Verhalten der freien Zelloberfläche ersichtlich, auf welches wir weiter noch näher zu sprechen kommen werden.

Ein unmittelbar an das eben beschriebene sich anschliessende Bild bieten die Zellen der Fig. 6 und 7. Es ist nun eine Sonderung des Faserbüschels eingetreten, welche einen Vergleich desselben mit einem Besen noch treffender macht: wir können nun einen sehr dünnen, zum Faden ausgezogenen Besenstiel

vom mächtigen ausgebildeten, aus einem dicken Büschel bestehenden Besenkörper auseinander halten; die deutliche Divergenz der einzelnen Fasern ist jetzt noch auffallender, als in den vorhergehenden Stadien (Fig. 6 b).

Das innere Ende des Büschels, der „Besenstiel“, besteht aus einem dünnen Strang, an welchem sich keine faserige Structur mehr nachweisen lässt. Das Endknöpfchen ist in sehr vielen Fällen doppelt; seine Verdoppelung zieht auch meistens einen entsprechenden Vorgang in dem „Besenstiel“ nach sich (Fig. 6 b und 7 c).

Wir kommen nun zu einem dritten Typus, welcher sich sehr eng dem Stadium der Fig. 6 anschliesst; der Haarbüschel nimmt an Dicke und Umfang deutlich zu, der lange, dünne Stiel wird vollständig eingezogen, das Endknöpfchen sitzt nun dicht an der Basis eines ziemlich breiten Kegels (Fig. 7). Dieses Bild kehrt nun sehr häufig wieder, der entsprechende Zustand der Zellen muss somit längere Zeit anhaltend, mehr stationär sein.

In den meisten Fällen lässt sich auch hier innerhalb des Büschels das Vorhandensein einer homogenen Masse nachweisen, welche aus weiter zu erörternden Gründen als Secret angesehen werden darf.

Am auffallendsten sind nun die mannigfachen Veränderungen, welche das Endknöpfchen nun eingeht.

Ich habe schon vorhin erwähnt gehabt, dass, solange ein lang ausgezogener Stiel dem Besen zukommt, das Endknöpfchen stets in der Form eines einfachen oder doppelten punktförmigen Gebiles auftritt.

Von dem Stadium der Fig. 7 c angefangen, treten aber eigenthümliche Veränderungen an demselben auf, welche trotz ihrer Verschiedenheit doch einen gemeinsamen Zug wahrnehmen lassen; wir haben hier nun mit zwei Haupttypen zu thun: in den Fällen des ersten Typus (Fig. 8) ist die Spitze des Büschels abgestumpft um das Endknöpfchen, oder objectiver ausgedrückt, eine eigenthümliche, in Eisen-Hämatoxylin sich schwärzende Substanzanhäufung gestaltet sich etwa dellenförmig, wobei von der ganzen concaven Fläche der Delle ziemlich gleichmässig die einzelnen Haare des Büschels entspringen.

In einer etwas anderen Weise gestaltet sich das Bild im zweiten Typus (Fig. 9, 12).

Die Spitze des Büschels ist in diesen Fällen leicht zu erkennen und wird sowohl durch die Gestalt der einzelnen Haare, als auch durch die eigenthümliche Form des dellenförmigen Endknopfes markirt: der Endknopf zeigt eine deutliche symmetrisch gelegene, gegen das Zellinnere zu gerichtete Zuspitzung; die freien Ränder der Delle sind dagegen stark nach oben, der freien Zelloberfläche zu umgebogen und laufen in der Richtung des freien Zellrandes (welcher auf senkrechten Schnitten durch die punktförmigen Durchschnitte der Schlussleiste markirt ist) aus. Die Verhältnisse dieses Stadiums sind besonders deutlich durch die Fig. 9 und 12 veranschaulicht; in Fig. 9 kommt noch ausserdem ein kleines, von dem grossen anscheinend ganz unabhängiges Büschelchen zum Vorschein.

Das Characteristische an den Büscheln des eben erwähnten Typus wäre somit der Umstand, dass die Haare des Büschels nur von der central gelegenen Zuspitzung der Delle entspringen, die Seitenränder der letzteren dagegen frei bleiben — im Gegensatze zum Verhältniss der Fig. 8.

Ein Uebergang zwischen den beiden Typen (Fig. 8 einerseits und Fig. 9—12) bieten uns die Zustände, wie sie durch die Fig. 13 veranschaulicht werden: eine sehr schön conturirte, etwa einem Quadranten einer Kugelschale entsprechende Delle — ein richtiger Napf, giebt in seiner mittleren Fläche einem Stumpfen Haarbüschel den Ursprung, eine Seitenränder bleiben aber völlig frei und richten sich nach der Schlussleiste der Zelle.

Ein ähnliches Bild giebt uns die Zelle Fig. 11, welche uns noch im Folgenden beschäftigen wird.

Es gehört zu einer geringen Minderzahl der Fälle, dass der Haarbüschel auf diesen Stadien noch compact und der durch die einzelnen Fasern gebildete Kegel spitz bleibt: ein solches Bild wird uns durch die Fig. 11 vorgeführt: der Büschel entspringt mit einer deutlichen Spitze von der centralen Anschwellung des Napfes, die einzelnen Haare sind zusammengebacken und ragen spießartig aus der Zelle hervor.

Desto deutlicher lässt sich in letzteren Fällen das Verhalten des basalen Napfes studiren, da seine optische Projection von den Büschelfasern durch helles Plasma deutlich geschieden ist: es lässt sich mit aller gewünschten Schärfe feststellen, dass der schwarze Streifen a ein optischer Schnitt einer kegelförmigen Fläche

ist, welche somit eine Continuität zwischen der Knopförmigen Endanschwellung und den Schlussleisten der Zelle herstellt. Eine ganze Reihe von continuirlichen Uebergängen führt uns von dem Zustande, wie er in Fig. 9 dargestellt ist, zum zuletzt beschriebenen.

Der Haarbüschel macht nun in der Regel einige Metamorphosen durch, welche zu einem ungemein typischen immer wiederkehrenden Bilde führen: der Büschel wird nämlich in seiner mittleren Portion, also etwa im Niveau der Zelloberfläche aufgetrieben, schwellt mächtig an; da seine Basis mit der centralen Anschwellung des Napfes zusammenhängt, seine freie Spitze meistens durch Secret zusammengeklebt ist, kommt es zur Bildung eines doppelten Kegels (Fig. 10, 14).

Die gemeinsame Basis der Kegel, d. h. der breiteste Durchmesser des Büschels, legt sich gewöhnlich der äusseren Peripherie der Zelloberfläche, den Schlussleisten dicht an; es ist klar, dass in diesen Fällen, der optische Schnitt des Büschels — die ihn nach aussen zu begrenzenden Fasern mit der verbindenden Linie des Basalknopfes und der Schlussleisten zusammenfallen und eine Sonderung beider, wie sie in Fig. 11 noch deutlich gewesen, wird nunmehr unmöglich.

Wenn wir vom Zellinnern absehen und nur den in das Lumen des Nebenhodencanals hineinragenden Büschel berücksichtigen, bekommen wir Bilder, wie sie gewöhnlich von den Autoren gegeben werden (z. B. Zimmermann (20), Fig. 108) die Reihe der Veränderungen des eigenthümlichen Besens nähert sich nun ihrem Ende und wir kommen zu den Zuständen, die wir Eingangs kurz berührt und als Endglied der Reihe aufgefasst hatten.

Durch das weitere Auftreiben des Haarbüschels, wird die innere Spitze desselben immer mehr der Oberfläche genähert, der Winkel des unteren Kegels wird immer breiter, die intracellulären Theile des Büschels verschwommen: der Vorgang lässt sich zuweilen ganz stufenweise an einigen benachbarten Zellen verfolgen, wie es z. B. in den Fig. 15, 16, 3g geschehen ist.

Als Abschluss des ganzen Umwandlungsvorganges kommen wir nun zu unserem Anfangsstadium — Fig. 3 — zurück: es sind Zellen mit einem niedrigen, die ganze freie Zelloberfläche einnehmenden Haarbesatz; die einzelnen Haare sind sehr zahlreich, ungemein zart (in der Mehrzahl der Fälle, s. o. S.) und

schwach färbbar; wie schon oben erwähnt, convergiren sie in vielen Fällen an ihrer Basis (Fig. 3 F.), in anderen sehr zahlreichen Fällen taucht dagegen jedes Härchen einzeln, ohne scharfe Grenze in eine homogene helle Substanz hinein: an der Basis des Büschels, gewöhnlich im Centrum der homogenen Substanz sind die Diplosomen gelegen.

Mit dieser kurzen Uebersicht wäre ein allgemeiner Ueberblick über die eigenthümlichen Verhältnisse der Nebenhodenzellen gewonnen.

Im Folgenden will ich versuchen, auf einige Punkte etwas näher einzugehen und ihre Bedeutung möglichst objectiv zu beleuchten.

Die Fasern des Haarbüschels.

Die einzelnen Fasern des Büschels verhalten sich sehr verschieden, je nach dem Stadium des letzteren. In dem Anfangs- (resp. End-) gliede unserer Reihe — spiessartiger Büschel (Fig. 4 und 5) treten die Fasern als dicke, an der Basis und am freien Ende etwas zugespitzte Substanzstreifen; ihre Färbbarkeit in E.-Hämatoxylin ist ausserordentlich stark. Durch ihren ausserordentlich geradlinigen Verlauf, wobei die extra- und die intracelluläre Strecke ohne Umbiegung ineinander übergehen, lässt sich auf ihre relativ steife Natur schliessen; besonders typisch sind in dieser Hinsicht die zahlreichen Fälle, in welchen die Axe des Büschels mit der Längsaxe der Zelle nicht zusammenfällt, so dass der Büschel ganz schief in die Zelle eingepflanzt ist und in derselben schiefen Richtung auch in das Lumen des Canals hineinragt (Fig. 5, 6). Es muss somit dabei die Ursache der schiefen Orientirung des Büschels, welche entweder auf den extra- oder den intracellulären Theil desselben einwirkte, auch für die Richtung des anderen Theiles bestimmend gewesen sein; es folgt daraus, dass die Widerstände, auf welche eine seitliche Verschiebung des Büschels im Zellplasma seitens des letzteren stösst, geringer sind, als die, welche eine eventuelle Einbiegung oder Einknickung des Büschels an der Austrittsstelle desselben aus dem Zellleibe verursachen würde; wir sind daher berechtigt, von einer relativen Steifheit des Büschels in Bezug auf das nachgiebigere Zellplasma zu sprechen.

Auf Tangentialschnitten durch die Zellen lassen sich die einzelnen Elemente deutlich im Querschnitte unterscheiden und auch zählen; es sind meistens nur wenige, etwa 8—10 Fasern. Ihr Querschnitt erscheint gewöhnlich nicht kreisförmig, sondern meistens länglich oder eckig — in vielen Fällen ist jedoch die nähere Beurtheilung des Querschnittes dadurch erschwert, dass die meisten Fasern nicht senkrecht, sondern etwas schief zu einem reinen Querschnitt verlaufen.

Ueber die Beschaffenheit der Haare auf dem nächsten Stadium, in welchem der Büschel mit einem gestielten Besen verglichen wurde, lässt sich nur Weniges zu dem Obengesagten hinzufügen; die Haare nehmen bedeutend an Zahl zu, werden aber auch viel feiner, als die ursprünglichen dicken Stränge. Ich glaube daher, dass wir zur Annahme berechtigt sind, dass die einzelnen Elemente des „Spiesses“ (Fig. 4a und 5a) entweder verklebte, oder noch nicht gesonderte Complexe von feineren Haaren sind. Es ist zu beachten, dass dies freie Ende des Besens meistens aus divergenten, bald mehr gekrümmten, bald ganz geraden Haaren besteht und dass dieselben durch umgebendes Secret nur wenig verklebt werden (Fig. 6a, b). — Hand in Hand mit der Umgestaltung des Basalknopfes zu einer Delle scheint auch die Beschaffenheit der Haare eine gewisse Veränderung zu erleiden. Das Verhalten wird am besten durch die Fig. 10, 12, 13 und 14 veranschaulicht. Die Haare werden viel zarter, nehmen einen mehr geschlängelten oder geschwungenen Verlauf an, färben sich nur sehr blass; ich habe schon vorhin erwähnt gehabt (S. 42), dass der Büschel in seiner Mitte durch Secretanhäufung aufgetrieben wird; es ist nun charakteristisch für die relative Zartheit der Haare in diesen Stadien, dass die Spitzen desselben durch das umgebende Secret oder Theile des Plasmas völlig mit einander verkleben und nicht mehr einzeln zu unterscheiden sind, was einen starken Gegensatz zu den Zuständen der Fig. 6 u. s. w. bietet.

Trotz der Zartheit der Haare besitzt der Büschel, als Ganzes betrachtet, ein bedeutendes Stemmvermögen; beim Herausdrängen aus dem Zellinnern stülpt er in vielen Fällen die Zelloberfläche vor und erhält dadurch einen kegelförmigen Mantelüberzug aus dem Cytoplasma (Fig. 10 und 11).

Es ist eigenthümlich, dass dieser Plasmaüberzug den starren

„Besen“ (Fig. 7, 8, 9) in der Regel fehlt, obwohl man auch in diesen Fällen abgehobene Plasmatheile zu sehen bekommt (Fig. 6a, 7a). Ob es mit der grösseren Stemmkraft und leichterem Einreissen des Plasma in den letzterwähnten Fällen zusammenhängt, kann wohl vermuthet, nicht bewiesen werden.

Je breiter der Büschel wird und je mehr sich seine Basis der Zelloberfläche nähert, desto zarter und unscheinbarer werden die einzelnen Haare desselben; auch in diesen Fällen hilft uns übrigens eine Reihe von Uebergangsstufen (Fig. 7c, 13, 16, 3g, 17) zur Identificirung oder richtiger Ableitung dieser Gebilde von den oben beschriebenen Spiess- und Besenfasern. Es ist ja naheliegend, dass man beim Anblick von zwei extremen Stufen, wie etwa der Fig. 3 und 4, sehr im Zweifel darüber sein kann, ob wir es thatsächlich mit zwei verschiedenen Functionsstadien desselben Gebildes zu thun haben.

Das Endstadium, der Uebergang des Büschels zu einem feinen, dichten, der Zelloberfläche aufsitzenden Haarbesatz gestaltet sich sehr verschieden: in den breiten Zellen lässt sich die Convergenz der Haare zu einem Centrum mit mehr oder weniger Deutlichkeit verfolgen, in den schmalen Zellen lassen sich in der Regel gar keine Differenzirungen an der Basis des Haarbesatzes wahrnehmen. Die Haare tauchen in eine ganz homogene, von dem körnigen Cytoplasma deutlich abstechende Substanzanhäufung ein, in welcher gewöhnlich ein Diplosom gelegen ist.

Der Endknopf des Büschels.

Die zahlreichen Veränderungen, welche der punktförmige Endknopf an der Basis des „Spiesses“ und des „Besens“ durchlaufen muss, um an die Zelloberfläche zu gelangen, wurden schon oben kurz berührt: der wesentliche Punkt derselben besteht in einer Abflachung und Aushöhlung der eigenthümlichen Substanz zu einer Delle oder einem Napf; im Centrum des Napfes bleibt gewöhnlich ein scharfes Endknöpfchen markirt, welches jedoch in vielen Fällen zu fehlen scheint, oder sich jedenfalls der Beobachtung entzieht: ein ganz eigenthümlicher Vorgang ist das Zusammenfliessen der Ränder des Napfes mit den Schlussleisten der Zelloberfläche; man gewinnt dabei den Eindruck,

als ob dadurch eine Stütze für die Basis des Büschels geschaffen wäre — ein Bild, welches uns leider gar keinen Einblick in das Wesen des Vorganges giebt, wie auch überhaupt die Entstehung, Beschaffenheit und physiologische Bedeutung dieses Gebildes für mich völlig räthselhaft bleibt. In den Fällen, in welchen der Napf in Form einer Kugelschale persistirt und nicht bis an die Schlussleisten der Zellen heranreicht, zerfällt die Anfangs homogen erscheinende Substanz des Napfes in einzelne kleine Körnchen, von welchen die einzelnen Haare zu entspringen scheinen — der Befund ist aber zu selten, um eine allgemeinere Bedeutung zu beanspruchen (Fig. 8 d). In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle persistirt die Napfsubstanz an der Basis des oberflächlichen (wurzellosen) Haarbesatzes in der Gestalt zweier runder Körnchen, deren Verbindungsaxe der Zelloberfläche parallel liegt; die beiden Körnchen sind gewöhnlich durch einen hellen Streifen miteinander verbunden, welcher ganz eigenthümlich an die Anfänge einer Centralspindel erinnert (Fig. 3 e).

Häufig genug, obwohl in der Minderzahl der Fälle, werden die beiden discreten Körnchen durch ein deutliches Diplosom ersetzt, dessen Längsaxe mit derjenigen der Zelle zusammenfällt (Fig. 3 b, c).

Ich glaube, dass gar kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die unter so wechselnder Gestalt auftretenden Endgebilde an der Spitze der Büschel als Formveränderungen einer und derselben Substanz angesehen werden dürfen. Ob die besondere Färbbarkeit dieser Substanzanhäufung auf einer chemischen Specificität derselben, oder auf einem, vom umgebenden Cytoplasma abweichenden Aggregatzustande beruht, muss natürlich dahingestellt bleiben.¹⁾ Es ist für die uns hier vorliegende

¹⁾ Es könnte allerdings in vielen Fällen zweifelhaft bleiben, ob die so verschiedenen Gestalten des Endknopfes nicht theilweise auf Zufälle der Färbung, ungenügende Extraction durch die Beize zurückzuführen wären, und ob nicht innerhalb dieses schwarz gefärbten Klumpens das Körnchenpaar — „das Diplosom“ — unverändert vom Stadium Fig. 4 bis zum letzten der Fig. 3 persistirt. In sehr vielen Fällen, wo die Extraction sehr energisch war und der Endknopf die Form eines regelmässigen, sehr dünnen Napfes beibehält, lässt sich eine Ueberfärbung ausschliessen. Denkt man dagegen an eine den Centrialkörpern fremde Substanz, welche dieselben einhüllen und dasselbe färberische Verhalten zeigen soll, so fällt ja das einzige Criterium dieser „Centrialkörper“.

Frage nur von Wichtigkeit, dass an den beiden Enden der Reihe der Gestaltänderungen dieses „Endknopfes“ letzterer die Form eines deutlichen Doppelkörnchens eines Diplosomas annimmt, welches nach der Ansicht der meisten Autoren als ein Centralkörper angesehen werden muss — es wird ja kaum Jemand im Zweifel sein, dass das Doppelkörnchen der Fig. 3b und c das, was man Centralkörper der ruhenden Epithelzellen nennt, auch wirklich ist. Die stufenweise Entstehung des letzteren aus dem Endknopfe des Büschels der vorhergehenden Stadien scheint mir aber durch die beschriebenen Bilder genügend gesichert zu sein, um dieselbe zum Ausgangspunkt von Betrachtungen über die bis jetzt noch problematische Natur des „Diplosoms“ heranzuziehen. Es ergeben sich nämlich bei dieser Annahme ganz eigenthümliche Consequenzen für die Beurtheilung der Natur dieser Gebilde.

Die „Diplosomen“ (der Name rührt von Zimmermann (20), Microcentren (M. Heidenhain) oder Centralkörper wurden nahe der Oberfläche vieler Epithelien im ruhenden Zustande von Zimmermann, Heidenhain u. A. aufgefunden, wobei ihre ganz oberflächliche Lage mehrere Male, u. A. auch von Ballowitz, hervorgehoben und theilweise (Lenhossek) zu recht weitgehenden Speculationen verwerthet wurde.

Soviel ich aus allen diesbezüglichen Schriften entnehmen kann, wurde ihre Identität mit den Centralkörnchen der Centrosomen (Centriolen Boveri's) keinen Augenblick angezweifelt, obwohl ein directer Beweis dafür, ein nachgewiesener genetischer Zusammenhang mit mitotischen Vorgängen nie beobachtet wurde!

Ich habe mich auch vergebens bemüht, in den zahlreichen mir zur Beobachtung gekommenen verschiedenen Mitosestadien in den Cylinder epithelien einen Zusammenhang des Diplosoms mit den Vorgängen im Zellleib aufzufinden. Eine Entstehung einer Centralspindel aus denselben, ein allmähliches Auseinanderweichen der beiden Körnchen wurde bis jetzt meines Wissens von Niemandem beschrieben.

Es mag wohl die Aehnlichkeit des Diplosoms mit den echten, leicht als solche zu erkennenden Centralkörpern für die etwas gewagte Beurtheilung der Natur der fraglichen Gebilde maassgebend gewesen sein.

Wenn wir aber zum Vergleiche die „echten“¹⁾ Centralkörper, etwa aus ruhenden Leucocyten, Salpenepithel (Ballowitz) oder noch besser, aus dem Idiozom der Samenzellen oder der Ovocyten heranziehen, so reducirt sich ja die Aehnlichkeit nur auf eine Gemeinschaft der negativen Merkmale! Es sind in der That in beiden Fällen Gebilde, welche zu dem Einfachsten gehören, was wir in der mikroskopischen Welt zu sehn bekommen: ein paar winzige kleine Körnchen mit oder ohne verbindenden Streifen; um consequent zu sein, mussten wir je auch einen beliebigen Diplococcus für identisch mit dem Diplosom halten — auf die gleiche Färbbarkeit ist je wirklich kein besonders grosser Werth zu legen.

Nun kommt aber aus der Betrachtung der oben beschriebenen Befunde ein neues Moment hinzu, welches mich zum Eingehen auf die viel discutirte Frage veranlasst: ein Diplosom, ein Centralkörper ist laut seiner Definition dadurch thätig, dass er während der Mitose zur Entstehung der achromatischen Figur beiträgt und an den Polen der Spindel sich befindet.

Eine zweite, den Centralkörpern zugeschriebene vorläufig noch etwas problematische Function als „kinetisches Organ“ der ruhenden Zelle, als ein Centrum, von welchem aus die verschiedenen motorischen Impulse dem Zelleibe und den Zellorganen gegeben werden sollen (Zimmermann, Lenhossek (12) ist für unsere Beobachtung — vorläufig katalytischer Natur d. h. das „Microcentrum“ scheint, soweit wir sehen können, unverändert, durch seine blosse Anwesenheit in der betreffenden Zelle oder Zellregion zu wirken; die intimeren Vorgänge bleiben für uns verborgen. Eine einzige, allerdings sehr complicirte Gestaltänderung, abgesehen von den mitotischen Vorgängen, erfährt der Centralkörper nur in der Spermatogenese, wo es sich um Anpassung an ganz eigenthümliche Formverhältnisse handelt.

Nun haben wir aber in den eigenthümlichen Gestaltänderungen des Endknopfes unseres Büschels, welche der Ausbildung eines typischen Diplosoms vorangehen, Vorgänge, die vorläufig so einzelt stehen, deren Bedeutung uns so unverständlich ist, dass eine Inanspruchnahme eines wirklichen „Centralkörpers“ für dieselben eine Erweiterung seiner Functionen nach sich ziehen müsste, welche jeder präzisen Definition seines morphologischen und physiologischen Characters spotten würde!

¹⁾ d. h. solche, deren bekannte Function bei mitotischen Vorgängen thatsächlich nachweisbar ist.

Wir sehen aber in unserem Falle ein, dem Aussehen nach mit einem Diplosom (also einem vermeintlichen Microcentrum) völlig identisches Gebilde am Ursprunge eines eigenartigen, tief in der Zelle steckenden Büschels sitzen, Hand in Hand mit verschiedenen Veränderungen des letzteren, die merkwürdigsten Gestaltänderungen eingehen, einen Kegelmantel bilden, dessen freie Ränder sichtbar zu den Schlussleisten der Zelle streben und mit denselben anscheinend confluiren und schliesslich sich wieder zu seiner ursprünglichen Gestalt, die eines „Diplosoms“ an einer für die sonstigen Cylinderzellen typischen Stelle umzuwandeln.

Suchen wir nach einer Erklärung, welche uns auch in diesen Vorgängen die postulierte kinetische Natur des problematischen Gebildes einigermassen wahrscheinlich machen könnte, so wäre es vielleicht die Annahme, dass dieser Endknopf des Büschels durch seine active Wanderung an die Zelloberfläche den passiven Büschel dorthin befördert, was vielleicht einen gewissen, uns verborgenen Sinn haben könnte. Es ist aber leicht einzusehen, dass diese „kinetische“ Function der präsumptiven Thätigkeit der Centrialkörper, als einem „Centrum“ von räthselhaften, centralen Kräften, etwa einem Magnetpol oder ähnlichem vergleichbar, nicht nur nicht ähnlich, sondern eher diametral entgegengesetzt wäre.

Soviel glaube ich daher auf Grund des Auseinandergesetzten behaupten zu können, dass, wenn wir an die centrosomale Natur des Endknopfes, des Napfes und des daraus entstehenden Diplosoms fest halten, wir daraus eine neue, uns unverständliche und mit der sicher festgestellten schlecht verträgliche Function des Centrosomas oder des Microcentrums ableiten müssen.

Ich halte es daher für das Wahrscheinlichere und Wohlberechtigtere, auf Grund unserer jetzigen Kenntnisse der „Diplosomen“ in **den Epithelien** ihnen die centrosomale Natur abzusprechen und sich nach etwas Anderem für sie umzusehen. Es mag wohl eigenthümlich vorkommen, dass ich speciell von Diplosomen in den Epithelien spreche und dadurch eine Scheidung zwischen ihnen und den von Allen anerkannten Centrialkörpern in zahlreichen anderen Zellenarten durchführen will.

Ich muss daher auf ein vielbesprochenes Thema zurückkommen, welches in ausführlicher Weise in einer im Arch. f. m. A. (S. 211 ff.) erschienenen Arbeit von mir besprochen wurde (6); ich

meine die Flimmerepithelien und ihre Basalkörper: ich glaube dort den Beweis geliefert zu haben, dass die Basalkörper nicht aus einem Centralkörper entstehen und zugleich eine Flimmerzellenart näher beschrieben (Tela choroidea des Salamanders) wo der einzelne Basalkörper einem Diplosom wirklich täuschend ähnlich aussah: ich kam daher in der angeführten Arbeit zu dem Schluss, dass wir in Epithelien auf Bildungen stossen, die in keiner uns zugänglichen Weise von einem Diplosom unterscheidbar sind und doch nachgewiesenermassen nicht centrosomaler Herkunft und Natur sind; folglich sind wir nicht berechtigt den Diplosomen der Epithelien, deren Zusammenhang mit mitotischen Vorgängen nie beobachtet wurde, blos auf ihre Gestalt hin mit echten Centralkörpern zu identificiren.

Wir sehen nun, dass die vorliegende Untersuchung auf einem ganz anderen Wege eine willkommene Bestätigung dieser in der vorhergehenden Arbeit ausgesprochenen Ansicht bringt.

Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass die hier dargebrachten Beweise keinesfalls genügen, um die Frage endgiltig zu lösen, d. h. ein für alle Mal die Diplosomen der Epithelien und einiger anderen Zellarten von den Centrosomen oder Centralkörpern zu trennen. Es genügt mir aber vorläufig, gezeigt zu haben, dass die Gestalt und die Färbbarkeit in diesen Fällen nicht als maassgebend angesehen werden darf, und dass der einzige wirkliche Beweis der centrosomalen Natur der Diplosomen aus der directen Beobachtung ihres Verhaltens in den mitotischen Vorgängen zu erbringen sein wird; es scheint jedoch, dass die Untersuchung dieser Verhältnisse auf Schwierigkeiten stösst, da weder Zimmermann, noch Heidenhain und Lenhossek, welchen wir ja hauptsächlich die Kenntniss dieser Verhältnisse verdanken, uns einen Aufschluss über dieselben geben konnten.

Die Ursache der Umwandlungen der Büschel.

Ueber die Bedeutung und Ursachen der geschilderten Vorgänge sind wir auf mehr oder weniger begründete Vermuthungen angewiesen; etwas sicheres lässt sich natürlich über dieselben nicht aussagen.

Ich glaube aber, das unmittelbar erzeugende Moment der Wanderung des Büschels an die Zelloberfläche in den sich dabei

abspielenden secretorischen Erscheinungen suchen zu müssen. In der Beschaffenheit und der Entleerung des Secrets in meinem Falle können wir zwei Typen unterscheiden; es wird zunächst in ziemlich reichlichen Mengen ein Secret entleert, welches im Lumen des Nebenhodencanals in Form von scharf conturirten Bläschen erscheint; viele Bläschen nehmen keine Farbe an, sind trotz ihrer bedeutenden Grösse ganz durchsichtig, ziemlich schwach lichtbrechend und müssen daher als Residuen kleiner, nicht geronnener Flüssigkeitstropfen angesehen werden; in recht häufigen Fällen treten jedoch innerhalb derselben zahlreiche grössere und kleinere Körnchen auf, welche zuweilen die Bläschen fast vollständig ausfüllen (vergl. Fig. 17); diese Körnchen werden von der Zelle in grösseren Mengen herausgepresst und bleiben gewöhnlich längere Zeit mit der Zelloberfläche durch eine Substanzbrücke in Verbindung¹⁾; es entsteht dabei das so häufige Bild der Fig. 17.

Aehnliche Bilder wurden auch von Meyers-Ward (14) gegeben, es scheint ihm jedoch entgangen zu sein, dass die „ballonförmigen“ Fortsätze lediglich aus grossen, groben Körnern und einer homogenen Flüssigkeit bestehen und somit ein ganz anderes Aussehen und wohl auch eine vom Cytoplasma abweichende Beschaffenheit haben werden, die Bilder können uns daher nicht veranlassen von einer Abschnürung eines Theiles des Plasmas zu sprechen, wie man es leicht bei Betrachtung einer linienförmig conturirten Zeichnung annehmen könnte.

Ich kann nun constatiren, dass das Verhältniss der Secretblasen zum Haarbesatz der Zellen ein sehr festes ist und völlig ausreicht um die verschiedenen Metamorphosen des Haarbüschels zu erklären; die Secretanhäufungen befinden sich stets innerhalb des Haarbüschels, treiben den letzteren beim Anschwellen auf und brechen durch die freie Oberfläche des Büschels in das Lumen des Nebenhodencanals durch (vergl. Fig. 14, 18, 19). Ich muss daher den Befund von Meyers-Ward dahin vervollständigen, dass an der Basis der eigenthümlichen, zapfen- oder ballenförmigen Zellenauswüchse ein zuweilen recht dichter

¹⁾ Auf die speciellen Fragen der Secretbereitung kann ich an dieser Stelle nicht eingehen.

Haarbüschel der Zelloberfläche aufsitzt; die einzelnen Haare werden durch den Secretionsvorgang stark auseinandergedrängt.

Der neuste Untersucher dieser Verhältnisse, A. Aigner (1) hat die zapfen- und ballenförmigen Fortsätze nur bei einigen Säugethieren, nicht beim Menschen gesehen; er konnte ebenfalls keine Haare an der Basis des Zapfens entdecken.

Es lässt sich nicht sagen, ob die Verschiedenheiten in unseren Befunden auf andere Functionsstadien oder auf die angewandte Technik zurückzuführen sind: mir stand leider nur ein menschlicher Nebenhoden zur Verfügung. Ich konnte aber keine Haare auch an der Basis der Zapfen im Nebenhoden des Meerschweinchens nachweisen.

Ausser dem grobkörnigen mit einer nicht gerinnbaren Flüssigkeit untermischtem Secret, welches ich in Fig. 17 dargestellt habe, wird von den meisten übrigen Zellen in grösseren Mengen eine flüssige, bei der Fixirung gerinnende Masse ausgeschieden, welche zuweilen auf Strecken einen grossen Theil des Lumens des Nebenhodencanals ausfüllt.

Ich will es nicht unterlassen zu erwähnen, dass man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit dieses flüssige Secret auch innerhalb der Zelle erkennen kann, obwohl natürlich in diesen Fällen eine gewisse Vorsicht am Platze ist: färbt man nämlich die Schnitte mit E.-Hämatoxylin, so werden in vielen Zellen mehr oder weniger deutliche Anhäufungen einer ganz homogenen, farblos bleibenden Substanz wahrnehmbar, welche stets in der Nähe des Büschels gelegen ist und sehr deutlich von dem grobkörnigen Cytoplasma absticht. Besonders deutlich lässt sich der Unterschied bei Anwendung einer saueren Farbe, z. B. das Rubins hervorheben (Fig. 3 a); im Gegensatz zum ganzen Zelleib, welcher nur einen ganz leichten rosa Anflug erhält, färbt sich die homogene Masse sehr intensiv roth und stimmt darin völlig mit der im Canallumen liegenden, aus den Zellen herausquellenden Flüssigkeit überein. Am regelmässigsten tritt diese Substanzanhäufung im Zelleibe im Schlussstadium der Umwandlungen des Haarbüschels auf (Fig. 3) wo sie eine ganz deutliche Zone an der Basis des Büschels bildet; in der nächsten Nähe oder Centrum derselben steht auch das Diplosom oder das horizontale Körnchenpaar gelegen.

Es ist nun sehr wesentlich für die für uns in Betracht kommenden Fragen, dass die Oeffnung des Büschels die

einzigste Pforte auch für das flüssige (oder vielleicht halbflüssig?) homogene Secret darstellt (vergl. besonders Fig. 3, 13, 7, 8).

Auf allen Stadien des Büschels, von denen der „Spiessé“ und „Besen“ angefangen, sehen wir deutlich einen Secretpfropf aus der Oeffnung des Büschels herausragen und mit den benachbarten verschmelzen; ich möchte dabei, im Gegensatz zu anders lautenden Beschreibungen ausdrücklich betonen, dass die Verschmelzung der benachbarten Pfröpfe sich nur auf die Secretmassen beschränkt, nicht auf die Haarbüschel; die Contur der freien Oeffnung der Büschel schneidet sehr scharf von der homogenen Secretmasse ab.

Wir sehen somit, dass der Haarbüschel der Epididymiszellen stets an der Secretentleerung theilhaftig ist und dass die Umwandlungen, welche der spiessartige, tief in das Zellinnere hineinragende Büschel durchmacht, durch die Anhäufung und endliches Aufbrechen des Zellsecretes erklärt werden können.

Es fragt sich nun, ob wir in der eigenthümlichen Beschaffenheit der Büschel nicht eine besondere Vorrichtung haben, welche durch die eigenthümliche Secretionsweise in den Nebenhodenzellen nöthig wird; in allen Drüsenzellen, in welchen das Secret eine flüssige Beschaffenheit hat, kommt es erst zum Durchbruch, nachdem die Secretmasse durch ihren starken Druck das Plasma und den Zellkern ganz abgeflacht und endlich den Widerstand der Zelloberfläche überwunden hat.

Bei der Secretion der Nebenhodenzellen handelt es sich dagegen um kleine, die Druckverhältnisse in der ganzen Zelle nur wenig beeinflussende Secretmengen. Es lässt sich schwer vorstellen, wie diese Flüssigkeitstropfen den Widerstand der freien Zelloberfläche d. h. der Oberflächenspannung ohne Hilfe des relativ steifen Haarbüschels überwinden könnten; etwas Anderes wäre es ja freilich, wenn es sich um Abschnürungen von Plasmatheilen gehandelt hätte, wie es Meyers-Ward und Aigner angeben. Die Abschnürung, ähnlich der Pseudopodienbildung hat ja als physikalische Voraussetzung eine Abnahme der Oberflächenspannung der Plasmafläche, hängt somit von den inneren Druckverhältnissen der Zelle gar nicht ab.

Ich habe aber vorhin (Fig. 18, 19) nachgewiesen, dass die sich abschnürenden Bläschen aus Flüssigkeit bestehen und Aehnliches gilt in noch grösserem Maasse für den zweiten, von mir beschriebenen Secretionsmodus.

Eine andere Frage ist es freilich, ob diese Büschel auch bei der Secretbereitung betheiligt sind.

Es liegt wohl nahe, dieselben mit den sog. Basalfilamenten oder dem Ergastoplasma von Garnier (5), M. u. P. Bouin (2) u. A. in Zusammenhang zu bringen; ein ähnlicher Versuch wurde auch ja mit den von Hammar in den Nebenhodenzellen des Hundes beschriebenen „cytchromatischen Fasern“ gemacht (Garnier 5 S. 80).

Aehnlich, wie die von verschiedenen Autoren, namentlich zuletzt von M. Heidenhain (8) beschriebenen „Basalfilamente“ zeichnen sich die Büschelfasern durch ihre scharfe Sonderung von Cytoplasma, ihre Dicke, starkes Färbungsvermögen und endlich ihre Beziehungen zur Secretion aus.

Ich vermag aber trotz des besten Willens in den letzt-erwähnten Beziehungen nichts von den etwas unbestimmt und räthselhaft aufgefassten Functionen der Basalfilamente zu ersehen, welche den letzteren den Namen „Ergastoplasma“ und die Zuzählung zum „Protoplasma superieur“ eintragen.

Die „Basalfilamente“ sollen nach der übereinstimmenden Auffassung von M. und P. Bouin, Garnier, Prénant (17), ein Zellorgan darstellen, welchem die Fähigkeit zukommt die Secretkörnchen (oder das Secret im Allgemeinen?) zu bereiten (élaborer en transformant — οργατοπλασμα — Ergastoplasma). So weit mir diese Definition verständlich ist, sind die Filamente somit nicht mit Vorstufen des Secretes zu identificiren, in welche sie einfach allmählich aufgehen, sondern dem letzteren gegenüber eine mehr active Rolle, die eines Organs zum Organproducte spielen.

Wenn ich mich über die Art der Beziehungen zwischen den Büschelfasern der Nebenhodenzellen und dem zwischen ihnen eingeschlossenen Secret aussprechen soll, so kann ich in objectiver Weise nur Folgendes constatiren: je mehr die Secretmenge innerhalb des Büschels zunimmt (was sich aus der Auftreibung des Büschels erschliessen lässt) desto dünner und zarter werden die einzelnen Härchen; diese Veränderung liesse sich aber auf

eine Spaltung der einzelnen Filamente in mehrere dünne Fasern zurückführen (s. v. S. 44).

Eine andere Erscheinung ist die Verkürzung des Büschels, in den Schlussstadien der Umwandlung, welche beim Vergleich der unzähligen Fälle, welche den Fig. 3, 4, 5 u. 6 entsprechen, deutlich genug zu Tage tritt. Es lässt sich daher sehr wohl denken, dass entweder die Spitzen der Haare, oder was das Wahrscheinlichere ist, die Basis derselben in die Secretmasse eingehen, theilweise einschmelzen. Ich habe ja schon vorhin (s. Fig. 3) betont, dass die Haare des wurzellosen Büschels in eine homogene, anscheinend mit dem Secret identische Masse eintauchen.

Es könnte somit in unserem Falle eine partielle Umwandlung von Fasern in eine Secretmasse vorliegen, die uns durchaus nicht berechtigt, von einer „ergastischen“ Function der ersteren zu sprechen.

Ich habe diese kurze Auseinandersetzung für nöthig erachtet, um meinen Standpunkt bei einer eventuellen Inanspruchnahme der Büschelfasern für das „Ergstoplasma“ zu präcisiren.

Es dürfte vielleicht sehr merkwürdig erscheinen, dass sämtliche von mir in dieser Arbeit geschilderten Befunde so stark von Allem abweichen, was uns bis jetzt über die Structurverhältnisse im Epithel des menschlichen Nebenhodens bekannt wurde. Da ich mich auf ein Exemplar des Organes stütze, könnte es den Verdacht erwecken, dass wir es mit pathologischen Vorgängen, wenn nicht gar unerklärlichen Kunstproducten zu thun haben. Ich konnte mich dieses unheimlichen Gefühles ebenfalls nicht erwähnen, und wollte daher die Veröffentlichung der Befunde so lange aufschieben, bis sich Gelegenheit fände auch andere menschliche Nebenhoden zu untersuchen.

Eine dazwischen erschienene Arbeit von Aigner (1) bringt aber u. A. auch eine Abbildung des Epithels eines menschlichen Hodens, welche so genau einige von mir beschriebene Zwischenstufen wiedergiebt, dass ich wohl annehmen darf, dass bei einer genaueren Untersuchung der Verhältnisse, Aigner wohl die ganze oder wenigstens den grössten Theil meiner Reihe aus seinen Präparaten reconstruiren könnte. Es fehlt jede Andeutung von Enknöpfchen, aber auch von Diplosomen, welche ja schon von Zimmermann abgebildet wurden. Es scheint somit dass diese

Verhältnisse für Aigner's Zwecke nur wenig in Betracht kamen und deswegen auch nicht vorher berücksichtigt wurden.

Im Texte beschränkt er sich auf den folgenden Passus: „In Fig. 6 habe ich ein auf die erwähnte Art. (mit E.-Hämatoxylin) gefärbtes Präparat aus dem Nebenhodengange des Menschen abgebildet. Man sieht hier, dass die Haarbüschel, wo sie in ihrer ganzen Länge getroffen sind, in das Zellprotoplasma gleichsam wie ein Pfropf eingesetzt sind.“ (S. 9, von mir gesperrt.)

Die Abbildung von Zimmermann zeigt keine Spur von intracellulärer Fortsetzung des Büschels; die Region, welcher der Schnitt entnommen ist, ist nicht angegeben. Ähnliche Bilder, wo ich fast ausschliesslich wurzellose Büschel im Schnitte sah, stammen in meinen Präparaten aus den Theilen der Cauda, welche nahe der Umbiegung des Vas epididymis in den Vas deferens liegen; entweder hat sich Zimmermann auf diese Region beschränkt, oder einen Nebenhoden in einem anderen physiologischen Zustande gehabt. Ich habe schon in der Einleitung erwähnt, dass mein Material einem jungen kräftigen, anscheinend gesunden Guillotinirten entnommen wurde, und dass in dem Lumen des Nebenhodencanälchens reichliches Sperma vorhanden war.

Die Verschiedenartigkeit der Bilder in den benachbarten Zellen und ihr Wiederkehren in verschiedenen Abschnitten des Körpers und Schwanzes des Organs scheint die Möglichkeit eines Artefactes ebensogut wie die eines pathologischen Vorganges auszuschliessen.

— — — — —

Ich will nun an die letzte der Betrachtung der Befunde sich anknüpfende Frage herantreten: es fragt sich, ob wir es bei den Umwandlungen des Büschels mit einem cyklischen, d. h. in sich wiederkehrenden Prozesse zu thun haben, oder ob die Endstadien der Büschel (Fig. 3, 4) dem Untergange geweihte Bildungen sind, welche dann durch neue, in ähnlicher Weise entstandene ersetzt werden dürften; gegen die letzte Möglichkeit scheint der Umstand zu sprechen, dass ich bei Durchmusterung meiner sehr zahlreichen Präparate keine Zellen ohne irgend ein Stadium eines Haarbesatzes fand, was ja nothwendig der Fall sein müsste, wenn der Vorgang des Zugrundegehens sich that-

sächlich in den Zellen abgespielt hätte. Noch schwerwiegender ist der Umstand, dass auch nie Büschel in der Tiefe der Zelle, ohne Hervorbrechen durch die Zelloberfläche gesehen wurden, was ja bei einer Neuentstehung, etwa aus dem Diplosom, nothwendig wäre. Es ist aber andererseits zu berücksichtigen, dass dieser Process in einem anderen, von unserem Falle abweichenden Functionsstadium des Nebenhodens sich leicht abspielen könnte, so bildet z. B. Henry (10) in Fig. 1, Taf. XIII, Zellen aus der Cauda des Nebenhodens vom Menschen, in welchen keine Spur eines Haarbesatzes zu finden ist, welche sich eben im „Secretionsstadium“ befinden, wobei ein grobkörniges in meinen Zellen nicht sichtbares Secret entleert wird.

Ich kann mir daher über diese Frage kein endgiltiges Urtheil bilden, ebensowenig wie über die Umstände, unter welchen eine eventuelle Neuentstehung des Büschels vor sich gehen müsste und ob dabei dem Diplosom eine Bedeutung zufalle. Eine Untersuchung an der Hand eines grösseren Materials wird wohl mehr Licht in diese Verhältnisse hineinbringen.

Schluss.

Mir scheint das Hauptergebniss der vorliegenden Arbeit in dem Nachweis zu liegen, dass Plasmafäden, welche anscheinend ohne scharfe Grenze aus der freien Zelloberfläche herausragen und welche man auch auf Grund ihrer notorischen Veränderlichkeit leicht für echte **Pseudopodien** einer Epithelzelle halten könnte, in der Wirklichkeit ihre Individualität bis in die Tiefen des Zelleibes beibehalten und ein vom übrigen Cytoplasma völlig differentes Gebilde darstellen. Eine Verallgemeinerung und Uebertragung dieser Befunde auf alle übrigen Epithelien mit ähnlichen Besätzen liegt mir fern, ich glaube jedoch, dass eine Nachuntersuchung der verschiedenen Haarbesätze von diesem Standpunkt aus dringend nöthig wäre; es fragt sich z. B. ob ähnliche Bildungen nicht auch in den von Zimmermann beschriebenen und von Stöhr¹⁾ adoptirten (übrigens schon von R. Heidenhain (9) angenommenen) Pseudopodien des Ileums des Menschen vorliegen.

¹⁾ Lehrbuch, 9. Auflage.

Eine Erweiterung der Frage wäre die, ob Epithelien überhaupt noch befähigt sind Pseudopodien auszusenden, ob nicht vielmehr ihre mehr feste, bestimmte Architectur (wie sie z. B. von M. Heidenhain neuerdings beschrieben wurde (8) nur ein Hinausschieben und Hineinziehen von mehr oder weniger geformten Elementen gestattet?

Abseits davon müsste man die Epithelien stellen, welche an ihrer freien Oberfläche einen hyalinen, für alle unsere färberischen und optischen Hilfsmittel homogenen Saum besitzen (vergl. Heidenhain 8, Fig. 18, Gurwitsch 6, Fig. 10—13), welcher dann sehr wohl als eine nicht architectonisch gebaute Masse zum Aussenden echter Pseudopodien befähigt wäre. Ich habe mich in der That von ähnlichen Verhältnissen an den Darmzellen des Lumbricus überzeugen können (vergl. S. 35).

Die geschilderten Bilder der Nebenhodenzellen führen uns ausserdem eine Mannigfaltigkeit der Veränderungen der Diplosomen vor, welche berechtigte Zweifel über die centrosomale Natur derselben erweckt. Könnte man noch eine Stütze für die Anwendung der Theorie der „dynamischen“ Centren auf die fraglichen Gebilde in der Rolle der Centralkörper bei der Mitose erblicken, so ist gar nicht zu ersehen, wie die von mir geschilderten Functionen der Diplosomen in den Nebenhodenzellen in Zusammenhang mit ihrer Natur der „dynamischen“ Centren zu bringen sind. Zum Nachweis ihrer Identität mit echten Centralkörpern wird zunächst eine directe Bethheiligung derselben bei der Mitose nachzuweisen sein. Sollte derselbe wirklich gelingen, dann müssen wir in die Definition des Centralkörpers eine wesentliche Correctur einfügen, welche dieselbe sehr wenig einheitlich macht. Wir müssten ihnen in der That, ausser ihrer „dynamischen“ Function bei der Mitose, eine mit Gestaltänderungen einhergehende Bethätigung an secretorischen Vorgängen zuschreiben.

Diese nothwendig werdende Heterogenität der Function ist aber eben ein schwerwiegendes Moment gegen die bis jetzt geltende Wahrscheinlichkeitsannahme (denn als solche kann sie ja nur aufgefasst werden), dass die „Diplosomen“ in den Cylinderepithelien und sonstigen zahlreichen Geweben hauptsächlich Centralkörper sind.

Nachtrag.

Zürich, April 1901.

Nach Abschluss des Manuscriptes fand ich in den Verhandlungen der Berliner physiologischen Gesellschaft (veröffentlicht in Engelmann's Archiv am 7. März 1901) einen Vortrag von Benda, welcher ganz ähnliche Bilder im menschlichen Nebenhoden gesehen hat. Es freut mich, dass dadurch das normale Vorkommen der geschilderten Befunde völlig gesichert ist. Benda spricht ganz kurz von „Härchen, welche sich eine kleine Strecke ganz scharf isolirt in die Längsaxe der Zelle verfolgen lassen und dann in einen längsgefaserten Strang übergehen, der bis in die Nähe des Kernes herabreicht. Hier liegt eine grössere Menge scharf begrenzter, wie Basalkörper gefärbter Körnchen, die deutlich zu zweien zusammenliegen, sonst aber ziemlich weit von einander entfernt und unregelmässig verstreut das unterste Ende jenes Axenstranges einnehmen“ (S. 152). Es scheint der intimere Zusammenhang dieser Körnchen mit dem Büschel Benda entgangen zu sein, ebenso auch das extreme Stadium der Reihe — unsere Fig. 3 (a-g).

Warum Benda die Körnchen als mit den Basalkörpern und nicht mit den Centralkörpern identisch gefärbt beschreibt, ist mir unbegreiflich. Es fehlt auch die Angabe, wo die echten Centralkörper in diesen Zellen zu finden sind.

Da ich in der vorliegenden Arbeit auch auf die von mir untersuchte Histogenese der Flimmerzellen zu sprechen kam, möchte ich auch mit einigen Worten auf Benda's Aeusserungen über meine Angaben eingehen. Benda ist zur Zeit seines Vortrages nur meine vorläufige Mittheilung (Anat. Anz., Bd. 17, 1900) — die Beschreibung der Histogenese des Rachenepithels des Salamanders vorgelegen. Er glaubt meinen Einwand gegen die Lenhossek - Henneguy'sche Centralkörperhypothese der Basalkörper „durch eine kleine morphologische Thatsache zu erledigen“. Die Thatsache besteht darin, dass er in dem ausgebildeten Haarbesatz der betreffenden Zellen, welchen noch die Basalkörper fehlen, einfach den Deckel (der älteren Autoren) oder, nach seiner Ansicht, einen Bürstensaum erblickt, in welchen die späteren Basalkörper zu liegen kämen! Von den Flimmerhaaren soll somit auch keine Spur vorhanden sein.

Schematisch dargestellt wäre somit Benda's Behauptung wie folgt (s. Schema, welches von mir herrührt):

Es genügt ein Mal, eine fertige Flimmerzelle im Rachen der Salamander gesehen zu haben, um das Gezwungene, ja fast Unmögliche der Deutung Benda's einzusehen! Wie ich in meiner Mittheilung betonte, stimmt der Haarbesatz b in seiner Höhe, annähernder Anzahl der einzelnen Härchen (die besonders deutlich an den Tangentialschnitten zu sehen sind) ganz genau mit dem fertigen Flimmerbesatz der entsprechenden Zellen. — Dass dagegen die Basalkörper speciell dieser Zellen sehr klein und niedrig sind, in der Höhe etwa $\frac{1}{20}$ des Haares betragen, dürfte jedem Untersucher dieses so gewöhnlichen Objectes bekannt sein. Die Basalkörper können daher unmöglich die ganze Höhe des Saumes b (etwa wie d) einnehmen und denselben gewissermassen verdecken. Da aber ausser den kleinen Basalkörpern und dem Flimmerbesatz an den fertigen Rachenflimmerzellen des Salamanders keine Spur einer Bildung wie b wahrzunehmen ist, kommen wir zu einer folgenden Alternative: entweder wird Schicht b zum echten Flimmerbesatz, oder sie muss spurlos verschwinden — für das letztere ist auch nicht die Spur eines Anhaltes oder auch einer Wahrscheinlichkeit da.

Ich gebe zu, dass der definitive Uebergang des Stäbchen-saumes in den Flimmersaum der Beobachtung bis jetzt entging, habe aber in meiner ausführlichen Publication (b) bereits erwähnt, dass sämtliche Larven meiner Zucht mir eingingen, bevor das Flimmerepithel ganz fertig wurde. Dieser mehr äusserliche Umstand ist aber durchaus nicht dazu angethan, ein derartig wohl ausgebildetes, durch einen ziemlich complicirten Umwandlungsvorgang entstehendes Zellenorgan, wie es der Stäbchenbesatz (b im Schema) ist, als eine dem Untergange geweihte Bildung zu betrachten.

Literaturverzeichniss.

1. Aigner, Sitzungsberichte der Akademie d. Wissenschaften in Wien, 1900.
 2. Bouin, M. und P., Bibliographie anatomique, 1898 u. 1899.
 3. Engelmann, Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXIII, 1880.
 4. Frenzel, Archiv f. mikr. Anat., Bd. 28.
 5. Garnier, Journal d'Anatomie, 1900.
 6. Gurwitsch, A., Archiv f. mikr. Anat., Bd. 57, 1900.
 7. Hammar, Arch. f. Anatomie, 1897, Supplement.
 8. Heidenhain, M., Arch. f. mikr. Anat., Bd. 56, 1900.
 9. Heidenhain, R., Pflüger's Archiv, 1886.
 10. Henry, Archives d'Anatomie microscopique, Bd. 3, 1900.
 11. Lenhossek, v. M., Verhandlungen d. anat. Gesellschaft in Kiel, 1898.
 12. Derselbe, Anat. Anz., 1900.
 13. Meves, F., Festschrift für K. v. Kupffer, 1900.
 14. Meyers-Word, Journal of Anatomy 1893.
 15. Nicolas, A., Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, 1891.
 16. Prénant, A., Bibliographie anatomique, 1899.
 17. Derselbe, Journal d'Anatomie, 1898.
 18. Sauer, Archiv f. mikr. Anat., 1895.
 19. Tornier, Archiv f. mikr. Anat., 1886.
 20. Zimmermann, Archiv f. mikr. Anat., Bd. 52. 1898.
-

Erklärung der Tafel III.

Sämmtliche Figuren aus dem Corpus und Cauda Epididymis eines 25jährigen Guillotinierten. Fixirung in Zenker's Flüssigkeit. Färbung in Eisenhämatoxylin mit und ohne Nachfärbung mit Rubin.

Fig. 1 u. 2. Zeiss Apochromat, 16 mm, CO. 4.

Fig. 10. Seibert Apochromat 2 mm Immersion C. Oc. 8, die übrigen Fig. Apochr. 2 mm, Co. Oc. 12.

Fig. 1. Querschnitt durch den Canalis Epididymis aus der mittleren Partie des Corpus.

Fig. 2. Querschnitt durch den Canalis Epididymis in der Nähe der Cauda.

Fig. 3, a-g. Zellen aus den Endstadien der Reihe. Die homogene Substanz an der Basis des Büschels in den Zellen a-f sichtbar. Zelle 3g — der Büschel ragt noch ein wenig in das Zellinnere hinein — Uebergangsstadium.

Fig. 4, a u. b. Stadium des „Spiesses“.

- Fig. 5, a u. b. Uebergänge zum Stadium des „Besens“ Secretklumpen aus der Spitze des Büschels in verschiedener Gestalt. Fig. 6 b, und 7 a und c — ein sehr häufiger Befund — eine helle Zone an der Basis des Büschels zwischen den beiden Körnchen des Endknöpfchens.
- Fig. 6 a, b, c u. Fig. 7 a, b, c. Stadium des „Besens“.
- Fig. 8, a, b, c, d. Verschiedene Stadien der Ausbildung des „Napfes“. In Fig. 8 d — der Napf in einzelne Körnchen zerfallen.
- Fig. 9. Form des „Napfes“ mit einer deutlichen Centralanschwellung und freien Rändern. Ein kleines accessorisches Büschelchen.
- Fig. 10. Auftreibung der Haarbüschel durch Secret. Kleiner napfförmiger Endknopf des Büschels.
- Fig. 11. Verschmelzung der Napfränder mit den Schlussleisten.
- Fig. 12. Aehnlich Fig. 9.
- Fig. 13. Grosser flacher „Napf“ mit freien Rändern — der Büschel ist abgestumpft.
- Fig. 14. Büschel aus sehr zarten Haaren, welche durch Secretanhäufung bis an die Schlussleisten auseinandergedrängt werden.
- Fig. 15 u. 16. Uebergangsstadien aus der „Napfform“ zum Endstadium, Fig. 3.
- Fig. 17. Erster Typus der Secretion. — Abschnürung einer grossen gestielten Blase mit einer Nebenblase. Körniger Inhalt der ersteren.
- Fig. 18. Aufbrechen eines Büschels durch eine ganz helle, schwach conturirte grosse Secretblase.
- Fig. 19. Aehnliches Verhalten. — Ausserordentlich mächtiger, dickhaariger Büschel. An der Basis 3 Körnchen.

Anatom. Institut der böhmischen Universität in Prag, Prof. Janošík.

Beiträge zur Entwicklung des Pankreas bei den Amnioten.¹⁾

Von

Dr. **Völker**, Assistent.

Mit 21 Textfiguren.

Obwohl in den letzten Jahren viele Arbeiten über die Pankreasentwicklung erschienen sind, so ist doch diese Frage noch nicht genug aufgeklärt worden, indem noch verschiedene Controversen bestehen. So unternahm ich das Studium derselben und führe hier kurz die Ergebnisse an.

¹⁾ Vergleiche auch: Rozpravy české akad. v Praze, 1901 (Bulletin international de l'academie etc. Prague 1901).