

Aus der Dermatologischen Universitätsklinik in Breslau.

(Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Neisser)

Histologische Beiträge zur Sekretion der Bürzeldrüse.

Von

Margarete Stern.

Hierzu Tafel XVIII.

Die einzige Hautdrüse der Vögel, die Bürzeldrüse (*glandula uropygii*), zeigt sowohl anatomisch als auch physiologisch grosse Ähnlichkeit mit den menschlichen Talgdrüsen; nach Kossman¹⁾ und Plato²⁾ verhält sie sich auch entwicklungsgeschichtlich wie die Talgdrüsen der Säugetiere. Sie ist ein paariges Organ und liegt über den letzten Kaudalwirbeln. Ihre beiden länglich eiförmigen Hälften (Fig. 1) sind im Unterhautfettgewebe eingebettet und nur die von einem Federnkranz umstellten Ausführungsgänge sind sichtbar. Diese drückt der Vogel mit seinem Schnabel aus, um sich die Federn mit dem Sekret einzufetten.

Auf Anregung von Herrn Geheimrat Neisser hat schon vor vier Jahren Plato unter Mitwirkung von Röhm ann Untersuchungen über die Frage begonnen, ob das Sekret der Talgdrüsen, wie man bis dahin annahm, durch eine fettige Metamorphose der Drüsenzellen entstände, oder ob es aus den Nahrungs- resp. Fettdepots stammte. Da es nicht möglich ist, die menschlichen Talgdrüsen für derartige experimentelle und chemische Untersuchungen zu verwerten, wurden die Versuche an den Talgdrüsen der Vögel, den Bürzeldrüsen, gemacht. Nach Platos experimentellen Untersuchungen enthält das Bürzeldrüsensekret von Gänsen, die mehrere Wochen mit Sesamöl gefüttert worden waren, Sesamöl und somit war der Beweis geliefert, dass Nahrungsfett in das Sekret der Bürzeldrüse übergeht. Die chemischen Untersuchungen

¹⁾ Über die Talgdrüsen der Vögel. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 21, 1871.

²⁾ Untersuchungen über die Fettsekretion der Haut. Verhandlungen d. Deutsch. Dermatol. Gesellschaft, Breslau 1901.

hat Röhmann nach Platos Tode allein fortgeführt und publiziert¹⁾. Es war bei den Platoschen Untersuchungen von Anfang an beabsichtigt, die Frage der Sekretbildung nicht allein experimentell und chemisch, sondern auch histologisch zu untersuchen. Kann man den Prozess der Sekretbildung mikroskopisch verfolgen? Nach dem Tode Platos wurde mir die Fortsetzung seiner Untersuchungen übergeben. Ich habe dieselben an den Bürzeldrüsen der Enten vorgenommen und die Bürzeldrüsen der Gänse nur soweit untersucht, um konstatieren zu können, dass die mikroskopischen Befunde bei Gans und Ente dieselben sind.

Der Bau der Bürzeldrüse.

Der Bau ist der einer tubulösen Drüse. Die beiden Hälften sind von einem bindegewebigen Sack umgeben; von diesem aus führen die Tubuli, nach der Mitte der Drüse zu konvergierend, in einen zentralen Hohlraum (Fig. 4a), der nach der Spitze der Drüse hin in einen Ausführungsgang übergeht (Fig. 1 u. Fig. 4a). Das in dem einzelnen Tubulus gebildete Sekret ergiesst sich in den zentral gelegenen Hohlraum. Der Tubulus wird gebildet aus mehrschichtigem Epithel, das an der Peripherie stets Kernteilungen aufweist. Im Zentrum zerfallen Zellen und Kerne (Fig. 3) und ihre Trümmer füllen neben dem Sekret das Lumen der Tubuli aus. Stellenweise findet man im Epithel drei- auch vierkernige Zellen (Fig. 3v), was vielleicht als ein Zeichen beginnender Degeneration aufzufassen ist. Zwischen den Tubuli ist wenig Bindegewebe, in dem die Blutgefässe verlaufen.

Zerschneidet man eine Bürzeldrüse²⁾ median quer oder längs, so erkennt man schon makroskopisch drei Zonen: Zone I, die äussere, schmutzig gelbweiss, durchscheinend, Zone II, die mittlere, porzellanfarben, Zone III, die zentrale, chromgelb. Noch viel deutlicher treten die Unterschiede hervor an Gefrierschnitten, die 24 Stunden in einem Gemisch von alkalischem Scharlachrot³⁾ und 1% Osmiumsäure gelegen haben. Hier unter-

¹⁾ F. Röhmann. Über das Sekret der Bürzeldrüsen. Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Bd. V, 1904.

²⁾ Am geeignetsten ist für diese Untersuchung Material, das einige Tage in Formalin fixiert ist.

³⁾ G. Herxheimer. Über Fettfarbstoffe. Deutsche medizin. Wochenschrift 1901, No. 36.

scheidet man mit blossen Auge die rotgefärbte Zone I von der schwarzen Zone II und der roten Zone III (Fig. 4a u. b). Entnimmt man die Querschnitte verschiedenen Höhen der Bürzeldrüse, so erhält man folgende Bilder: ein Schnitt aus dem untersten Teil der Drüse (bei a in Fig. 4a), der nur Zone I berührt, ist nur rot; ein Schnitt aus der Gegend b in Fig. 4a, der Zone I und II durchschneidet, hat eine rote Peripherie und ein schwarzes Zentrum; ein Querschnitt, dem zweiten Drittel der Bürzeldrüse entnommen (c. in Fig. 4a), zeigt eine rote Peripherie, einen schwarzen Ring und ein rotes Zentrum (Fig. 4b). Er hat alle drei Zonen getroffen. Betrachtet man jetzt die Querschnitte mit der Lupe, so erkennt man, dass sie aus Tubulis bestehen, die quer, längs oder schräg getroffen sind, was durch den gebogenen Verlauf der Tubuli begründet wird (Fig. 2). Die Farbenunterschiede der drei Zonen der Drüse rühren davon her, dass man die einzelnen Tubuli in den verschiedenen Höhen, in denen sie ein verschiedenes färberisches Verhalten zeigen, getroffen hat. Durch Kombination der Quer-, Längs- und Schrägschnitte ergibt sich für den median längs getroffenen Tubulus ein Bild, das der Fig. 5a entspricht und welches zeigt, dass die drei Zonen des einzelnen Tubulus mit den drei Zonen der ganzen Drüse übereinstimmen. Das unterste Drittel von jedem Tubulus (Fig. 5a, 1) bildet die rote Zone I der Drüse (Fig. 4a, 1). Der in Fig. 3b eingezeichnete schwarze Strich stellt das Sekret dar, das in Fig. 4a, bei natürlicher Grösse, nicht zu sehen ist. Dem mittleren Teil (Fig. 5a, 2) entspricht die schwarze Zone II in Fig. 4a, 2 und dem obersten Drittel des Tubulus (Fig. 5a, 3) entspricht die Zone III in Fig. 4a, 3. Stellt man sich eine Anzahl der eben beschriebenen Tubuli vor, nach der Mitte zu konvergierend angeordnet (Fig. 4a), und legt einen Querschnitt hindurch, so erhält man ein Bild, das bei 18facher Vergrösserung und Osmium-Scharlachrotfärbung der Fig. 2 entspricht. Auf eine nähere Beschreibung der Formen der einzelnen Zonen im Tubulus werde ich erst später zurückkommen.

Mikroskopische Untersuchung der drei Zonen.

Näheren Aufschluss über das verschiedene Verhalten der Zonen gibt das mikroskopische Bild bei Öl-Immersion.

Zone I. Bei Behandlung mit Alkohol-Xylol und Hämatoxylinfärbung sieht man, dass die, den Tubulus bildenden Zellen ausgesprochen wabige Protoplasmastruktur zeigen (Fig. 3). Die periphersten Zellreihen der Tubuli unterscheiden sich bei den meisten Färbungen von den übrigen Zellen durch dunklere Färbung. Die Kerne sind bläschenförmig und chromatinarm. Während an der Peripherie der Tubuli neue Zellen entstehen, degenerieren sie im Zentrum; indessen ist der Zerfall der Zellen in Zone I noch relativ gering (Fig. 3). — Bei einer Färbung mit alkalischem Scharlachrot erkennt man, dass in den Waben des Protoplasmas, die selbst nicht gefärbt werden, rote Körnchen liegen. Sie sind zuerst von Plato an ungefärbten Schnitten gesehen und als „fettähnlich“ und „stark lichtbrechend“ beschrieben worden. Plato nannte sie „lipophore Körnchen“, weil er annahm, dass sie präformiert seien und dass an ihnen die Fettreaktionen zuerst aufträten, also dass sie gewissermaßen das Fett trügen. Dem ist aber nicht so, wir müssen in den lipophoren Körnchen bereits die fertigen Sekrettröpfchen sehen und ich werde deshalb auch in der weiteren Ausführung dieselben mit „Sekrettröpfchen“ bezeichnen. An Gefrierschnitten, die mit Scharlachrot behandelt sind, erkennt man deutlich (Fig. 8), dass die Sekrettröpfchen von der Peripherie des Tubulus aus nach dem Zentrum hin um das drei bis vierfache ihrer Grösse zunehmen. Mit dieser Tatsache stimmt völlig überein der Befund an Alkohol-Präparaten (Fig. 3), in denen die Sekrettröpfchen gelöst sind und nur noch ihren Ausdruck in den wolverhaltenen, regelmässigen Waben der Zellen finden. Auch hier kann man verfolgen, wie die Waben der peripherischen Zellen klein und zartmaschig sind im Vergleich zu denen in der Mitte des Tubulus (Fig. 3). Das im Lumen der Tubuli enthaltene Sekret färbt sich nicht mit Hämatoxylin, dagegen wird es bei Scharlachrotbehandlung hellrot.

In Gefrierschnitten, die 24 Stunden lang mit Osmium und Scharlachrot gleichzeitig gefärbt wurden (cf. Technik), findet man in den äusseren Zellreihen jedes Tubulus noch eine zweite Art Körnchen. Sie sind von oben gesehen scheibenförmig, von der Seite stäbchenförmig, zeigen Braun- bis Schwarzfärbung und liegen in Gruppen, meist besonders dicht an einer Seite des Zellkerns neben und zwischen den roten Sekrettröpfchen (Fig. 9).

Ihre Grösse ist etwa die der kleinsten Sekrettröpfchen, von denen sie sich durch ihre Gestalt und Färbung unterscheiden. Nach dem Lumen des Tubulus zu werden die sich dunkel färbenden Körnchen, die ich „lipoiden Körnchen“ nennen möchte, spärlicher, doch kann man sie vereinzelt oder zu zweien und dreien, meist in den Wabenecken des Protoplasmas liegend, bis ins Sekret und noch in demselben verfolgen (Fig. 9). Die „lipoiden Körnchen“ sieht man ebenso wie die „Sekrettröpfchen“ an ungefärbten Gefrierschnitten, da sie ziemlich stark lichtbrechend sind. Ihre Empfindlichkeit gegen Alkohol, Xylol etc. ist geringer als die der Sekrettröpfchen. Sie sind in Gefrierschnitten, die tagelang in verdünntem Alkohol gelegen haben, sehr klar und scharf konturiert mit Safranin darzustellen (cf. Technik). Protoplasma und Kerne sind dann fast ungefärbt, nur die lipoiden Körnchen sind rot gefärbt; sie erscheinen bei Safraninfärbung kleiner und rundlicher als bei Osmium-Scharlachrotbehandlung, was sich vielleicht auf die sehr lange Alkoholeinwirkung zurückführen lässt. Eine andere, sehr geeignete Methode, die lipoiden Körnchen schwarz darzustellen, ist die von Bielschowsky¹⁾ für die nervösen Zentralorgane angegebene Siberimprägnation, die ebenso wie die Osmiumschwärzung auf Reduktionsvorgängen beruht. — Die lipoiden Körnchen sind für Zone I charakteristisch, denn während man die roten Sekrettröpfchen, wenn auch in etwas anderer Form, in Zone II wieder findet, hören die lipoiden Körnchen hart an dem Übergang beider Zonen auf. — Bei Osmium-Scharlachrotbehandlung zeigt das im Lumen befindliche Sekret mit Ausnahme weniger Stellen, die rot werden, nur Schwarzfärbung (Fig. 9).

Zone II. Man findet in den Zellen der Tubuli mindestens ebensoviele Mitosen, wie in der ersten Zone. Der Zerfall der Zellen beginnt früher, d. h. die Wand der Tubuli besteht aus einer geringeren Anzahl intakter Zellreihen, das Lumen der Schläuche ist daher grösser, die in ihm liegende Sekretmasse reichlicher. An Präparaten, die mit Alkohol behandelt und mit Hämatoxylin gefärbt worden sind (Fig. 3, Zone II), fällt sofort auf, dass die Zellen weit protoplasmareicher als in Zone I. sind. Statt der dort vorhandenen zarten, regelmässigen Waben des

¹⁾ Neurologisches Zentralblatt, 1903, No. 21.

Protoplasmas, finden wir hier dichtere, breitere, oft unregelmässige Maschen. In ihnen liegen zuweilen die Sekrettröpfchen (Fig. 3), die sich in Zone I niemals resistent gegen Alkohol und Xylol gezeigt haben und färben sich mit Hämatoxylin hellblau. Ob sie von der Peripherie nach dem Zentrum zu an Grösse zunehmen, konnte ich an Alkoholpräparaten nicht entscheiden. Dagegen ist an Gefrierschnitten, die mit Scharlachrot gefärbt sind, ein Wachsen der Sekrettröpfchen nach Innen unschwer festzustellen. Der Kontrast zwischen den grössten und kleinsten der Tröpfchen ist indessen kein so bedeutender als in Zone I, was daran liegt, dass dieselben in den peripheren Reihen der Tubuli, also dort, wo sie in Zone I am kleinsten sind, ganz fehlen. Die einzelnen Sekrettröpfchen liegen in Zone II weiter auseinander, eine Tatsache, die ihre Erklärung in den breiteren, hier ungefärbten Protoplasmmaschen findet, in denen sie eingebettet liegen. Ihre Färbung bei Scharlachrot ist nicht leuchtend rot, wie in Zone I, sondern rosa, nur ein Ring von Zellen, die das Lumen des Tubulus umgeben, und auf die ich noch später zurückkommen werde, besitzt noch das intensive Rot der ersten Zone.

In Gefrierschnitten, die mit Osmium-Scharlachrot behandelt wurden, färben sich die Sekrettröpfchen schwarz (Fig. 6). Allerdings findet man meist rot oder rotbraun gefärbte Tröpfchen, oft mit schwarzem Kontur unter ihnen, sodass der Gedanke an eine osmierte Hülle der sonst roten Sekrettröpfchen naheliegt. Während also die osmierbare Substanz in Zone I in Körnchenform (lipoide Körnchen) vorhanden ist, sehen wir hier eine solche mehr diffus die Körnchen einhüllen.

In **Zone III**, die ganz allmählich aus Zone II hervorgeht, (Fig. 2, Ub. 2) zerfallen die Zellen immer schneller, das Lumen der Tubuli wird zunehmend grösser, das Sekret reichlicher, und zwar alles in dem Maße, in dem sich der Tubulus dem zentralen Hohlraum der Drüse nähert. In der Nähe der Einmündung in diesen ist die Epithelwand der Tubuli auf zwei bis drei Lagen abgeplatteter Zellen reduziert. Das intertubuläre Bindegewebe dagegen, das sich schon in der zweiten Zone verbreiterte, hat jetzt beträchtlich zugenommen und unterstützt die dünn gewordenen Wände der Tubuli, die vom Sekret ausgefüllt sind (Fig. 2b).

Nachdem wir die drei Zonen einzeln betrachtet haben, muss ich noch einmal auf den schematischen Tubulus-Längsschnitt (Fig. 5a) zurückkommen. Aus Fig. 5a geht hervor, dass Zone I nicht gradlinig, sondern trichterförmig in Zone II übergeht. Querschnitte, aus den verschiedenen Höhen des Tubulus entnommen, müssten also das Aussehen der Figuren 1 u. 2 (Fig. 5b) haben. Vergleichen wir nun diese Bilder, die durch Kombination von Quer- und Längsschnitten entstanden sind, mit der nach dem Präparat angefertigten mikroskopischen Zeichnung (Fig. 2). In Fig. 2 sehen wir alle längs oder quer getroffenen Tubuli der Zone I rot, mit Ausnahme des im Zentrum liegenden schwarzen Sekrets. Genau dieser Färbung entspricht der schematische Querschnitt 1 in Fig. 5b. — In Zone II, die für das unbewaffnete Auge schwarz gefärbt erschien, erkennen wir an der Übergangsstelle von Zone I zu Zone II (Fig. 2, Üb. 1) Tubuli im Schrägschnitt, die teils rot, teils schwarz sind. Etwas näher zum Zentrum der Drüse sehen wir quergetroffene Tubuli, die in der Peripherie Schwarzfärbung zeigen aber um das zentrale schwarze Sekret herum einen roten Ring (Fig. 2q) haben. Diesem Tubulus entspricht der schematische Querschnitt 2 in Fig. 5b. Bei starker Vergrößerung eines solchen schwarz-roten Tubulus (Fig. 6) erkennt man, dass der rote Ring nichts anderes ist, als die roten Sekrettröpfchen, d. h. die Zone I, die hier noch erhalten ist, resp. in Zone II hineinreicht. An Alkohol-Schnitten, die gewissermaßen als das Negativ der Scharlachrot-Präparate anzusehen sind, können wir dementsprechend konstatieren, dass der schräg getroffene, halb zu Zone I, halb zu Zone II gehörende Tubulus (Fig. 3) im Zentrum noch überall, auch in der zweiten Zone die wabige Protoplasmastruktur zeigt. — Unaufgeklärt bleiben die Beziehungen von Zone I zu II. Woher stammt die auffallende Verschiedenheit der Zellen beider Zonen? Fütterungsversuche mit verschiedenen Fetten (Palmin, Olein) haben bisher keinerlei Resultate ergeben. Möglicherweise sind die beiden Zonen funktionell verschiedene Teile der Drüse.

Die Fettkörnchen.

Während die lipoiden Körnchen nur charakteristisch für die erste Zone, die Sekrettröpfchen für die erste und zweite Zone sind, findet man eine dritte Sorte Körnchen

in allen Zonen, allen Zellen, im Sekret und im intertubulären Bindegewebe (Fig. 7). In dem letzteren sieht man die runden Körnchen häufig reihenweise angeordnet, sodass man an ihre Beziehungen zu Gefässen denken muss. In den Zellen der Tubuli finden wir die Körnchen, die bei Öl-Immersion noch staubfein erscheinen, stets im Protoplasmanetz (Fig. 7), an der Peripherie der Tubuli auch stellenweise dichter in Gruppen liegend. Sie sind in Gefrierschnitten zu finden, die 9—16 Tage lang in einer 1% Osmium- oder einer 1% Osmium-Alaunlösung (nach Unna¹⁾) gelegen haben.

Das Sekret.

Im Zentrum der Tubuli liegt das Sekret, das auf seinem Wege von der Peripherie der Drüse nach dem Hauptausführungsgang sich färberisch äusserst verschieden verhält.

In Zone I und II besteht das Sekret bei Osmium-Scharlachrotfärbung (Fig. 2) aus einer schwarzbraunen, körnigen Masse, der nur ganz wenige homogen erscheinende rote Bestandteile beigemengt sind. Je mehr sich aber der Tubulus dem zentralen Drüsenraum nähert, desto heller wird das Sekret; es macht alle Farbenübergänge von schwarzbraun über rotbraun bis rot durch (Fig. 2, Üb. 2) und weist im letzten Teile des Tubulus (Zone III) eine einheitliche intensive Rotfärbung auf (Fig. 2 u. Fig. 5a). Ähnliche färberische Verschiedenheiten des Sekrets zeigen die nach B i e l s c h o w s k y behandelten Präparate. Die Zonen I und II führen auch hier schwarzbraunes Sekret, dann aber färbt es sich nacheinander, sich dem Zentrum nähernd, terrakotta, orange und graugelb. Letzteres ist die einheitliche Färbung des Sekrets von Zone III.

Beziehungen der histologischen Befunde zum Sekret.

Der erste, welcher das Sekret der Bürzeldrüsen chemisch untersuchte, war de Jonge,²⁾ er glaubte in ihm Cethylalkohol

¹⁾ Monatsh. f. prakt. Dermat., B. 26, 1898.

²⁾ Über das Sekret der Talgdrüsen der Vögel im Verhältnis zu den fetthaltigen Haut-Sekreten der Säugetiere, insbesondere der Milch. Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 3.

gefunden zu haben. Nach den eingehenden chemischen Untersuchungen Röhmanns besteht Sekret nur zum kleinsten Teil aus Fett (Triglyceride der Fettsäuren), in seiner Hauptmenge aber nicht aus den Fettsäureestern des Cethyl- sondern des Octadecylalkohols und einem bisher nicht näher untersuchten Bestandteil, einem in Chloroform löslichen Körper. Das Sekret enthält also spezifische Produkte, die nur in der Drüse entstanden sein können. Plato hat bewiesen, dass Nahrungsfett in das Sekret der Bürzeldrüse übergeht. Auf Grund dieses Befundes, sowie aus den nahen chemischen Beziehungen, welche zwischen den spezifischen Bestandteilen des Bürzeldrüsensekrets und den Fetten bestehen, schlossen Röhmann und Plato, dass Nahrungsfett das Material für die Sekretbildung liefert. Zu Gunsten dieser Anschauung spricht auch der histologische Befund. Die Zuführung des Fettes zur Drüse geschieht durch den Blutstrom. Nach den Injektionsversuchen Kossmanns ist jeder Tubulus von einem dichten Kapillarnetz umspinnen; von diesem aus gelangen die feinsten Fettkörnchen (Fig. 7), die mir als das Nahrungsfett erscheinen, in die Drüse. Wir finden sie hier in den Zellen und um dieselben. Ein Teil geht unverändert ins Sekret über, in dem er noch mikroskopisch nachweisbar ist. Bei der chemischen Untersuchung findet man ihn als Fett im Sekret wieder. Aus dem anderen Teil des Nahrungsfettes und zwar, der chemischen Untersuchung nach der Hauptmenge desselben, bilden sich zunächst die lipoiden Körnchen, die dann sekundär die Sekrettröpfchen, die Hauptmasse des Sekrets erzeugen. Dass die lipoiden Körnchen primär entstehen und erst aus ihnen Sekrettröpfchen werden und nicht umgekehrt, schliesse ich aus dem Umstande, dass die Sekrettröpfchen ihre volle Grösse erst gegen das Zentrum des Tubulus hin erreichen, und dass sie in der Peripherie desselben nicht grösser als die lipoiden Körnchen sind. Die letzteren dagegen wachsen nicht nach dem Zentrum des Tubulus zu, sondern erscheinen in dem Maße spärlicher als die Sekrettröpfchen wachsen.

Die Löslichkeit der Sekrettröpfchen entspricht dem chemischen Verhalten der Octadecylester. In Gefrierschnitten bleiben sie erhalten, sie sind unlöslich in Wasser. Dagegen lösen sie sich — wie die echten Fette — in Alkohol,

Äther, Chloroform, Xylol etc. und verschwinden daher bei der Einbettung in Paraffin. Sie lassen sich nicht osmieren; wir müssen hieraus schliessen, dass sie aus Palmitinsäure- und Stearinsäureestern des Octadecylalkohols bestehen und dass in ihnen die entsprechenden Ester der Ölsäure entweder ganz fehlen oder zurücktreten. Die ersteren sind nicht osmierbar, die letzteren müssten sich mit Osmium schwärzen. — Wo wir in dem Sekret der Tubuli von Zone I und II Schwarzfärbung neben Rotfärbung finden, ist sie bedingt durch die Reduktionswirkung des unverarbeiteten Fettes, auch durch die der eiweisartigen Substanzen und anderer Sekretbestandteile. Man findet deshalb auch in Gefrierschnitten, die 24 Stunden oder länger in 1% Osmium gelegen haben, das Sekret in allen drei Zonen schwarz gefärbt. Auffallend bleibt es, dass bei Behandlung mit Osmium-Scharlachrot (Fig. 2) Zone III nur Rotfärbung zeigt.

Die chemische Betrachtung zeigt uns, dass an der Umbildung des Fettes zum Sekret verschiedene chemische Prozesse beteiligt sind. Die Ölsäure wird nach der Annahme Röhmans zum Octadecylalkohol reduziert. Die Bildung der Ester ist ein synthetischer Prozess, durch Oxydation entstehen aus höheren Fettsäuren solche mit geringerem Kohlenstoffgehalt.

Diese Vorgänge müssen unter Beteiligung des Protoplasmas erfolgen. Auf eine solche weist vielleicht das mikrochemische Verhalten der lipoiden Körnchen: ihre Osmierbarkeit zeigt uns, dass sie aus fettähnlichen Substanzen bestehen, ihre Färbbarkeit mit Safranin nach Alkoholeinwirkung lässt die Vermutung zu, dass sie zum Teil aus Eiweisssubstanzen zusammengesetzt sind. Die peripheren Zellschichten der Tubuli haben ferner bei den meisten Färbungen, einschliesslich Osmierung (gelbgrün) einen dunkleren Farbenton als die nach innen liegenden Zellreihen. Das beruht vielleicht nur darauf, dass die Zellen das Fett, bevor es in das Sekret umgewandelt wird, bzw. bevor sich die lipoiden Körnchen bilden, in ausserordentlich fein verteiltem Zustande enthalten.

Aus der chemischen und histologischen Untersuchung geht also in Übereinstimmung hervor, dass es sich bei der Sekretbildung in der Bürzeldrüse um einen echten Sekretionsvorgang und nicht um eine

Zelldegeneration handelt. Wir sehen zwar, dass die Zellen in der Peripherie stets neu gebildet werden und im Zentrum zu Grunde gehen, aber die Sekretbildung beruht nicht auf der Zelldegeneration. Die Bürzeldrüse bildet ein charakteristisches Sekret aus Fett, welches ihr von aussen her zugeführt wird, der Zerfall der Zellen erfolgt erst, nachdem sich das Sekret in ihnen angehäuft hat.

Wenn in der vorstehenden Arbeit von „fettiger Metamorphose“ gesprochen wird, so ist das im Virchow'schen Sinne (cf. Cellularpathologie) gemeint und gleichbedeutend mit „fettiger Degeneration“. Es kann darum in solchen Fällen ohne weiteres statt „fettiger Degeneration“ auch „fettige Metamorphose“ gesetzt werden. An eine „fettige Degeneration“ dachte noch Heidenhain (Hermanns Handbuch der Physiologie, Bd. V, p. 407) als er schrieb: „von einer eigentlichen Absonderung in den Talgdrüsen ist nicht die Rede: Wucherung des Epithels und fortschreitende Verfettung der Zellen ist das Wesentliche des Vorgangs.“

Zur Annahme einer Verfettung gibt die histologische Untersuchung der Bürzeldrüsen keine Veranlassung, ganz abgesehen davon, dass nach dem heutigen Stand der physiologischen Chemie eine Fettbildung aus Protoplasma (Eiweiss) nicht sicher angenommen werden kann. Letzteres ist auch der Grund, weshalb die Frage der Bildung des Fettes aus Protoplasma in der Arbeit nicht erörtert worden ist. Die histologische Untersuchung der Bürzeldrüse zeigt, dass das wabige Protoplasma von der Peripherie der Tubuli bis ins Zentrum derselben, also auch dort, wo die Zellen zerfallen, keine Unterschiede im tinktoriellen Verhalten zeigt. Deswegen war kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass auch nur ein Teil des Sekrets aus umgewandelten (metamorphosiertem) Protoplasma abzuleiten ist. — Im Zentrum der Tubuli gehen die Zellen, wie in der Arbeit ausgeführt wurde, zu Grunde. Wenn in diesem Zusammenhange von „Zelldegeneration“ die Rede ist, könnte statt dessen „Zellzerfall“ gesetzt werden, um eine Unklarheit zu vermeiden, die durch Anwendung des Wortes „Degeneration“ wegen seiner Beziehung zur „fettigen Degeneration“ hervorgerufen werden könnte

Herrn Geheimrat Neisser spreche ich für die Anregung zu der vorstehenden Arbeit und ihre Förderung, Herrn Professor Röhmann für die Ratschläge, welche er mir auf Grund seiner chemischen Untersuchung zu Teil werden liess, meinen ergebensten Dank aus.

Technik.

Die Bürzeldrüsen wurden unmittelbar nach dem Tode der Tiere herausgeschnitten und meist in 10% Formalin fixiert. (Zum Vergleich wurden einige Drüsen in Zenkersche Flüssigkeit, Alkohol, Osmium, Flemming etc. eingelegt). Nach 24 Stunden, manchmal auch erst nach einigen Wochen, wurden die Formalin-Präparate 1—2 Stunden gewässert und mit dem Gefriermikrotom geschnitten. Die Färbung erfolgte sofort darauf entweder mit Scharlachrot (Herxheimersche Modifikation) allein, event. mit kombinierter Kernfärbung (Hämatoëin-Alaun) oder mit einer Mischung zu gleichen Teilen von Scharlachrot und 1% Osmium. In diesem, unmittelbar vor dem Gebrauch hergestellten Gemisch blieben die Schnitte 6—24 Stunden, wurden dann für 1—2 Stunden in mehrmals gewechseltes destilliertes Wasser gebracht, auf dem Objektträger mit Fliesspapier abgedrückt und in Grüblerschem Glycerin-Leim eingeschlossen. Die Osmium-Scharlachrotlösung, die nicht filtriert werden darf, obgleich sich im Moment des Zusammengiessens der beiden Flüssigkeiten bedeutende Niederschläge bilden, hat mir die besten Resultate ergeben. Versuche, dieselben Effekte mit getrennter Behandlung (zuerst Anwendung von Scharlachrot und nachher Osmium oder umgekehrt) zu erreichen, sind ergebnislos verlaufen. Um Niederschläge im Schnitt tunlichst zu vermeiden, wurden die Gefrierschnitte häufig vor und nach der Behandlung mit Osmium-Scharlachrot, die ich in dunkeln Flaschen vornahm, auf einige Minuten in 50% Alkohol gelegt.

Die mit Osmium oder Osmium-Alaun 9—16 Tage behandelten Schnitte wurden nachher für 24 Stunden in destilliertes Wasser gelegt und dann ebenfalls in Glycerin-Leim eingeschlossen.

Für die Saffraninfärbung der lipoiden Körnchen wurden die Gefrierschnitte aus 50% Alkohol, in dem sie oft längere Zeit verweilt hatten, für 24 Stunden in 1% wässriges Saffranin gelegt, wie üblich mit angesäuertem Alkohol absol. differenziert, dann für 24 Stunden in 96% Alkohol gebracht, entwässert und in Xylol-Balsam eingeschlossen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XVIII.

- Fig. 1. Bürgeldrüse der Ente in natürlicher Grösse. A. Ausführungsgang.
 Fig. 2. Sektor aus einem medianen Querschnitt in 18facher Vergrösserung und Osmium-Scharlachrotfärbung. 1, 2, 3 bezeichnen die drei Zonen; r. S. = rote Sekrettröpfchen; schw. S. = schwarze Sekrettröpfchen; Sk. = Sekret; Üb. 1 und Üb. 2 = Übergangstubuli zwischen zwei Zonen; b = Bindegewebe.

- Fig. 3. Schräg geschnittener Tubulus aus der Übergangsstelle von Zone I zu Zone II bei Öl-Immersion gezeichnet. Hämatoxylin-Färbung. K. T. = Kernteilung; w. = wabiges Protoplasma; S. = Sekrettröpfchen, zum Teil in Auflösung begriffen; K. R. = Kerntrümmer. (Die Kernteilung und die vielkernigen Zellen sind aus anderen Präparaten eingezeichnet worden).
- Fig. 4a. Schematischer Längsschnitt, median, durch eine Bürzeldrüse. Natürliche Grösse. Osmium-Scharlachrotfärbung. A. = Ausführungsgang. Die feinen schwarzen Linien stellen schematisch den Verlauf der Tubuli vor.
- Fig. 4b. Schematischer Querschnitt der Fig. 4a bei c.
- Fig. 5a. Schematischer medianer Längsschnitt eines einzelnen Tubulus bei Scharlachrot-Osmiumfärbung, ca. 4 × vergrössert. Sk. = Sekret, das bei Sk. Üb. von Schwarz- zu Rotfärbung übergeht.
- Fig. 5b. Querschnitte der Fig. 5a aus der Region in der Richtung der punktierten Linien.
- Fig. 6. Halber Tubulus aus der Übergangsstelle von Zone I zu Zone II. Osmium-Scharlachrotfärbung. Öl-Immersion. S. = Sekrettröpfchen; Sk. = Sekret; K. = ungefärbte Kerne. Das Protoplasma ist gelbgrün.
- Fig. 7. Halber Tubulus aus Zone I mit seiner Umgebung. Behandlung: 10 Tage in Osmium-Alaun. Öl-Immersion. F₁ = Fettkörnchen in den Waben; F₂ = Fettkörnchen im intertubulären Bindegewebe.
- Fig. 8. Halber, etwas schräg getroffener Tubulus aus Zone I. Scharlachrot-Färbung. Öl-Immersion. S. = Sekrettröpfchen, von aussen nach innen wachsend, Sk. = Sekret, K. = ungefärbter Kern.
- Fig. 9. Halber, schräg getroffener Tubulus aus Zone I. Färbung: Osmium-Scharlachrot. Öl-Immersion. L. = lipoide Körnchen, schwarz; r. S. = rote Sekrettröpfchen, zum grossen Teile aufgelöst oder entfärbt; Sk. = Sekret, schwarz, zum geringsten Teil rot.
-