

Muskeln bei den Insekten findet dadurch eine genügende Erklärung. — Den mechanischen Auseinandersetzungen fehlt, wie der Verfasser selbst bemerkt, die Eleganz und Bündigkeit, welche die Werke der Physiker von Fach auszeichnet. Man möge dies als unvermeidliches Uebel mit in Kauf nehmen, da nun einmal ein Anatom die in Rede stehenden Fragen in die Hand nehmen, und die dazu notwendigen physikalischen Kenntnisse sich mühsam und auf Umwegen erwerben musste.

Kollmann (Basel).

Ueber den Bau, die Sekretion und den Untergang von Drüsenzellen.

Von Dr. **Josef Heinrich List** in Graz.

Wie dürftig unsere Kenntnisse vom Bau der Drüsenzellen sind, lehrt am besten W. Flemming's schönes Werk: Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Wenn man bedenkt, dass der größte Teil der interessanten Befunde genannten Forschers nur mit Hilfe von Immersionssystemen gewonnen wurde, so wird sich einem naturgemäß die Frage aufdrängen, ob es nicht möglich sei, ein Objekt zu finden, das leicht zugänglich, auch groß genug wäre, um mit Anwendung verhältnismäßig schwacher optischer Mittel Strukturen beobachten zu können. In der That schienen mir seit der mir gelungenen Auffindung von Drüsenzellen im Blasenepithel von Amphibien dieselben ein zur Beobachtung außerordentlich günstiges Objekt zu sein. Der Wunsch nun einerseits über diese interessanten Gebilde, die in morphologischer Beziehung von F. E. Schulze so trefflich beschrieben worden, nähern Aufschluss zu erhalten, anderseits einen kleinen Beitrag zur Ausfüllung der bereits sehr fühlbar gewordenen Lücke unserer Kenntnisse von Drüsenzellstrukturen zu liefern, ließ mich eine Arbeit unternehmen, worüber ich nachfolgend kurz zu referieren mir erlaube. Ich glaubte meinen Zweck am besten dadurch zu erreichen, dass ich eine bei Wirbeltieren und Wirbellosen außerordentlich häufige Art von Drüsenzellen, die sogenannten Becherzellen, einer möglichst eingehenden Untersuchung unterwarf und als Vergleichsobjekt die Zellen anderer Drüsen, besonders aber der Schleimdrüsen heranzog. Ich werde also nachfolgend über den Bau, die Sekretion und den Untergang der Becherzellen berichten und am Schlusse meiner Erörterungen die Analogien derselben mit den Schleimdrüsenzellen besprechen. Mit dem Namen Becherzellen bezeichnete F. E. Schulze Gebilde, die zwar lange früher schon bekannt und beschrieben wurden, denen aber keine besondere Beachtung geschenkt worden war. Erst durch Schulze's umfassende, auf eine große Anzahl vergleichend-histologischer Beobachtungen gestützte Untersuchung gewann man eine befriedigende morphologische Einsicht in dieselben. Unter Becherzellen versteht man nun in den verschiedensten Epithelien bei Wirbeltieren und Wirbellosen vorkommende, gewöhnlich rundlich blasenartige, ellipsoidähnliche oder birnförmige

Gebilde, welche von einer deutlichen Membran umgeben sind, und in denen stets ein Kern nachzuweisen ist, die also jene Bestandteile besitzen, die ihnen den Charakter der Einzelligkeit verleihen. So einfache Formen nun, als es vielleicht auf den ersten Blick erscheinen möchte, zeigen die Becherzellen durchaus nicht. Schon Schulze teilte dieselben in richtiger Erkenntnis der Unterschiede in zwei Gruppen, unbefußte und befußte Formen ein, indem er die letzteren mit Weingläsern, den sogenannten Römern, verglich. Auch ich wurde durch meine Untersuchungen dahin geführt, 2 Typen zu unterscheiden und behielt auch den von Schulze eingeführten Ausdruck bei. Nur war ich gezwungen, um eine leichtere Beschreibung zu bewerkstelligen, die unbefußten Becherzellen noch in ungestielte und gestielte Formen zu trennen.

I. Unbefußte Becherzellen.

a) Ungestielte Formen.

Zeigen stets kugelige, ellipsoidähnliche oder mehr zylindrisch-walzenförmige Formen; sind stets ohne Anhangsbildungen und der Nucleus liegt gewöhnlich am Grunde der Theca.

b) Gestielte Formen.

Die Theca zeigt dieselbe Gestalt; an ihrem untern Teile findet man einen Anhang, der verschiedenartig gestaltet gewöhnlich einen glänzenden, Farbstoffe nur in äußerst geringer Menge aufnehmenden Inhalt besitzt. Stets liegt der Kern in der Theca, über dem Stiele der Becherzelle.

II. Befußte Becherzellen.

Die Theca setzt sich nach unten zu fort und bildet in ausgeprägten Formen eine Art Handhabe, welche mannigfaltige Form zeigt. Stets liegt der Nucleus — eine Eigentümlichkeit, die sie von den oben besprochenen Formen wesentlich unterscheidet — im Fuße selbst.

Wenden wir uns nun nach dieser kurzen zur Uebersicht dienenden Einleitung zur Besprechung des Baues. Die Membran, die die Becherzellen umgibt, erscheint als eine doppelt konturierte derbe, mannigfache Alterationen dulddende echte Zellenmembran, die auf der äußern Oberfläche stets glatt, nie mit Höckerchen besetzt erscheint, die etwa als Ausdruck von gerissenen Intercellularbrücken angesehen werden könnten. Nicht selten bemerkt man, dass die Membran sowohl an ungestielten wie an gestielten Formen an jener Stelle, an welcher der Kern liegt, also an Grunde der Theca, eine Ausbauchung zur Aufnahme des Nucleus besitzt. An den gestielten und den befußten Formen zieht sich die Membran nach unten zu fort zur Begrenzung des Stieles bzw. des Fußes. Allerdings ist es sehr häufig nicht möglich, an dem Anhangsgebilde beider Zellenarten die Membran stets deutlich zu beobachten. Sie stimmt oft in ihren optischen Eigenschaften mit dem Inhalte des Stieles überein, während man manchmal

auch an befußten Formen bemerken kann, dass die Membran allmählich in den Inhalt des Anhangs übergeht, so dass eine Trennung von Membran und Inhalt nicht differenziert erscheint.

Der Inhalt der Theca besteht nun bei sämtlichen Becherzellen aus zwei Substanzen: eine in Form eines polygonale oder auch mehr rundliche Maschen bildenden, die ganze Theca durchziehenden, aus dünnen Strängen bestehenden Gerüstwerkes angeordnete Substanz, die bestimmte Farbstoffe außerordentlich begierig aufnimmt, Filarmasse, und eine zwischen den Maschen befindliche, Farbstoffe nur in geringerer Menge aufnehmende anscheinend homogene Substanz, Interfilarmasse. Die einzelnen Maschen des Gerüstwerkes der Filarmasse bestehen nun aus Strängen, die in den Becherzellen aus den verschiedensten Epithelien nicht nur eine verschiedene Dicke (Stärke) zeigen, sondern deren Anordnung auch mannigfach variiert. Es wäre ein überflüssiges Beginnen hier alle Maschenformen besprechen zu wollen. Ich bemerke, dass im allgemeinen die Stränge rundliche oder auch mehr polygonale Maschen bilden; die Stränge selbst erscheinen grade, gewunden, verschiedenartig geknickt, und bilden an den Ecken der Maschen stets größere oder kleinere Verdickungen (Knotenpunkte), von welchen Stränge nach anderer Richtung abgehen. Die ganze innere Oberfläche der Theca ist nun von einem solchen polygonalen Netzwerke ausgekleidet, und sehr häufig gelingt es an Schnitten, Stränge, die der Theca anliegen, zu sehen. Die knotigen Verdickungen selbst, die selbstverständlich auch auf der innern Fläche der Theca zu sehen sein werden, und von welchen Stränge in das Innere derselben ziehen, haben zu der irrthümlichen Ansicht Schieffer-decker's Veranlassung gegeben, wornach die innere Fläche der Theca mit Buckeln ausgestattet wäre. Diese Verdickungen gehören also nicht zur Theca, sondern sind nur Teile der an derselben liegenden Filarmasse. Das ganze aus polygonalen oder auch mehr rundlichen Maschen bestehende Gerüstwerk derselben ist als eine einheitliche Masse anzusehen. Nie kann man bemerken, dass die einzelnen Stränge in den Knotenpunkten etwa durch einen Kitt mit einander verbunden wären.

Sehr häufig kann man am Grunde der Theca eine größere Ansammlung von Filarmasse bemerken. Die Maschen sind dann gewöhnlich lang gestreckt und die ganze Masse zieht sich ringsum an der Thecawand hinauf nach oben zu, mit einer Ausbauchung sich abgrenzend.

Die Interfilarmasse, die stets homogen erscheint und Farbstoffe in weit geringerer Menge aufnimmt, erscheint in manchen Maschen, besonders in den dem Nucleus zunächst liegenden, intensiver gefärbt. Inwieweit sich hier eigentümliche Veränderungen innerhalb der Theca abspielen mögen, bin ich nicht im stande zu entscheiden.

Der Kern zeigt außerordentlich mannigfache Form in den verschiedenen Becherzellen. Während derselbe in den unbefußten Formen

als eine abgeplattete halbmond- oder kuchenförmige Masse am Grunde der Theca der Membran dicht anliegt und nur in seltenen Fällen mehr sphärisch erscheint oder von der Membran etwas entfernt liegt, ist er in den befüßten Becherzellen nur sphärisch oder ellipsoidähnlich. An frisch untersuchten Becherzellen konnte ich stets ein deutliches Netzwerk und Nucleoli im Kerne nachweisen. Niemals gelang es mir aber, einen Zusammenhang des Gerüstwerkes des Kernes mit dem der Filar- oder Interfilar-Substanz nachzuweisen, wie Klein behauptet. Als Beweis dagegen möchte ich noch den Befund anführen, den ich an Becherzellen aus dem Kloakenepithel verschiedener Plagiostomen gemacht habe. An gehärteten Schnittpräparaten konnte ich oft den ganzen aus Filar- und Interfilar-Substanz bestehenden Inhalt der Theca von der Membran getrennt außerhalb derselben liegen sehen, während der Kern fest an der Membran haftete und nicht eine Spur von Filar-Substanz an seiner Oberfläche zeigte.

Der Inhalt des Stieles der Becherzellen erscheint gewöhnlich stark glänzend, verhält sich zumeist indifferent gegen Tinktionsmittel und dürfte sich wohl durch einen Umwandlungsprozess aus dem ursprünglichen Inhalte gebildet haben. Manchmal gelingt es auch Spuren von Granulation zu bemerken. Die Form des Stieles selbst ist äußerst mannigfaltig. Von der fadenförmigen bis zur bandartig verbreiterten und kurzen gedrunghenen Form findet man die verschiedensten Uebergänge. Im Kloakenepithel von *Scyllium* konnte ich fadenförmige Stiele beobachten, die von der Oberfläche bis zur Mucosa reichten. Einen Zusammenhang der Stiele mit Nervenfasern aufzufinden ist mir trotz vielfacher Versuche nicht gelungen.

Der Inhalt des Fußes zeigt sich ebenfalls aus Filar- und Interfilar-Substanz zusammengesetzt. Nur findet man das Gerüstwerk der erstern Substanz aus kleinen höchst unregelmäßigen Maschen bestehend, die häufig nur undeutlich ausgeprägt sind. Im Tinktionsverhalten stimmt der Inhalt des Fußes mit der Zellsubstanz der gewöhnlichen Epithelzellen überein. Die Form des Fußes ist sehr variabel. Häufig erscheint derselbe als eine Art Handhabe, kolbenförmig am untern Ende zur Aufnahme des Kernes; oder er zeigt zylindrisch-walzenförmige Form. Der Kern liegt entweder im obern, mittlern oder untern Teile des Fußes.

Die Sekretion der Becherzelle beginnt, wenn sie die Oberfläche erreicht und ein Stoma erhalten hat. Sämtliche in den tieferen Schichten des Epithels vorfindlichen Formen sind geschlossen. Schon am überlebenden Objekte kann man aus den Stomata Sekretballen ausstoßen sehen. Man braucht nur eine Bartel von *Cobitis fossilis* abzuschneiden und unter das Deckglas zu bringen, um aus den Stomata der zahlreich vorkommenden Becherzellen das Sekret austreten zu sehen. Untersucht man nun mit Härtungsmitteln fixierte und hierauf tingierte günstige Schnittpräparate (z. B. Oberhaut von *Torpedo marmorata*, Oberhaut der Oberlippe und Barteln von *Cobitis*

fossilis, Kloakenepithel der Plagiostomen), so kann man sehr häufig geöffnete Becherzellen finden, über deren Stoma eine Sekretmasse aus Filar- und Interfilarmasse bestehend liegt. Die Maschen sind gewöhnlich zerknittert, auch gerissen, und häufig kann man ein ganzes Gewirr von einzelnen Strängen beobachten. Soweit man nun aus gehärteten Präparaten Schlüsse ziehen kann, steht mir unzweifelhaft fest, dass die Sekretion auf einer Art Quellungsprozess beruht. Wenn man frische geschlossene Becherzellen mit konzentrierter Essigsäure behandelt, so kann man ein Anschwellen der Theca und Stomabildung beobachten; aus dem Stoma selbst konnte ich dann stets Sekretmasse hervorquellen sehen. Selbst an geöffneten Formen konnte ich oft frisch untersucht über der Oeffnung kein Sekret beobachten. Nach Zusatz von Essigsäure aber bemerkte ich eine zum größten Teile aus Interfilarmasse bestehende, aus dem Stoma hervorquellende Substanz. Der Quellungsprozess beruht entschieden auf einer Zunahme der Interfilarmasse. An Blasen von *Bombinator igneus*, in deren Epithel massenhaft Drüsenzellen vorkommen, und die mit salpetersaurem Silberoxyd behandelt und mit Wasser ausgewaschen worden waren, konnte ich über den Stomata Pfröpfe beobachten, die an Größe die Theca bei weitem übertrafen, und die zum größten Teile nur aus Interfilarmasse bestanden. An Schnittpräparaten der Oberhaut von *Torpedo*, die aus $\frac{1}{4}$ prozentiger Chromsäure stammten und die nachher tingiert worden waren, konnte ich häufig über dem Stoma einen ansehnlichen „Propf“ beobachten, während im Innern der Theca Filar- und Interfilarmasse noch fast ganz unverändert nachzuweisen waren. Soviel ich nun an Präparaten gesehen habe, tritt der Quellungsprozess stets im obersten Teile der Theca ein und schreitet nach unten zu langsam fort. Im Zusammenhang mit dem Quellungsprozess steht die Stomabildung. Dass ein einfaches Reißen der Membran nicht anzunehmen ist, hat schon F. E. Schulze gezeigt, da man nie Risse oder dergleichen an denselben beobachten kann. Wahrscheinlich handelt es sich um einen eigentümlichen Resorptionsprozess, der den obersten Teil der Thecawand ergreift. Das Stoma wird mit zunehmender Sekretionsthätigkeit größer, und sitzt sehr häufig einem Halse der Becherzelle, die dann ein flaschenförmiges Aussehen erhält, auf. Da aber eine Sekretion bestimmt nachzuweisen ist, so wird man die Becherzellen als einzellige Drüsen betrachten müssen.

Wenn man nun die verschiedene Größe der über dem Stoma liegenden Sekretballen (Pfröpfe) und ihre Zusammensetzung betrachtet, so kommt man zweifellos zur Ansicht, dass die Becherzelle nicht etwa ein einziges Mal einen Sekretballen ausstößt, sondern im stande sein wird, diesen Vorgang öfter zu wiederholen. Es wird allmählich eine ganze Sekretmasse über dem Stoma aufgestapelt, die selbst die umliegenden Epithelzellen bedeckt. Wir sehen hier einen wesentlichen Unterschied von den mancherlei Aehnlichkeit besitzenden

Schleimdrüsenzellen. Nach Heidenhain und seiner Schule sollen die Schleimdrüsenzellen nach jedem Sekretionsakte ausgestoßen werden, eine Lehre, die in neuerer Zeit allerdings durch das Bemühen zahlreicher Forscher mächtig erschüttert wurde. Ich gab mir sehr viele Mühe aufzufinden, ob nicht eine Veränderung des Kernes in den sezernierenden Becherzellen selbst zu beobachten wäre, wie seit Heidenhain aus verschiedenen Drüsenzellen bekannt geworden. Allein alle meine Bemühungen blieben erfolglos. Der Nucleus liegt in geschlossenen und geöffneten Sekret ausstoßenden Zellen stets als halbmondförmige Masse am Grunde der Theca, der Wand dicht an. Sein Tinktionsverhalten stimmt in geschlossenen wie in geöffneten Zellen vollkommen überein. Schiefferdecker wollte zwar in Becherzellen aus der Amphibienblase an Alkoholpräparaten verschiedenartige Stadien des Kernes beobachtet haben. Ich muss gestehen, dass ich solche Bilder, wie sie Schiefferdecker zu sehen glaubte, nie beobachten konnte. Wenn man bedenkt, dass schon an in den mittleren Schichten vorfindlichen geschlossenen, also noch nicht in Funktion getretenen Becherzellen der Kern bereits als abgeplattete halbmondförmige Masse am Grunde der Thecawand liegt, ein Kernstadium, welches nach Schiefferdecker der in der stärksten Sekretion befindlichen Becherzelle entsprechen würde, so werden die Behauptungen ebengenannten Forschers gradezu hinfällig. Erklärlich ist mir der Irrtum Schiefferdecker's, da er geschlossene Becherzellen gar nicht beobachtet zu haben scheint.

Ich bin nun auch so glücklich über den Untergang (Ausstoßung) der Becherzellen selbst interessante Aufschlüsse mitteilen zu können. Obwohl ich schon bei Untersuchung des Blasenepithels der Amphibien ganz bestimmt eine Ausstoßung vermutete, so gelang es mir damals trotz meiner Bemühungen nicht, eine solche nachzuweisen. Dank der glücklichen Wahl des Objektes (Oberhaut von *Torpedo marmorata*, Kloakenepithel der Plagiostomen) gelang es mir nun unzweifelhafte Untergangsstadien aufzufinden. Soweit man aus Präparaten urteilen kann, geht der Ausstoßungsprozess folgendermaßen vor sich. Das Stoma erweitert sich, wie bereits oben erwähnt, bei fortschreitender Sekretion. Die unterhalb liegenden Epithelzellen, die nun in die Höhe rücken, drücken auf die Wand der Theca, welche infolge dessen mannigfache Alterationen erleiden muss. Die früher schön geformte Thecamembran wird zerknittert, die umliegenden Epithelzellen rücken auseinander, um der sich verbreiternden Becherzelle Raum zu schaffen; das Gerüstwerk der Filarmasse wird verzerrt, indem die Maschen in die Länge bzw. Quere gezogen werden; der oberste Teil der Becherzelle (Umgebung des Stomas) haftet fest an den benachbarten Epithelzellen, die Becherzelle wird immer flacher und gelangt nun schließlich ins freie. So hängt also die Ausstoßung der Becherzellen selbst von der Regenerationsthätigkeit der Epithelzellen ab. Man kann nicht selten im Epithel Becherzellen

finden, in welchen man nur noch spärliche Reste von Filar- und Interfilarmasse nachzuweisen im stande ist. Die Membran erscheint schlaff und kollabiert. Solche erschöpfte Becherzellen warten nur noch auf den Nachschub der unterhalb liegenden Epithelzellen, um ihrem Untergange (Tode) entgegen zu gehen. Ich bemerke, dass der Kern an solchen in Ausstoßung begriffenen Becherzellen auch der Thecawand anliegt, sich aber häufig intensiver tingiert zeigt, als in noch in Funktion stehenden Zellen.

Vergleichen wir nun die besprochenen Becherzellen mit den Zellen der echten Schleimdrüsen (z. B. Gaumendrüsen des Kaninchens u. s. w.), so findet man mancherlei Analogien. Die Schleimdrüsenzellen sind ebenfalls von einer deutlichen Membran begrenzt, die aber auf der äußern Oberfläche durchaus nicht immer glatt, sondern mit Höckerchen besetzt erscheint, als Ausdruck gerissener Interzellularbrücken. Der Nucleus ist häufig sphärisch, oder liegt als abgeglattete Masse nicht selten der Membran dicht an. Der Inhalt der Zelle besteht ebenfalls aus zwei Substanzen: eine in Form eines polygonale oder auch mehr rundliche Maschen bildenden, den ganzen Raum innerhalb der Membran durchziehenden Gerüstwerkes und eine zwischen den Maschen befindliche, anscheinend homogene Substanz, Interfilarmasse. Die Filarmasse verhält sich Tinktionsmitteln (namentlich Anilinfarben) gegenüber ebenso wie die der Becherzellen. Während sie bestimmte Farbstoffe begierig aufnimmt, sich also intensiv färbt, tingiert sich die Interfilarmasse nur sehr schwach. Häufig kann man an dem dem Kerne zunächst liegenden Teile der Drüsenzelle eine schwanzartige Fortsetzung der Membran beobachten, die man ebenfalls als Stiel bezeichnen kann. Auch Stomata gelingt es an isolierten Schleimdrüsenzellen nachzuweisen. Die letzteren aber einfach mit den Becherzellen zu identifizieren, wie Schiefferdecker will, geht nicht an. Man betrachte nur die mannigfachen Formen der Becherzellen, den Sekretions- und den Ausstoßungsprozess. Niemals gelang es mir an den Schleimdrüsenzellen in dem untern dem Kerne zunächst liegenden Teile eine solche dichte, hohlkugelförmig abgegrenzte Anordnung der Filarmasse wie bei den Becherzellen nachzuweisen. Die Membran, die die Becherzelle umgibt, erscheint stets als prall gespannte, manchen Alterationen Widerstand leistende Wand; niemals konnte ich an isolierten Schleimdrüsenzellen so ausgeprägte Membranen beobachten; vielmehr zeigten sie mannigfache Einbuchtungen, die ich bei Becherzellen nicht wahrnehmen konnte. Aus all dem geht wohl deutlich hervor, dass wir die Becherzellen, überall wo sie vorkommen, als spezifische Gebilde betrachten müssen.

Berichtigung.

In Nr. 21: Dahl, Fußdrüsen der Insekten, soll es heißen Seite 656 Zeile 3 von oben Tarsen statt Taster.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): List Joseph Heinrich

Artikel/Article: [Ueber den Bau, die Sekretion und den Untergang von Drüsenzellen. 698-704](#)