

## XXVI.

## Ueber Becherzellen.

Von Dr. Theodor Eimer aus Lehr im Breisgau.

Erster Aufsatz.

(Hierzu Taf. XII.)

Im XXXVIII. Bande dieses Archivs <sup>1)</sup> trat ich der Behauptung Letzerich's <sup>2)</sup>, dass die Resorption der Fette und Eiweisskörper im Dünndarm durch besondere Resorptionsorgane und nicht durch die Cylinderzellen vermittelt werde entgegen. Mein damals ausgesprochenes Vorhaben, die Ausführungen des genannten Autors des Näheren zu widerlegen, ist durch das seitherige Erscheinen einer Reihe von Arbeiten von Dönitz <sup>3)</sup>, F. E. Schulze <sup>4)</sup>, Erdmann <sup>5)</sup>, Knauff <sup>6)</sup>, Sachs <sup>7)</sup>, Arnstein <sup>8)</sup> und Fries <sup>9)</sup> gegenstandslos geworden. So sehr nämlich die Ansichten dieser Autoren über die Natur und functionelle Bedeutung der Becherzellen (der Resorptionsorgane — Vacuolen — Letzerich's) auseinandergehen, so stimmen die Resultate ihrer Untersuchungen doch alle darin überein, dass die Resorptionstheorie Letzerich's <sup>10)</sup> jeder Grundlage entbehrt.

<sup>1)</sup> S. 428 ff.

<sup>2)</sup> Dieses Archiv Bd. XXXVII. S. 232 ff.

<sup>3)</sup> Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1866. S. 757 ff.

<sup>4)</sup> M. Schultze's Archiv f. mikr. Anat. Bd. III. 1867. S. 137 ff.

<sup>5)</sup> „Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms“ von L. C. Erdmann. Inaug.-Dissertat. Dorpat, 1867.

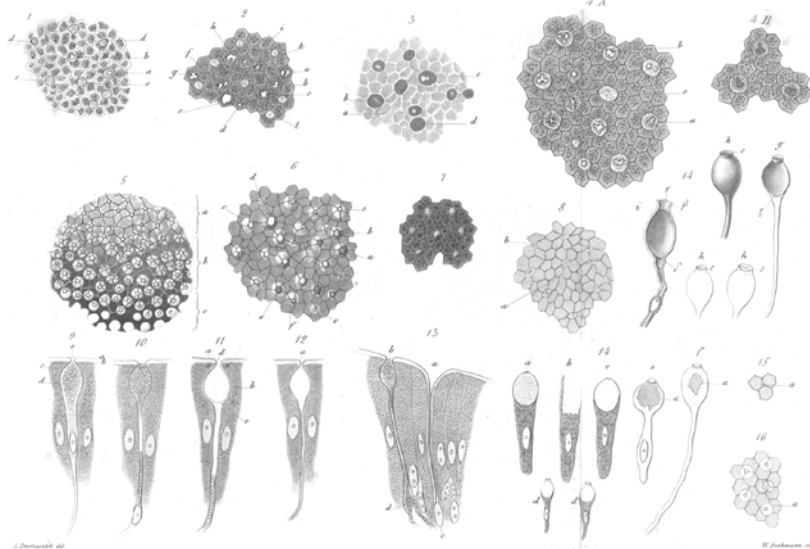
<sup>6)</sup> Dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 442 ff.

<sup>7)</sup> Dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 493 ff.

<sup>8)</sup> Dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 527 ff.

<sup>9)</sup> Dieses Archiv Bd. XL. S. 519 ff.

<sup>10)</sup> In einem zweiten Aufsatz (dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 435 ff.) hält Letzerich an seiner Theorie fest und hält mir entgegen, dass die von mir behandelten Becherzellen ganz andere Gebilde seien, als seine Resorptionsorgane: die hier beigelegten Abbildungen mögen, verglichen mit den seinigen, diese Annahme widerlegen.



Die erwähnte Verschiedenheit der Ansichten über die Natur der Becher — welche zunächst der Gegenstand dieser meiner Arbeit sind, — hat ihren Grund zum Theil in einer Verwechslung derselben mit Cylinderzellen, wie mir noch die allerneueste Literatur erweist. Da aber gar zu der Zeit, wo die Frage, ob zwei verschiedene Arten von Epithelzellen existiren, noch keine so allgemeine war, wie sie es heute ist, erklärlicherweise häufig die Cylinder mit den Eigenschaften ausgestattet wurden, welche von rechts wegen den Becherzellen zugehören, so hielt ich es für nöthig, dass vorerst der ältere Theil der Literatur über das Epithel der Schleimhäute, insbesondere der Darmschleimhaut, einer Kritik unterzogen werde, und ich habe dieser Aufgabe an einem anderen Orte nachzukommen gesucht<sup>1)</sup>. — Diesmal will ich zunächst, wie dort auf Grund eigener Beobachtungen, die Irrthümer behandeln, welche neuere Beobachter dazu verleitet haben, die Becherzellen als Kunstproducte aufzufassen und die Annahme zweier verschiedener Arten von Epithelien zu verwerfen. Vielleicht gelingt es meinen Bemühungen, etwas mehr Klarheit in die vorliegende Frage zu bringen und für die Zukunft gröbere Missverständnisse von ihr fern zu halten. Wie sehr diess nöthig ist, davon hat mich, abgesehen vorläufig von der einschläglichen Literatur, besonders eine Unterredung mit Herrn Stricker bei dessen Anwesenheit in Berlin im letzten Spätjahr überzeugt. Stricker, unter dessen Leitung die Resultate von Lipsky<sup>2)</sup> erlangt sind, vertrat die Ansicht, die Becher seien Kunstproducte, welche niemals in ganz frisch und unmittelbar nach dem Tode der Thiere untersuchten Schleimhäuten zu finden seien, sondern welche erst einige, zwar kurze Zeit nach dem Tode der Thiere aus gewöhnlichen Epithelzellen entstehen. Wir untersuchten mit allen von Herrn Stricker geforderten Vorsichtsmaassregeln gemeinsam ein Kaninchen und Frösche, und ich überzeugte mich bei dieser Gelegenheit, dass Stricker die Becher, wie sie sich an ganz frischen Schleimhäuten darbieten, niemals gesehen hatte: was ich ihm als Becher vorstellte, erklärte er für

<sup>1)</sup> Vgl. meine Inaugural-Dissertation: „Zur Geschichte der Becherzellen, insbesondere derjenigen der Schleimhaut des Darmkanals“, 1867. Berlin, bei A. Hirschwald. 1868.

<sup>2)</sup> „Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues des Darmkanals“. Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. I. Abthlg. Jan.-Heft. Jahrg. 1867.

aus den gewöhnlichen Epithelzellen ausgetretene und auf deren Basis aufliegende Schleimtröpfchen. — Uebereinstimmend mit diesen persönlichen Mittheilungen Stricker's sagt Sachs<sup>1)</sup>, dass er an frischen Objecten keine Spur von Bechern finde, dass diese dagegen auftreten, wenn das Präparat einige Zeit gelegen habe, dass sie ferner auftreten nach Behandeln der Schleimhaut mit Höllensteinlösung und nach Erhärten derselben in Chromsäure. Dönitz<sup>2)</sup> führt sogar an, dass er die Becher niemals in continuo, sondern nur isolirt gesehen habe; ferner will er sie nach Belieben aus Cylinderzellen durch Reagentien darstellen können. Ebenso glauben Lipsky<sup>3)</sup> und Erdmann<sup>4)</sup>, dass die Becherzellen erst durch Einwirkung von Chromsäure oder doppelt chromsaurem Kali aus den Cylinderzellen entstehen. Lipsky sagt: „Wenn man den Darm einer eben getödteten Katze in eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali bringt, dann werden fast alle Zellen, sowohl des Dünn- als des Dickdarmes, in Becherzellen umgestaltet. Ein stärkeres Kriterium für die Natur der Zellenhülle im Darmkanal überhaupt und für die Unhaltbarkeit aller jener Angaben, welche von zweierlei Zellen auf den Zotten oder von eigenen Resorptionsorganen sprechen, lässt sich füglich kaum auffinden“. Auch Erdmann hat, wie er besonders hervorhebt, niemals an frischen Präparaten vom Frosch Becherzellen entdecken können, obgleich der Frosch „das Hauptobject seiner Untersuchung“ war. Von anderen Thieren hat er nur bei der Katze in frischem Zustande Becher gesehen; anstatt aber durch diese Ausnahme in der Verteidigung der Becher als Kunstproducte, weniger eifrig zu werden, erklärt er dieselbe durch eine „individuelle Eigenthümlichkeit der Darmeylinder der Katze“.

Ausser Dönitz, Lipsky, Erdmann und Sachs hält von neueren Autoren auch Fles<sup>5)</sup> die Becher für bei der Präparation

<sup>1)</sup> l. cit.

<sup>2)</sup> Reicherts u. du Bois-Reymond's Archiv 1864. S. 367 ff. „Ueber die Schleimhaut des Darmkanals“, von Dr. W. Dönitz. Diese Arbeit ist in dem Verzeichniss der Literatur, welches ich in meiner oben erwähnten Dissertation S. 35 gegeben, aus Versehen ungenannt geblieben.

<sup>3)</sup> l. c.

<sup>4)</sup> l. c.

<sup>5)</sup> Onderzoekingen over de histologische Zamenstelling der vlokjes van het darmcanal door Dr. J. A. Fles te Utrecht. Vorläufige Mittheilung. (Uittreksel

entstandene Kunstproducte, beziehungsweise für Hüllen von Epithelzellen. Arnstein<sup>1)</sup> nimmt eine unter den Augen des Beobachters vor sich gehende Umwandlung von Cylindern in Becherzellen an, erklärt letztere also für „veränderte Epithelzellen“, ohne dass sie deshalb Kunstproducte wären. Knauff<sup>2)</sup> nimmt eine rein physiologische Umwandlung von Epithelzellen in Becherzellen an. Oedmansson<sup>3)</sup> neigt mehr zu der Ansicht hin, dass die Becher selbständige Gebilde seien, lässt jedoch die Frage unentschieden; F. E. Schulze<sup>4)</sup>, Letzerich<sup>5)</sup> und Fries<sup>6)</sup> halten sie für selbständige Gebilde: Schulze nimmt zwar ein Entstehen von Bechern aus Epithelzellen für die Becher in der Oberhaut des Flussneunauges an<sup>7)</sup>, glaubt aber, dass die Epithelzellen, aus welchen hier Becher entstehen, durch innere Zusammensetzung a priori von den gewöhnlichen Epithelzellen verschiedene sein müssen<sup>8)</sup>. — Ueber den Standpunct Oeffinger's<sup>9)</sup> vermag ich mir kein bestimmtes Urtheil zu bilden, da dieser Schriftsteller in Bezug auf die Natur der Becherzellen mit Erdmann und Schulze zugleich übereinstimmen will, während doch diese Autoren hierüber, wie oben bemerkt, in offenem Widerspruche stehen.

Im Nachfolgenden soll nun zunächst gezeigt werden, warum

uit's Schrijvers Handleitung tot de stelselmatige Ontleedkunde van den Mensch, 2t. Uitgave).

<sup>1)</sup> l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

<sup>3)</sup> Die Arbeit von Oedmansson: „Studier öfver epiteliernas byggnad“. Hygiea 1863. habe ich zuerst in diesem Archiv, a. a. O. erwähnt, und dann in meiner Inaug.-Dissert. S. 29 ff., soweit sie die Becher betrifft, ausführlich behandelt.

<sup>4)</sup> l. c.

<sup>5)</sup> l. c.

<sup>6)</sup> l. c.

<sup>7)</sup> l. c. S. 150.

<sup>8)</sup> Vielleicht hat man sich übrigens die Frage zu stellen, ob alle Gebilde, welche Schulze unter dem Namen Becherzellen begreift, auch wirklich Gebilde ein und derselben Art und Function seien. Vgl. meine Inaug.-Dissertation S. 11 ff.

<sup>9)</sup> Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv 1867. — Auf die Einzelheiten, in welchen Oeffinger von F. E. Schulze abzuweichen erklärt, kann ich hier nicht näher eingehen, da ich noch aus anderen, später zu erörternden Gründen seinen Angaben überhaupt keinerlei Werth beimessen kann.

die Vertreter der Ansicht, die Becher seien Kunstproducte, diese Gebilde an ganz frischen Präparaten niemals, dagegen an einige Zeit gelagerten, an in gewissen Medien untersuchten, an gehärteten und an Silberpräparaten reichlich gesehen haben:

Die Becherzellen sind — wenigstens auf der Schleimhaut des Darmkanals — an ganz frisch in indifferenten Medien untersuchten Präparaten nicht gerade leicht zu sehen.

Schon kurze Zeit nach dem Tode der Thiere treten Veränderungen in den Becherzellen auf, welche bewirken, dass dieselben viel deutlicher sichtbar werden.

Diese Veränderungen treten noch viel rascher auf, wenn man das Object in differenten Medien, besonders rasch, wenn man es in Wasser untersucht.

Deutlich sichtbar werden die Becherzellen durch Veränderungen später zu erörternder Art besonders, wenn man das Schleimhautgewebe in Chromsäure oder in doppelt chromsaurem Kali erhärtet, und endlich werden sie vor Allem deutlich durch die Silberbehandlung.

Durch den Mangel des Lebenseinflusses entstehen auch an den gewöhnlichen Epithelzellen Veränderungen, welche eine Verwechslung derselben mit Bechern möglich machen, und eine solche vielfach herbeigeführt haben.

Die Ansicht, dass die Becherzellen erst nach dem Tode oder durch Einwirkung irgend welcher Medien aus gewöhnlichen Cylinderzellen entstehen, gründet sich also entweder auf eine Verwechslung veränderter Cylinderzellen mit Bechern, oder sie beruht darauf, dass die betreffenden Autoren Becher erst dann sahen, als diese durch irgend welchen Einfluss sehr deutlich geworden waren; denn dieselben fanden sich schon vor der Einwirkung der genannten Einflüsse durchaus in derselben Zahl und Anordnung zwischen den Cylindern wie nachher. Leider scheinen die Vertreter der Kunstproducten-Ansicht sehr wenig mit frischen Präparaten handiert zu haben, sonst hätten sie wohl noch Vieles gesehen, was sie nicht gesehen haben, und ich wäre heute der Mühe überhoben, ihre fast nur auf Negation sich gründenden Annahmen zu widerlegen.

Und doch dürfte man gewiss bei der bekannten Empfindlichkeit des Darmepithels, — an welchem die meisten Untersuchungen über die Becherzellen vorgenommen worden, — verlangen, dass definitive Urtheile nur gefällt würden nach eingehender Beschäftigung mit Objecten, welche unter möglichst natürlichen Verhältnissen sich befinden. Die folgenden Angaben mögen beweisen, wie durchaus nothwendig für unseren Fall insbesondere die subtilste Behandlung ist.

Meine Untersuchungen, welche ebenfalls hauptsächlich das Darmepithel, aber ausserdem dasjenige aller Schleimhäute und zwar von Vertretern sämtlicher Wirbelthierklassen, betreffen, habe ich begonnen und die längste Zeit hindurch fortgesetzt an ganz frischen Präparaten, welchen ich als Medium möglichst indifferente Flüssigkeiten und zwar fast ausschliesslich das M. Schultze'sche Jodserum zusetzte. Des Näheren bin ich stets auf folgende Art verfahren: Nachdem ich auf den Objectträger einen Tropfen frischen Jodserums gebracht, und, um das Object vor dem Drucke des Deckglases zu schützen, Glassplitter aufgelegt hatte, tödtete ich das zur Untersuchung bestimmte Thier, schnitt ihm rasch den Bauch auf und eröffnete den Darm, ohne ihn irgend durch Berührung zu maltraitiren. Hierauf schnitt ich mit einer, besonders dazu bereit gehaltenen und mit Jodserum befeuchteten, feinen, gebogenen Scheere einige Darmzotten, beziehungsweise Schleimhautfältchen ab und brachte sie auf den Objectträger, worauf ich schnell untersuchte. Bei diesem Verfahren, wobei ich also die Schleimhaut, um sie intact zu erhalten, nicht einmal abspülte, bekommt man trotz des anhaftenden Schleimes doch fast immer, und bei nüchternen Thieren stets einzelne Stellen am Präparat, welche schöne Bilder darbieten. Bei Untersuchung der Sommerfrösche aber, deren Schleimhaut gewöhnlich ein sehr zäher Schleim anhaftet, und in anderen Fällen, wo erfahrungsgemäss dasselbe stattfindet, habe ich vor dem Abschneiden der Zotten die Schleimhautfläche mit einem leichten Strahl Jodserums abgespült, welchen ich aus einer Pipette darüberblies.

Um ganz sicher zu gehen und jedem Einwand begegnen zu können, habe ich selbst manchmal dem Thier noch während des Lebens Bauch und Darm geöffnet, und so die Schleimhaut so frisch als möglich zur Untersuchung bekommen.

Die abgeschnittenen Schleimhautfältchen habe ich theilweise unberührt untersucht, theilweise habe ich sie, um die Zotten zu isoliren, mit der Nadel zerzupft.

Bevor ich nun versuche zu zeigen, wie sich die Becher an so vorbereiteten, frischen Objecten bei Betrachtung von der Oberfläche darbieten, halte ich es, um im Folgenden klarer sein zu können, für nöthig, kurz Einiges über die Gestalt der isolirten Becher und über das Verhältniss zu sagen, in welchem sie in situ zum Basalsaume der Cylinderzellen stehen.

Die Becherzellen der Schleimhaut des Darmkanals bestehen bekanntlich aus einem oberen bauchig aufgetriebenen Theil, welchen F. E. Schulze Theka nennt, und einem nach unten strebenden Fortsatz, welcher von ihm als Fuss bezeichnet wird. Die Theka zeigt nach der Beschreibung und Abbildung der bisherigen Autoren im Allgemeinen eine birn- oder mehr eiförmige Gestalt mit scharf geschnittener Oeffnung am oberen Ende, so dass das Ganze einem Rheinweinglas, einem Römer ähnlich sein soll. Ich finde jetzt, dass die Gestalt der Becher vielmehr eine krugförmige ist, und dass die bisher gekannten Formen nur verstümmelte waren. Die Wandung eines vollkommen unverletzten Bechers nämlich verengert sich an der Stelle der bisher sogenannten Oeffnung der Theka, hat aber hier noch nicht ihr Ende erreicht, sondern strebt von hier, einen ziemlich breiten Ring über dieser Oeffnung bildend, senkrecht nach aufwärts. Der Ring ist dem bisher allein gekannten Theil der Theka des Bechers gerade so aufgesetzt, wie der Hals eines der gebräuchlichen steinernen Wasserkrüge dessen Bauch (vgl. die Abbild. Fig. 14 h. &.). Ich nenne ihn daher im Folgenden der Kürze wegen Becherhals, und den früher schon bekannten Theil der Theka Becherbauch. Der Becherhals ist nun einer Lücke, welche sich immer da findet, wo die Basalsäume mehrerer Cylinder im Winkel zusammenstossen, eingefügt, wie das Fig. 11 d. zeigt, und es scheint mir, dass derselbe in eine obere Schicht der Basalsäume (Fig. 11 a.) direct übergeht<sup>1)</sup>. Da der besagte Ring in seinem oberen, nach dem Darmlumen zu schauenden Umfang meist etwas weiter ist, als im unteren, der Ausbauchung des Bechers zugekehrten, so entsteht ein trichter-

<sup>1)</sup> Vgl. darüber weiter unten.



förmiges Kanälchen, welches also von der Wandung des Bechers oder, was dasselbe ist, von der Fortsetzung einer obersten Schicht des Basalsaumes gebildet wird, und durch die ganze Dicke des letzteren hindurch von seiner Oberfläche in den Becherbauch führt. Es mündet demnach nicht die bisher sogenannte Oeffnung der Becher, sondern der obere Umfang der beschriebenen Kanälchen auf die Schleimhautoberfläche aus: Die Ausmündungen dieser Kanälchen auf der Schleimhaut will ich Stomata nennen. An den bis heute beschriebenen und abgebildeten Bechern war also der Ring oder Becherhals unbeachtet geblieben oder abgebrochen gewesen. Ich komme auf diese Verhältnisse und besonders auf den Becherfortsatz später zurück.

Untersucht man nun unter dem Mikroskop die auf oben beschriebene Art präparirte Zotte irgend eines Thieres so rasch als möglich nach seinem Tode, so scheint bei oberflächlicher Betrachtung die regelmässige Anordnung der Polygone, welche — von den Basen der Cylinderzellen gebildet — die Mosaik der Schleimhautoberfläche darstellen, durch nichts unterbrochen zu sein: Polygon liegt an Polygon, begrenzt durch hellglänzende oder, je nach der Einstellung, mehr dunkel erscheinende Linien. Sieht man nun aber schärfer zu, so bemerkt man da und dort an Stellen, wo diese Begrenzungslinien in der Form eines Y oder eines Kreuzes oder eines Sternes, — je nachdem 3 oder 4 oder mehr Cylinderzellen aneinanderliegen, — zusammenstossen, beziehungsweise sich schneiden, entweder ungemein kleine, deutlich rund begrenzte, je nach der Einstellung heller oder dunkler erscheinende Pünktchen oder Ringchen (vgl. Fig. 15), oder aber anders aussehende, mehr oder weniger grössere, glänzende Punkte, welche dadurch, dass sie das Niveau der Zellenmosaik zu überragen scheinen, den Eindruck von glänzenden, weissen Knöpfchen machen (Fig. 8 a.).

Nur die zuerst genannten Pünktchen oder Ringchen entsprechen den Mündungen des trichterförmigen Becherhalses auf der Oberfläche der Schleimhaut, also den Stomata; die glänzenden Knöpfchen verlangen eine andere Deutung. Sprechen wir zuerst von den Stomata.

Es sind viele Irrthümer dadurch entstanden, dass die meisten bisherigen Beobachter die eigentlichen Ausmündungen der Becher

auf der Oberfläche der Schleimhaut verkannt oder fälschlich andere Dinge für sie gehalten haben. Es wären auch gewiss einige ausführliche Theorien über die Entstehung der Becherzellen unmöglich ausgedacht worden, wenn die Verhältnisse der Becheröffnung in den Darmkanal genauer behandelt und erkannt worden wären. Denn es unterliegt wohl keinem Zweifel: wenn die oben von mir gegebene Darstellung der Natur entsprechend ist, so kann, falls überhaupt eine Entstehung von Bechern aus gewöhnlichen Cylinderzellen stattfindet, die Umwandlung nicht in einem einfachen Platzen der letzteren oder dergleichen bestehen; der Vorgang müsste vielmehr ein viel complicirter sein, und wäre jedenfalls nicht so leicht zu belauschen, wie das mehreren Beobachtern gelungen sein will.

Da nach meiner Beschreibung der dem Becherbauch aufsitze Becherhals in eine zwischen den Basalsäumen mehrerer Cylinderzellen freigelassene Lücke eingefügt ist, so muss der Becherbauch selbst, sammt seinem Inhalt, unterhalb der Basalsäume liegen. Man sieht das schön an Profilansichten (vgl. Fig. 9, 10, 11, 12). An solchen (z. B. bei Einstellung auf den Rand einer Zotte) bezeichnet sich die Stelle, wo unterhalb des Basalsaumes ein Becherbauch liegt, jedesmal durch eine Einziehung des ersteren. Diese Einziehung stellt eben den Anfang des von der Oberfläche der Schleimhaut in die Höhlung des Becherbauches verlaufenden Kanälchens, das Stoma, dar. Oft kann man schon an frischen Präparaten dieses Kanälchen seiner ganzen Länge nach in der Seitenansicht verfolgen, ungemein deutlich wird es nach Behandeln des Gewebes mit gewissen Reagentien.

Den Inhalt des Bechers betreffend will ich hier bemerken, dass derselbe zwar gewöhnlich den Becherbauch ausfüllt, aber nur höchst selten in den Becherhals hinaufreicht: fast ausnahmslos grenzt er sich am Anfang des letzteren mit nach oben schauender Convexität als hellglänzende oder dunkel granulierte Masse ab (Fig. 9 in der Höhe von b.).

Denken wir uns den beschriebenen Bau in der Flächenansicht, so erscheint klar, dass wir, je nachdem wir dem Tubus eine wenig höhere oder tiefere Einstellung geben, ganz verschiedene Bilder erhalten sollten. Bei höchster Einstellung sehen wir nur das Stoma (Fig. 15 a. — Vergl. damit Fig. 9 e. und Fig. 12 a.). Senken wir

den Tubus, so dass wir den Becherbauch im Focus haben, so sollten wir diesen, beziehungsweise dessen Inhalt, welcher ja im Aussehen von demjenigen der Cylinder erheblich differirt, als Scheibe oder Halbkugel zu sehen bekommen, welche bei weiterem Senken des Tubus so lange an Breitendurchmesser zunähme, bis die Einstellung auf den weitesten Umfang des Becherbauches erreicht wäre; bei noch tieferer Einstellung müsste dieser Durchmesser wieder abnehmen. Allein alle diese Bilder sind an durchaus frischen Präparaten, was besonders hervorzuheben ist, meist wenig deutlich ausgesprochen, — nur das für die höchste Einstellung Verlangte, das Stoma, ist im vorliegenden Fall gewöhnlich scharf zu sehen: dasselbe dokumentirt sich als feine Lücke von regelmässig runder Begrenzung und je nach der Einstellung heller oder dunkler schimmerndem Aussehen. Zu ihm hin laufen die Begrenzungslinien der Cylinder. — Dass das Stoma eine wirkliche Oeffnung, die Ausmündungsstelle des Bechers auf die Schleimhaut, darstellt, beweist, wie auch F. E. Schulze sagt, die einfache Thatsache, dass man zuweilen den Becherinhalt aus dieser Mündung heraustreten sieht. Doch komme ich später auf eine Methode der Behandlung zu sprechen, vermittelt welcher man sich schon durch den Anblick der Form sehr leicht von dem unzweifelhaften Vorhandensein einer wirklichen Oeffnung überzeugt.

Der Durchmesser der Stomata ist an frischen Präparaten gewöhnlich sehr klein, beträgt nur wenige Tausendstel Millimeter; doch variirt er in Einzelfällen sehr. Manchmal nämlich sind die Stomata durch vollständiges Zusammenrücken der umliegenden Basalsäume geschlossen, in entgegengesetzten Fällen aber, unter Verhältnissen, auf welche ich heute nicht näher eingehen kann, sind sie ungemein erweitert.

Um die Stomata in vollständiger Reinheit zu sehen, muss man so hoch einstellen, dass man den körnigen Inhalt der Cylinderzellen gar nicht mehr oder nur noch als matten Nebel unterhalb der Linien liegen sieht, welche die Polygone der Basalsäume von einander trennen. Sind die Cylinder mit Fett gefüllt, so gibt diess bei solch hoher Einstellung dem Bild oft ein eigenthümlich matt metallglänzendes Aussehen, wie es etwa mit dem Hammer geklopftes Eisenblech darbietet.

In der bisherigen Literatur ist diese beschriebene höchste Ein-

stellung in Beziehung auf unsere Frage nicht berücksichtigt worden. Da der Basalsaum vollkommen durchsichtig ist und da er der Beobachtung kein in die Augen springendes Object darbietet, so wurde er bei der Untersuchung übergangen und man fixirte statt der eigentlichen Bechermündung gewöhnlich den unterhalb des Basalsaumes liegenden Becherbauch mit seinem charakteristischen Inhalt (vgl. Fig. 1 e., Fig. 3 d.).

Allein es ist auch an den frischesten Präparaten, von welchen wir einstweilen allein reden, häufig sehr schwer und oft beim besten Willen nicht möglich, die Stomata auf die beschriebene Weise deutlich zu Gesicht zu bekommen: statt ihrer sieht man dann die hellglänzenden Knöpfchen, welche ich schon erwähnt habe, und zu deren Deutung ich jetzt übergehe.

Diese Knöpfchen (Fig. 8 a.) scheinen auch bei höchster Einstellung immer noch wie kleine Tropfen über das Niveau der fixirten Fläche sich zu erheben, ja sie werden oft erst bei so hoher Einstellung sichtbar, dass man den Eindruck erhält, als schwebten sie in der Luft. Durch die Seitenansicht überzeugt man sich in allen Fällen — auch in den am meisten täuschenden — sofort, dass nirgends etwas über den Basalsaum hervorragt. Dieser ist durch eine scharf markirte Linie eben begrenzt und zeigt an den Stellen, wo bei der Flächenansicht die glänzenden Tropfen Erhabenheiten über ihm zu bilden schienen, statt solcher das Gegentheil, nämlich Einziehungen, — dieselben Einziehungen, welche, wie erwähnt, in der Seitenansicht die Ausmündungsstellen des Becherhalses auf der Oberfläche der Schleimhaut, die Stomata, bezeichnen<sup>1)</sup>. Hinter diesen Einziehungen und

<sup>1)</sup> Ueber den Basalsaum wirklich hervortretende halbkugelige Gebilde kommen allerdings in gewissen Fällen vor, und wird man sich von deren eventuellem Vorhandensein durch die Seitenansicht sofort überzeugen. Es können diese halbkugeligen Gebilde entweder die aus den Basen der Cylinderzellen hervortretenden diaphanen Kugeln (Virchow) sein, — und dann zeigt schon ihre Zahl und Anordnung, dass sie von den auf der Fläche gesehenen, glänzenden Knöpfchen durchaus verschiedene Dinge sind. Oder aber sie sind wirklich Becherinhalt, welcher aus den Bechermündungen hervortritt, und dann fällt jenes Unterscheidungsmerkmal weg. Aber ein solches Heraustreten ungeformten Becherinhaltes ist sehr selten, — es kommt wie die diaphanen Kugeln, meiner Ansicht nach, an den Bechern der Darmschleimhaut nur vor, wenn sich das Präparat unter unnatürlichen Verhältnissen befindet, und ist

durch die Länge des Becherhalses, beziehungsweise die Dicke des Basalsaumes, von der äusseren Begrenzung des letzteren entfernt, sehen wir die den glänzenden Knöpfchen entsprechenden Bilder, — den glänzenden Inhalt des Becherbauchs. Denken wir uns die beschriebenen Verhältnisse wieder von der Fläche betrachtet, so ist jetzt klar, dass die hellglänzenden Knöpfchen nur sehr täuschend über dem Niveau der Basalsäume zu liegen scheinen, dass sie aber in Wahrheit unterhalb derselben liegen, denn sie sind in der That nichts anderes, als der unter besonderen Verhältnissen gesehene, ganze, unterhalb des Basalsaumes liegende Becherinhalt, oder der Ausdruck eines kleinen Theils des letzteren, welcher beim Anblick von oben durch den das Kanälchen darstellenden Becherhals sichtbar ist. Der Eindruck, als ob diese Knöpfchen auf der oberen Fläche der Cylinderzellen lägen, rührt, glaube ich, einfach daher, dass der Inhalt der Becher viel stärker lichtbrechend ist, als derjenige des Protoplasma der Cylinder und der dazu gehörigen Basalsäume.

Wenn die beschriebenen Knöpfchen der Ausdruck nur desjenigen Theiles des Becherinhaltes sind, welcher bei der Flächenansicht durch das die Basalschicht durchbohrende Kanälchen zu sehen ist, so sollten sie sich, nach der vorhin gegebenen Erklärung, bei tieferer Einstellung vergrössern; allein weder in diesem Falle, noch in jenem, wo sie den ganzen Becherinhalt darstellen, ist das in sehr ausgesprochenem Maasse an frischen Präparaten deutlich, — einmal, weil an diesen gewöhnlich die verschiedenen breiten Durchmesser des Becherbauches keine so grossen Differenzen zeigen wie an gelagerten, worauf wir gleich näher eingehen, und dann wohl desshalb, weil die kleineren Knöpfchen durch ihren starken Glanz in einen Lichtschimmer eingehüllt sind, welcher ihre Grenzen verwischt.

eine Verwechslung in obiger Hinsicht daher schon desshalb unmöglich, weil wir dort nur von ganz frischen Präparaten reden. — Den Widerspruch, in welchem ich in Betreff des Austretens von Becherinhalt mit F. E. Schulze stehe, werde ich ein Andermal zu erörtern Gelegenheit haben. Hier füge ich nur noch bei, dass ich ausnahmsweise beim Igel auch an ganz frischen Präparaten einzelne Körnchen des Inhalts aus dem Stoma austreten sah, wodurch leicht die Täuschung entstehen kann, als ob dieses eine gerissene Oeffnung darstellte.

Fast immer sind nun die Knöpfchen der Ausdruck des ganzen Becherinhaltes und man kann sich hiervon einfach überzeugen, wenn man ihren Durchmesser zuerst in der Flächenansicht misst und dann in der Seitenansicht. Um ein Beispiel anzuführen, welches mir gerade erinnerlich ist, erwähne ich, dass ich einmal beim Kaninchen beide Durchmesser 0,0049 Mm., — beide also gleich gross, — gefunden habe, welche Zahl also für diesen Fall — für ein absolut frisches Präparat — zugleich den grössten Durchmesser des Becherbauchs angibt. Wenn der grösste Durchmesser der Theka so klein ist, so versteht es sich, dass die Stomata in demselben Falle oder in manchen von der beschriebenen Art, wo man sie allein scharf sieht, noch kleiner sind. Aus dieser Minutiosität der Verhältnisse lässt sich theilweise erklären, dass von den genannten zwei verschiedenen Dingen, welche an frischen Präparaten die Anwesenheit der Becher gewöhnlich am deutlichsten dokumentiren, weder das eine noch das andere von Denjenigen gesehen worden ist, welche behaupten, es kommen auf der Schleimhaut frisch getödteter Thiere keine Becher vor. Es sind aber auch an ganz frischen Präparaten die Becher häufig so deutlich sichtbar, dass man an ihnen einen Becherbauch von ziemlichem Umfang, ich möchte sagen von Weitem, zu erkennen vermag. Der häufigste Fall ist freilich der, dass nur die kleinen Knöpfchen in die Augen fallen oder gesucht sein wollen — und man sieht dann bei höchster Einstellung weder Stomata noch Begrenzungslinien der Basalsäume. Der Grund hiervon ist der, dass wir jetzt — im Gegensatz zu vorhin — nicht im Stande sind, den Basalsaum zu fixiren, wegen seiner Durchsichtigkeit, beziehungsweise wegen des geringen Unterschiedes seines Lichtbrechungsvermögens von dem der Umgebung. Manchmal gelingt es aber doch nach scharfem Zusehen, jene Begrenzungslinien zu fixiren, und damit schwindet augenblicklich die Täuschung, als ob die glänzenden Knöpfchen oberhalb des Niveau's der Basalsäume lägen — man sieht nämlich jetzt, dass die Begrenzungslinien der letzteren über die hellen Knöpfchen weglaufen und sich in deren Mitte an den gleichfalls über den Knöpfchen sichtbar werdenden Stomata treffen.

Ich habe nun mit den Stomata und den Knöpfchen, von welchen man je nach dem Lichtbrechungsvermögen des Basalsaumes

bald die einen, bald die anderen sieht, zwei Typen beschrieben, um zu zeigen, wo und wie man die Becher auch an den frischesten Präparaten zu suchen hat. Zwischen beiden aber — sowie zwischen ihnen und einem später zu behandelnden dritten Typus — gibt es Uebergänge, wie daraus hervorgeht, dass man in günstigen Fällen, wie angedeutet, auch an frischen Objecten Knöpfchen, Stomata und Begrenzungslinien zugleich sieht; in anderen wieder sieht man letztere allein nicht, sondern nur die hellen Knöpfchen und in der Mitte über ihnen ein dunkles Pünktchen, das Stoma.

Ich behandle nun im Folgenden die nicht mehr ganz frischen Präparate.

Da die Leichenerscheinungen, welche die Becher erleiden, sehr rasch nach Eintritt des Todes erfolgen, so findet man bald Uebergänge von den im frischen Zustande vorhandenen intacten Verhältnissen zu gröberen Leichenerscheinungen, von welchen ich später handeln will, und zu solchen weniger entstellender Art, zu deren Erörterung ich jetzt komme.

Diese spontan eintretenden Veränderungen der letzteren Art sind eben solche, durch welche die Becher nach einigem Liegen des Präparates deutlicher sichtbar werden.

Hat ein Object, an welchem im frischen Zustande nur die Stomata das Vorhandensein der Becher deutlich anzeigten (Fig. 15 a), nur wenige Augenblicke gelegen, so entsteht unterhalb des Stoma und um dasselbe herum der Anblick einer mattglänzenden Scheibe, welche immer heller und grösser wird und zuletzt deutlich zur Halbkugel mit nach oben schauender Convexität sich gestaltet. Diese Halbkugel ist der Ausdruck des Becherinhaltes, und sie erscheint bei der Einstellung auf den breitesten Becherdurchmesser (Fig. 9 d.) am grössten (Fig. 3 d., Fig. 4 c.).

Je später nach dem Tode des Thieres, desto leichter sichtbar sind die Becher geworden, und zuletzt fallen die hellen, glänzenden Kugeln beim ersten Anblick in die Augen. Auf diese Weise erklärt sich die Annahme Arnstein's, dass die Becher im ersten Präparat immer viel spärlicher vorkommen, als in den später von demselben Thier entnommenen, und weiter dass die Becher nach dem Tode der Thiere aus gewöhnlichen Cylinderzellen entstehen.

Die jetzt erschienenen Bilder bieten nun je nach der Einstellung, welche man nimmt, einen verschiedenen Anblick dar.

Während man bei hoher Einstellung im Centrum des hellen Rings, welcher dem Becherinhalt entspricht, ein kleines Ringchen, das Stoma, sieht (Fig. 5 b., Fig. 16) verliert man bei tiefer Einstellung das Stoma und sieht nur noch den Becherinhalt (Fi. 3 d., Fig. 4 c.). Bilder der ersten Art bekommt man oft ungemein hübsch aus dem untersten Theile des Darms der verschiedensten Thiere, woselbst die Becher besonders zahlreich vorkommen. Man sieht hier oft sehr schön, wie die Linien, welche die Basalsäume von einander abgrenzen, über die dem Becherinhalt angehörenden Kugeln (Fig. 16) weglaufen, um zu den centralen Ringchen, den Stomata, zu gelangen. Diese Linien sind aber, wie schon erwähnt, oft sehr schwer zu fixiren, und man vermag manchmal nur Bruchstücke von ihnen zu sehen; oft sieht man sie gar nicht, sondern man bekommt, wie das schon vorhin auch für frische Präparate bemerkt ist, nur das Stoma und die helle Kugel in Sicht (Fig. 16 a.).

Gerade wie an den Präparaten, welche zuerst nur die Stomata scharf zeigten nach einigem Lagern der unter dem Stoma liegende Becherinhalt deutlicher und zur hellen Halbkugel wird, gerade so vergrössern sich die, gleichfalls in Folge des Todes des Gewebes, in zweiter Reihe beschriebenen Knöpfchen, welche ja meist der Ausdruck des ganzen Becherinhaltes sind, und werden nach und nach zu Halbkugeln mit viel grösserem Durchmesser. (Fig. 3 d, 4 c, 1 e, 2 l.)

Fragen wir nun nach der Erklärung der Thatsache, dass die Becher, nachdem das Gewebe nur kurze Zeit dem Einfluss des Lebens entzogen war, viel deutlicher sichtbar werden, so glaube ich als hauptsächlichste folgende anführen zu müssen: Der Becherinhalt erleidet nach dem Tode Veränderungen, welche ihn noch stärker lichtbrechend machen, als er schon vorher war, und er erleidet weiter Veränderungen, durch welche er an Volumen zunimmt, so dass der Becherbauch mehr ausgedehnt wird. In denjenigen frischen Objecten, an welchen man Anfangs nur die Stomata deutlich zu sehen vermag, muss der Becherinhalt wenig stark lichtbrechend und nur von geringem Umfange sein. Dass die Becher im frischen Präparat im Allgemeinen wirklich weniger ausgebaucht sind als im gelagerten, davon gibt schon das oben angeführte Maass von 0,0049 Mm. für den grössten Durchmesser des Becherbauchs ein Beispiel; an gelagerten Präparaten beträgt dieser Durchmesser manchmal über zwei Hundertstel Millimeter



(doch kommen Becherbäuche von ebenso grosser und noch grösserer Weite unter bestimmten Umständen auch an frischen Objecten vor, worauf ich heute nicht näher eingehen kann). Die bezüglichlichen Becher von geringem Umfang entsprechen aber nicht den collabirten Bechern Letzerich's, indem sie meist körnigen Inhalt zeigen. Meist ist wohl dieser geringere Umfang durch die compacte Beschaffenheit des Inhalts bedingt, welcher erst nach dem Tode wässerig wird, aufquillt. In einzelnen Fällen aber scheint es, dass die Becher durch die umliegenden Cylinder zusammengedrückt sind, — so wenig auch a priori die starre Wand der Becherzellen, von welcher wir später reden werden, hierfür spricht. Vielleicht deutet auf eine durch Druck der Umgebung hervorgebrachte Gestaltveränderung der Becherzellen auch die Thatsache hin, dass man nach vollkommener Fettfüllung der Cylinder, also während der Verdauung, manchmal die Becher nur ungemein schwer zu sehen, oder nur an den Stomata zu erkennen vermag<sup>1)</sup>. Es haben desshalb einzelne Autoren behauptet, es seien während der Verdauung gar keine Becher vorhanden. Wenn man bedenkt, dass der jeweilige Inhalt der Cylinderzellen sich auch über den Becherbauch weglegt (Fig. 11 a. a.), und denselben also bis zum Hals zudeckt, diesen bei strotzender Füllung wohl selbst noch verengernd oder verschliessend, so wird leicht begreiflich, dass der Becherinhalt bei der Ansicht von oben während der Verdauung häufig nur schwer zu sehen ist. Warum das in anderen Fällen wieder sich entgegengesetzt verhält, ist mir nicht ganz erklärlich. Ein Präparat, in welchem bei vollkommener Füllung der Cylinder mit Fett die Becher sehr deutlich mit characteristischem Inhalt (a, d, e), oder leer zu sehen sind, ist in Fig. 1 gegeben.

Das Verdecktwerden der convexen Oberfläche des Becherbauchs durch den Inhalt der Cylinder auch ohne Fettfüllung derselben, erklärt auch, dass man bei gewisser Einstellung und an frischen Präparaten manchmal bei der Ansicht von oben nur den Theil des Becherinhaltes als glänzendes Pünktchen oder Knöpfchen sieht, welcher durch das Lumen des Becherhalses durchblinkt: der Basalsaum ist ja vollkommen durchsichtig, er allein könnte den Inhalt des Becherbauchs nicht verbergen: das kann nur der über ihn sich hinlagernde Theil der Cylinder (Fig. 11 a. a.) thun.

<sup>1)</sup> Vgl. meine Inaug.-Dissertation S. 19 u. 11.

Bemerken will ich hier gleich noch, dass auch noch eine andere Thatsache für die Möglichkeit des Zusammengedrücktwerdens der Becher durch die Cylinder spricht: man findet hie und da (bes. beim Frosch), dass die weiteste Umgrenzung des Becherbauchs, beziehungsweise der denselben erfüllende Inhalt nicht mehr ganz rund, sondern unregelmässig — verschoben — eckig ist, offenbar durch die umgebenden Cylinder (vgl. Fig. 8).

Ich habe hier noch eine Form nachzutragen, unter welcher sich die Becher an ganz frischen, aber auch an einige Zeit gelagerten Objecten darbieten können. Sie stellen nämlich in der Flächenansicht häufig exquisit keulenförmige Gebilde dar (vgl. Fig. 1 a. und d.), ganz wie sie Letzerich in seinem ersten Aufsatz Fig. 5 (in der Mitte) und in seinem zweiten Fig. IV (in der Mitte) und wie sie schon Kölliker, welcher sie damals für im Beginn der Fettresorption befindliche Cylinderzellen hielt<sup>1)</sup>, abgebildet hat (Mikr. Anat. II. 2).

Diese Keulen zeigen an ihrem oberen Ende eine wirkliche Oeffnung oder an länger gelegenen Objecten manchmal den Anschein einer solchen (wie wir später sehen werden). Die Keulen stehen senkrecht, einzeln zwischen den Cylindern. Gegen den Rand der Zotten zu oder da, wo die Zotten (oder die Schleimhaut überhaupt) Falten bilden, sieht man sie mehr von der Seite, — ganz im Profil bekommt man sie am Rande der Zotten zu sehen. Diese Keulen scheinen über die Cylinder hervorzuragen — eine Täuschung, die abermals nur durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen hervorgerufen wird. Von den auf dem Basalsaume ausmündenden Stomata, von den zu diesen hinlaufenden Begrenzungslinien der Basalsäume und von diesen selbst ist bei der Flächenansicht oft auch nach Aufwendung aller Mühe gar nichts zu sehen: das Bild sieht so aus, als ob gar kein Basalsaum vorhanden wäre. Den Basalsaum sehen wir aber sofort in der Seitenansicht, und wir überzeugen uns auch hier durch diese Ansicht, dass die Keulen — die Becherbäuche — unterhalb des Basalsaumes liegen. Die Oeffnung im oberen Ende der Keule entspricht offenbar der Stelle, wo das durch den Basalsaum gehende Kanälchen am oberen Becherende beginnt, — der Uebergangsstelle vom Becherbauch in den Becher-

<sup>1)</sup> Vergl. meine Inaug.-Dissertat. S. 14 ff.

hals. — Wie in den früher angegebenen Fällen, so kann ich auch hier den Grund davon, dass man bei der Flächenansicht den Basalsaum mit den Stomata oft nicht zu unterscheiden vermag, nur in dem Lichtbrechungsvermögen des Basalsaumes finden, welches von dem des umgebenden Mediums nur sehr wenig differirt.

Anführen will ich hier beiläufig, dass man z. B. beim Frosch, besonders im Dickdarm, nicht nur von einzelnen Stellen des Verdauungskanals, sondern von der ganzen Schleimhaut oft kein einziges deutliches und überzeugendes Bild bekommt. Es scheint in solchen Fällen, als ob das Gewebe wässerig imbibirt wäre.

In allen beschriebenen Fällen, wo man weder Stoma noch Begrenzungslinien sieht, und wo man irgend Zweifel in die gegebene Darstellung setzt, kann man die geschilderten, anatomischen Verhältnisse deutlich machen durch Einwirkung von Osmiumsäure auf das Object.

Ich habe diese Säure zuerst als Reagens auf Fett und Nervenfasern benützt und kam dabei auf ihre zur Untersuchung und Beurtheilung des Schleimhautgewebes ganz ausgezeichneten Eigenschaften.

Zunächst rede ich für jetzt nur von der Wirkung der Osmiumsäure auf das Epithel, und hebe hier speciell eben nur ihren Werth für Aufklärung der im Vorigen behandelten Verhältnisse hervor.

Setzen wir ein irgendwie undeutliches Präparat voraus, und lassen wir auf dasselbe — ein Stückchen Schleimhaut oder ein mit einer feinen Scheere abgeschnittenes Schleimhautfältchen — einige, am besten 12 bis 24 Stunden, eine 1 pCt. Lösung von Osmiumsäure einwirken (je kleiner das Schleimhautstückchen ist, eine desto kürzere Zeitdauer ist nöthig zur richtigen Wirkung). Nach gehöriger Action bekommt die erhärtete Schleimhaut ein grün-schwarzes bis schwarzes Aussehen. Man trägt mit der Scheere Etwas davon ab und zerzupft es auf dem Objectträger. Die Flächenansichten des Epithels, welche man nun erhält, sind prachtvoll: Das Epithelialgewebe, im Ganzen von gelblicher Färbung, ist wachsähnlich, durchscheinend geworden, so dass man es bei der Flächenansicht von der Basis bis zu den Fortsätzen mit verschiedenen Einstellungen durchmustern kann. Alle Verhältnisse sind in durchaus der Natur des frischen Präparates entsprechender Weise fixirt, wie

das durch keine andere Methode möglich ist. Fig. 5 stellt ein solches Osmiumsäure-Präparat dar, der Art, dass zu oberst, in der Gegend von a, die höchste, weiter abwärts, gegen b, eine immer tiefere und zuletzt, bei c, die tiefste Einstellung genommen ist. Das Präparat stammt aus dem unteren Theile des Dickdarms des Sperlings. Bei höchster Einstellung (a, oben) sehen wir nur die Stomata als scharf rund gezeichnete Oeffnungen, von welchen aus die zarten Begrenzungslinien der Basalsäume, Polygone bildend, verlaufen; bei etwas tieferer Einstellung sehen wir unterhalb des Stoma und in seinem Umkreise einen hellen Schimmer, welcher bei weiterem Senken des Tubus immer deutlicher wird, bis er von einem ziemlich scharfen Contour, dem weitesten Umfang der Theka entsprechend, begrenzt wird (b der Figur). Bei noch tieferer Einstellung wird die vorher scharfe Umgrenzung des centralen Kanälchens immer blasser, bis sie endlich ganz verschwindet und nur noch die jetzt ganz scharf gewordene Umgrenzung des Becherbauches sichtbar ist (c. der Figur).

Bei höchster Einstellung, so wie bei mittlerer, so lange man noch den Basalsaum fixirt hat, stellt das kleine centrale Ringchen die Umgrenzung des den Basalsaum durchlaufenden Kanälchens dar und die zu ihm gehenden Linien die Begrenzungen der Basalsäume. Ist man aber mit der Einstellung unterhalb des Basalsaumes angelangt, so wird der centrale Ring allmählich weiter, die zu ihm laufenden Linien sind der Ausdruck der zwischen dem Protoplasma der Cylinder liegenden Intercellularsubstanz und der centrale Ring entspricht dem bei der jeweiligen Stellung des Tubus sichtbaren Umfang des Becherbauchs. Bei Einstellung auf des letzteren grössten Umfang sieht man natürlich nichts mehr von über ihn weglaufenden Begrenzungslinien.

Man vermag aber durch noch tiefere Einstellung auch deutlich zu sehen, wie sich der Becher nach unten wieder verschmälert, und manchmal sieht man sogar auf seinem Grunde ein Loch: den Eingang zum hohlen Fortsatz des Bechers. Verläuft dieser Fortsatz, was oft der Fall, weiterhin in schiefer Richtung zwischen den Cylindern, so kann man auch das noch deutlich verfolgen.

Der Fall, der uns hier beschäftigt hat (Fig. 5), ist ein solcher, in welchem durch Wirkung des Reagens der Becherinhalt ausgetreten war, wie das meist durch solche Wirkung geschieht.

Aber man bekommt auch Bilder zu Gesicht, in welchen die Becher ihren Inhalt behalten haben. An solchen Bildern kann man oft ungemein schön sehen, wie täuschend — denn die natürlichen Verhältnisse sind ganz erhalten — der Becherinhalt über die Oberfläche der Cylinderbasis hervorzuragen scheint. Nach sehr scharfem Zusehen erkennt man aber bei höherer Einstellung immer, dass die Begrenzungslinien der Polygone über seinem hellen Inhalt an einer centralen, oft unendlich feinen Oeffnung sich treffen. (Fig. 7 stellt ein solches Bild dar: Die Einwirkung der Osmiumsäure war ziemlich stark, daher die dunkel erscheinenden Cylinder mit helleren Begrenzungslinien. Die hellglänzenden, granulirten Becher sind hier so gezeichnet, wie wenn sie, als nach oben convexe Halbkugeln, über die Cylinder hervorragten. Die darüber hinlaufenden Begrenzungslinien sind weggelassen). — Bemerken muss ich hier noch, dass das Stoma nach der Osmiumsäurebehandlung gewöhnlich viel schärfer begrenzt ist, als die zu ihm laufenden, die Basalsäume trennenden Linien. Letztere sind meist sehr zart, oft eben deshalb kaum sichtbar. Das das Stoma begrenzende Ringchen dagegen erscheint scharf schwarz.

Wir verlassen die Osmiumsäure-Methode, um später zu ihr zurückzukehren.

Ähnlich wie mit der Osmiumsäure, aber lange nicht so hübsch, vermag man auch durch die Behandlung der Schleimhaut mit Höllensteinlösung die Verhältnisse des Stoma und der Bechertheke klar zu legen.

Die Silberbehandlung gibt insofern ähnliche Aufschlüsse wie die Osmiumsäure-Methode, als sich durch sie die Stomata und die Begrenzungslinien der Basalsäume deutlich (durch die Braunfärbung) hervorheben, während der in der Tiefe liegende Becherbauch, von oben gesehen, um das Stoma herum einen gewöhnlich hellen Ring mit deutlicher Abgrenzung nach aussen darstellt (Fig. 6c.). Diese Abgrenzung, dem äusseren Umfange der Bechertheke entsprechend, ist viel blasser als die Begrenzung des Stoma, da sie — in dem hier beschriebenen Falle — nicht wie dieses durch Silberfärbung hervorgehoben, sondern von der ungefärbten Wand des Becherbauchs gebildet ist. Sie wird erst bei tieferer Einstellung als das Stoma deutlich sichtbar. — Da auch die Platten der Polygone durch das Silber etwas gebräunt sind, so stechen die

als Löcher hellen Stomata deutlich ab, wie das auch nach Behandlung mit Osmiumsäure der Fall ist (vgl. Fig. 6. — Diese Figur ist der *Conjunctiva* des Sperlings entnommen). Die Becher sind nämlich auch nach Anwendung der Höllensteinlösung meist leer. Manchmal färbt sich nun die innere Wandung der leeren Höhlung durch Eindringen der Silberflüssigkeit braun, so dass der sonst helle, dem Becherbauch bei der Betrachtung von aussen entsprechende Ring gebräunt erscheint (Fig. 6b.). Manchmal erhält sich der Inhalt im Becher auch nach Einwirken der Silberlösung. Er wird dann, so weit er, dem unteren Ende des Becherhalses anliegend, von aussen zugänglich ist, braun gefärbt, und erscheint von oben als hellbrauner bis braunschwarzer Punkt von verschiedener Grösse (Fig. 6a.). Das Silber kann aber auch den ganzen Becherinhalt durchdringen und färben, so dass dieser als braune, unter dem Netze der Polygone liegende Kugel erscheint. — Steht ein Becher nicht senkrecht, sondern liegt er etwas geneigt, wie das oft vorkommt, so sieht man nicht einen dem Becherbauch entsprechenden Ring, sondern einen halbmondförmigen Halbring.

Es muss nun constatirt werden, dass die Silberbehandlung die Verhältnisse nicht ganz naturgemäss wiedergibt. Die in die Becherhöhlung eindringende Höllensteinlösung erweitert letztere etwas und erweitert insbesondere auch das Stoma, durch welches sie eindringt, oft unverhältnissmässig (Fig. 6d.). In einzelnen Fällen aber erscheint das Stoma, durch Aneinanderlagern der Basalsäume vollkommen geschlossen, und stellt, von oben gesehen, nur ein kleines schwarz- oder braun gefärbtes Pünktchen dar. In diesem Falle ist dann der Becherinhalt nicht ausgetreten und liegt vollkommen ungefärbt in der Tiefe (Fig. 6e). Daraus erhellt, dass das Stoma sehr verschieden weit sein kann: während das geschlossene Stoma etwa 0,0022 Mm. misst, messen andere 0,0081 bis 0,0117 Mm. Der weiteste Umfang des Becherbauchs misst etwa 0,0080 bis 0,0128 Mm. (Meerschweinchen).

Gewöhnlich ist das Stoma nach Silberbehandlung ebenso scharf begrenzt, als nach der Anwendung von Osmiumsäure. Allein es kommt doch vor, dass es etwas uneben, granulirt ist: das rührt dann einfach daher, dass Spuren von Schleim oder einige Körnchen beim Durchtritt des Inhaltes hängen geblieben sind und sich mitgefärbt haben.

Die Ausführlichkeit, mit der ich im Vorstehenden verfahren bin, mag sich entschuldigen durch die Ansichten, welche noch in der neuesten Literatur, oder vielmehr insbesondere in dieser, über die besprochenen Dinge vertreten sind, und welche wir jetzt, auf Grundlage des Gesagten, etwas näher betrachten müssen. Doch habe ich zuerst mit einigen Worten hier noch einmal auch auf die ältere Literatur, welche ich am früher erwähnten Orte ausführlich behandelt habe, zurückzukommen.

Zunächst will ich bemerken, dass die oben beschriebenen, glänzenden Knöpfchen und Halbkugeln, und die Uebergänge zwischen beiden, deren Bild durch den Becherinhalt hervorgebracht wird, und welche über die Basen der Cylinder hervorragen scheinen, Henle schon 1837<sup>1)</sup> veranlasst haben, von einer zweiten Form von Epithelzellen, die er als aus einer „vesicula limpida, globosa et brevi quasi manubrio granuloso“ bestehend, beschreibt, zu reden. Ebenso verdankt der Name „Epithelium capitatum“ von Gruby und Delafond<sup>2)</sup> offenbar dem scheinbaren halbkugeligen Hervorragen der Becher über die Cylinder seinen Ursprung. Von einer Oeffnung am oberen Ende der von ihnen beschriebenen Gebilde erwähnen diese Autoren nichts. Von einer Oeffnung spricht zuerst Kölliker<sup>3)</sup>. Er meint, wenn er von im Beginn der Fettresorption begriffenen Cylinderzellen handelt<sup>4)</sup>, offenbar die Becher. Er findet bei seitlicher Ansicht die Mitte der Endfläche der Cylinderzellen trichterförmig eingesenkt, doch hat er die „Ueberzeugung noch nicht gewinnen können, dass wirkliche Oeffnungen da sind“<sup>5)</sup>. Später<sup>6)</sup> tritt er, übereinstimmend mit Todd und Bowman, für das Vorhandensein von Oeffnungen am oberen Ende der „keulenähnlichen“, schon von Gruby und Delafond beschriebenen Zellen ein, welche er jetzt, nach Zurückweisung seiner früheren Ansicht, für „geborstene, zu-

<sup>1)</sup> Symbolae ad anat. villor. intestinal. VI. Berol. 1837. Vgl. meine Inaug.-Dissertat. S. 9.

<sup>2)</sup> Comptes rendus. Bd. XVI. 1843. Vgl. m. Inaug.-Dissertat. S. 9 u. 10.

<sup>3)</sup> l. c. S. 169.

<sup>4)</sup> Vgl. meine Inaug.-Dissertat. S. 15 ff.

<sup>5)</sup> Aehnlich spricht sich Kölliker aus: Würzb. Verhandlg. Bd. IV. 1854. Vgl. meine Inaug.-Dissertat. S. 18.

<sup>6)</sup> Würzb. Verhandl. Bd. VI. 1856. Vgl. meine Inaug.-Dissertat. S. 19 ff.

sammengefallene und im Wege der Regeneration begriffene Zellen“ hält. — Leydig<sup>1)</sup> handelt von „kolbigen oder keulenförmigen Zellen“ aus dem Darm der Fische, Reptilien, Vögel und Säuger, welche er für die Analoga seiner Schleimzellen anspricht. Er bildet sie — offenbar die Becher — fälschlich so ab<sup>2)</sup>, als ob sie über die Basen der Cylinder um ein Beträchtliches hervorragten. Eine Oeffnung ist am oberen Keulende nicht zu sehen. Leydig liess sich also, gleich Gruby und Delafond, durch das starke Lichtbrechungsvermögen des Becherinhaltes täuschen. — Henle äussert sich später<sup>3)</sup> dahin: Die Becher nehmen sich in der Flächenansicht „wie helle, glänzende Kugeln zwischen den mattkörnigen, polygonalen Endflächen der Cylinder“ aus, welche in der Profilsansicht zuweilen über letztere hervorragten. — Einem Hervorragen der hellen Kugeln über die Cylinder in der Profilsansicht muss ich entschieden widersprechen. Man kann aber leicht zu einer solchen Annahme verleitet werden, wenn man entweder die schon erwähnten, aus den Cylinderzellenbasen hervortretenden diaphanen Kugeln, oder aber, wenn man den zufällig austretenden und im Profil über die Grenzlinie des Basalsaumes vorragenden Inhalt eines Bechers für einen Becher selbst hält. In Beziehung auf Henle's Fig. 119 A. verweise ich auf das in meiner Inaug.-Dissertat., S. 28 und 29 Gesagte. — Dönitz sagt, wie bemerkt, selbst<sup>4)</sup>, dass er die becherförmigen Zellen immer nur isolirt, nie in situ gesehen habe, und ist weiterhin der Ansicht, die grösseren, kreisförmig begrenzten helleren Stellen, welche man bei Betrachtung der freien Fläche, nach Henle's Angabe in regelmässiger Anordnung so häufig wahrnimmt, und die Donders abbildet<sup>5)</sup>, seien durch Abheben des Basalsaumes bedingt<sup>6)</sup>. Arn-

<sup>1)</sup> Histologie 1853. S. 310. Vgl. meine Inaug.-Dissertat. S. 21 u. 22.

<sup>2)</sup> l. c. Fig. 166.

<sup>3)</sup> Anatomie II. S. 164 u. 165.

<sup>4)</sup> l. c.

<sup>5)</sup> Ueber die Abbildungen Donders (Physiol. Bd. I. 2te Aufl. Leipzig, 1859.) vgl. meine Inaug.-Dissertation S. 22 ff., u. ebendas. S. 13 u. 14 über dessen Ansicht von einem aus geborstenen Cylinderzellen austretenden Kern: Donders verwechselt offenbar den Becherinhalt mit einem solchen, wie auch Henle Anat. II. S. 166 sagt: es seien die becherförmigen Körper selbst, welche Donders für vergrösserte Kerne hält.

<sup>6)</sup> Dönitz l. c. S. 387 u. 388: „Wenn letzterer, wie es nicht selten geschieht,



stein<sup>1)</sup> folgert also: Die Cylinderzellen der Darmschleimbaut sind wandungslose, aus Protoplasma bestehende Pyramiden; da die Becherzellen nur veränderte Cylinder sind, so haben auch sie keine Wandung: demzufolge kann das, was an ihrem oberen Ende das Aussehen einer Oeffnung darbietet, nicht eine solche, sondern nur ein Eindruck in's Protoplasma, eine Delle sein. Ein äusserer, grösserer Contour soll nach Arnstein bei der Flächenansicht nur dann entstehen, „wenn die weiteste Ausbauchung des Bechers bis an's Darmlumen reicht“, — die Silberfärbung bewaise die Richtigkeit dieser Ansicht, denn es werde durch sie jene Ausbauchung nur dann vom Silber erreicht und sonach gefärbt, wenn sie hoch, in gleicher Höhe mit der Delle, nicht aber, wenn sie tiefer liege, — nur im ersten Falle bekomme man einen zweiten gefärbten Contour. Es ist demnach Arnstein der irrigen Meinung, der Becherbauch könne von aussen, also auf seiner nach oben gerichteten Convexität, vom Silber direct berührt und gefärbt werden; er weiss nicht, dass der Basalsaum und das Protoplasma der den Becherbauch einschliessenden, beziehungsweise ihm aufliegenden Cylinderzellen letzteren noch vom Darmlumen trennen. Dass ein zweiter gefärbter Contour nur durch Eindringen der Höllesteinlösung durch das Stoma in die Becherhöhle entstehen kann, haben wir oben ausgeführt. — Das Stoma hält Arnstein für eine Delle; unser Kugelsegment, welches der Ausdruck des stark lichtbrechenden Becherinhaltes ist, und welches allerdings zuerst den Anblick einer Scheibe darbietet, hält er, definitiv für eine Scheibe, und meint, dieselbe sei der Basalsaum, welcher dünner, rund und stark lichtbrechend geworden sei. Es ist mir nicht möglich, den meiner Ansicht nach gänzlich verfehlten Theorien Arnstein's auf Seite 532 und 540 seiner Abhandlung hier mehr Rechnung zu tragen. Was davon nicht schon im Vorhergehenden widerlegt ist, mag gelegentlich noch beleuchtet werden.

sich so stark ausdehnt, dass er ein kugelförmiges Bläschen mit glashellem Inhalt bildet, so verdeckt er, von der Fläche aus gesehen, nothwendig einen Theil der benachbarten polyedrisch begrenzten Zellen (Fig. 11), und da man bei veränderter Einstellung des Mikroskops in der Tiefe den Kern der Zelle deutlich unterscheidet, so kann man leicht zu der Vermuthung geführt werden, dass man es mit becherförmigen Zellen oder mit aufgeblähten Kernen zu thun habe, durch welche die Zellen in der Umgebung zusammengedrückt werden.“

<sup>1)</sup> l. c.

Die Thatsachen ferner, welche Arnstein zu der Annahme geführt haben, dass die Becher in einzelnen Fällen vollkommen fehlen, dass sie beim Fixiren einer Zotte unter den Augen des Beobachters an Zahl zunehmen u. s. w., sind oben von mir bereits anders gedeutet; ebenso ist die Angabe erklärt, dass die hellglänzenden, runden Scheiben unter den Augen des Beobachters grösser werden. Uebrigens habe ich, um jedem Einwande zu begegnen, an absolut frischen Präparaten die erst nur schwer sichtbaren Becher oft genug gezählt, habe dann das Präparat eine Stunde und länger liegen lassen und habe bei der nun wieder vorgenommenen Zählung niemals auch nur einen Becher mehr gefunden, als bei der ersten. Neben dem scheinbaren Entstehen der Becher überhaupt hat Arnstein jedenfalls der Umstand zur Annahme verleitet, die Becher seien nur veränderte Cylinder, dass er wirklich veränderte Cylinderzellen fälschlich für Becher gehalten hat, und dass er vermeinte ein Entstehen von Becheröffnungen gesehen zu haben — auf Grund weiterer Irrthümer. Zum Theil mag nämlich Arnstein, wie bemerkt, wirkliche Becheröffnungen für Dellen gehalten haben, zum anderen Theile aber hat er kleine Hohlräume, Vacuolen, welche als Leichenerscheinung in gewöhnlichen Cylinderzellen, aber auch in Becherzellen entstehen, für Becheröffnungen gehalten. Zu dieser Ansicht führen mich folgende Behauptungen des genannten Autors: Grösse und Form der Dellen sollen sehr wechseln; an den Epithelien des Froschmagens seien sie häufig oblong, sogar spaltförmig, häufig sehe man hier und am Oesophagus zwei, drei bis vier Dellen an einer Becherzelle, die unter den Augen des Beobachters zu einer grösseren zusammenfliessen.

Dass Arnstein veränderte Cylinderzellen, welche aber keine Becher sind, für Becher gehalten hat, dafür dürfte der einfachste Beweis darin liegen, dass er von einer Dellenbildung (also Becherbildung) im Cylinderepithel des Froschmagens spricht und solche<sup>1)</sup> abbildet, während im Froschmagen niemals Becherzellen vorkommen, wie das auch schon Oedmansson erwähnt<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> l. c. Fig. 2.

<sup>2)</sup> Vgl. auch F. E. Schulze über das Epithel des Magens. — Auch Erdmann muss ich entgegenhalten, dass ich im Froschmagen niemals Becher gefunden habe.

Dadurch, dass ich auf die Vacuolenbildung in Cylinder- und Becherzellen, so viel sie für unsere Frage von Wichtigkeit ist, eingehe, hoffe ich zu zeigen, dass Arnstein auch sonst, wo er immer von einer Dellenbildung spricht, im Irrthum ist. Doch gibt uns die Vacuolenbildung auch in anderer Beziehung hübsche Gesichtspunkte. Dass ich hier nicht Vacuolen im Sinne Letzerich's meine, versteht sich von selbst.

Untersucht man das Epithel der Darmschleimhaut in der Flächenansicht unter dem Mikroskop, so sieht man — auch bei Anwendung möglichst indifferenter Medien, z. B. frischen Jodserums — bei aufmerksamer Beobachtung in vom soeben getödteten Thiere entnommenen Präparaten häufig schon nach einigen Augenblicken scheinbar im Basalsaume der Cylinderzellen mehr oder weniger regelmässige, runde oder oblonge, zackige, gerissene oder geschlitzte, auch sternförmige Figuren etc. auftreten, welche oft täuschend Oeffnungen ähnlich sehen. Da der Basalsaum vollkommen durchsichtig ist, desshalb bei oberflächlicher Beobachtung sich dem Blick entzieht, so macht die scheinbare Oeffnung den Eindruck, als münde sie direct auf die Oberfläche der Schleimhaut aus. Diese scheinbaren Oeffnungen sind nichts anderes als Vacuolen, und man überzeugt sich durch die Seitenansicht leicht, dass dieselben unterhalb des Basalsaumes liegen.

Am täuschendsten wird der Anschein einer Oeffnung (Delle, Arnstein), wenn eine solche Vacuole von tadellos kreisförmiger Umgrenzung vollkommen im Mittelpunkt der sechseckigen Fläche der Epithelzelle erscheint (Fig. 2, i meiner Tafel). Oft liegen aber zwei (Fig. 2 a, f.) oder drei solcher Vacuolen (Fig. 2, k.) in einer Epithelzelle, oder man sieht neben der ersten die zweite und dritte entstehen, und man sieht sie zu einer grösseren zusammenfliessen, wie das Arnstein von seinen Dellen sagt. Fig. 2, a. stellt zwei Vacuolen dar, welche im Begriff sind zusammenzufliessen. Nach dem Zusammenfliessen entstehen bisquit- oder kleeblattähnliche Figuren (Fig. 2, g.) von bald regelmässiger, bald fetziger und zerrissener Umgrenzung (Fig. 2, b. c. h.), welche manchmal fast die ganze Basis der Epithelzelle einnehmen (Fig. 2, c. e.). Die Becher sieht man als Gebilde von bekanntem charakteristischen Aussehen da liegen, wo die veränderten Cylinderzellen im Winkel zusammenstossen (Fig. 2, l.). Wenn noch ein Beweis nöthig wäre, dass

wir es in den Bildern b. d. k etc. zwar mit veränderten Epithelzellen zu thun haben, nicht aber mit Bechern, so wäre anzuführen, dass in den bezeichneten Gebilden, da das Präparat von einem in Verdauung begriffenen Thier entnommen ist, Fetttröpfchen (im Protoplasma um die Vacuolen herum) liegen. Denn niemals sind in einem Becher während der Verdauung Fetttröpfchen zu finden; der Becherinhalt behält sein Aussehen und seine Beschaffenheit ganz unabhängig von den Vorgängen der Verdauung bei. Es spricht dieser Satz das Gegentheil von der Ansicht Letzerich's aus; allein auch Arnstein<sup>1)</sup> gibt an, bei mässiger Fettfüllung der Epithelien erscheinen auch die Becherzellen stark körnig, ein Theil der Molekel erweise sich als fettiger Natur. Arnstein musste in Folge seiner Veränderungstheorie zu solcher Consequenz kommen.

Bisher habe ich nur von vacuolenhaltigen Cylinderzellen gesprochen; es entstehen aber unter denselben Bedingungen wie diese in den Präparaten auch vacuolenhaltige Becherzellen. Nach kurzer Zeit Liegens zeigen sich im Inhalt der Becher (in der körnigen Masse) Risse der verschiedensten Gestalt, bald schlitz-, bald sternförmige oder ganz unregelmässige Bilder darbietend. Oft aber haben diese Lücken eine regelmässige, runde Begrenzung, und wenn eine solche regelmässig begrenzte Lücke genau in der Mitte der vom Becherinhalt gebildeten Halbkugel liegt, so täuscht sie die Becheröffnung vor. (In Fig. 4. sind die verschiedenen Formen der Vacuolen gezeichnet; a daselbst zeigt zwei Vacuolen, welche im Begriff sind, zusammenzufließen; b stellt sie zusammengefloßen dar. Ebenso zeigt Fig. 3, in c. zwei zusammenfliessende Vacuolen; a daselbst zeigt eine rund begrenzte Vacuole, b eine solche mit gerissener Begrenzung und schlitzförmig.) Die scharf rund begrenzten und in der Mitte der Convexität der Becherhalbkugel liegenden Vacuolen ahmen oft so täuschend eine Becheröffnung nach, dass auch der mit diesen Dingen Vertrauteste manchmal versucht ist, sie für solche zu halten. Allein es gelingt bisweilen bei höherer Einstellung die wirkliche Oeffnung zu fixiren, obschon das natürlich bei Bechern, welche schon so weit verändert sind, dass sie Vacuolen zeigen, doppelt

<sup>1)</sup> l. c. S. 533.

schwer fällt. Bei Betrachtung von der Seite aber kann man sich meist davon überzeugen, dass irgend ein kleiner Hohlraum, eine Lücke im Inhalt des Bechers liegt, da wo dieser mit convexer Oberfläche an den Eingang des Becherhalses stösst. Die Vacuolen entstehen also durch irgend welche Zerklüftung des Protoplasmas der Cylinder oder desjenigen der Becher. In den Cylindern liegen sie meist im obersten Theil des Protoplasmas, da, wo dieses an den Basalsaum grenzt. — Die Vacuolen zeigen (als leere Räume) beim Wechsel der Einstellung meist viel deutlicher als diess auch Stomata thun, bald einen hellen, bald einen dunkleren, bläulichen Schimmer (Fig. 4, A. und B.). Am täuschendsten ahmen sie indess Becheröffnungen nach, wenn sie z. B. am oberen Ende einer der beschriebenen Keulen liegen, denn viele der hier vorkommenden Oeffnungen ähnelnden Lücken sind nichts anderes als Vacuolen. Besonders muss ich noch auf die Vacuolen mit unregelmässiger, gerissener Begrenzung (vgl. Fig. 4.) aufmerksam machen. Es erklären sich aus ihrer Verwechslung mit Becheröffnungen theilweise die Angaben verschiedener Autoren über unregelmässige geschlitzte, zerrissene, sternförmige etc. Becheröffnungen. Becheröffnungen solcher Art kommen niemals vor: Die Stomata sind immer und ohne Ausnahme scharf geschnittene Löcher. Setzt man einem Präparat, nachdem sich darin Vacuolen gebildet haben, Osmiumsäure zu, so erhält man deutlich die scharf gezeichneten, untadelhaft runden Becheröffnungen, die scheinbaren, gerissenen sind verschwunden. Ich mache auf diese durch Vacuolen vorgetäuschten, scheinbar gerissenen Becheröffnungen doppelt aufmerksam, da sie ungemein häufig sind. Früher habe ich schon erwähnt, dass der Anschein von gerissenen Becheröffnungen auch dadurch entstehen kann, dass einzelne Körnchen des Becherinhalts im Umfang des Stoma ankleben. Auf eine dritte Erscheinung, welche gleichfalls gerissene Becheröffnungen vortäuscht, komme ich später bei Betrachtung der leeren Becher zu reden.

Das Auftreten der Vacuolen geschieht, wie bemerkt, schon sehr rasch nach dem Tode. Eine höchst eigenthümliche, hierhergehörige Erscheinung fand ich einmal bei einem frisch in Jodserum untersuchten Igel. Bei Betrachtung der Darmschleimhaut von der Fläche sah ich jedesmal da, wo die Begrenzungslinien mehrerer Cylinderzellen zusammenstiessen, falls nicht gerade da ein Stoma lag, ein

ungemein kleines, bei hoher Einstellung bläuliches, bei tieferer hellglänzendes Pünktchen. Nur selten fand ich da und dort ein solches Pünktchen auch auf dem Weg einer Begrenzungslinie selbst. An allen Präparaten fand ich merkwürdiger Weise dasselbe Phänomen: die ganze Fläche des Epithels mit kleinen Pünktchen übersät nahm sich wie von feinen Nadelstichen durchstochen aus. Auf der Seitenansicht zeigte sich, dass diese Pünktchen nicht im Basalsaum lagen, wie das bei der Ansicht von oben erschienen war, — sie lagen vielmehr —, offenbar sehr feine Vacuolen —, unterhalb des Basalsaums an den Stellen, wo die Intercellularsubstanz des Protoplasmas der Cylinder sich in die senkrechten Linien fortsetzt, welche die einzelnen Basalsäume von einander trennen. Oft lag an einer solchen Stelle nur eine Vacuole, oft lagen mehrere derselben in einer Linie übereinander in der Intercellularsubstanz. Das Merkwürdigste schien mir, dass diese Unzahl von Vacuolen in einem absolut frischen Präparat und in so grosser Verbreitung sich fand.

Die Oeffnungen der Fig. 3. Arnsteins, welche durch eine Scheidewand in je zwei getheilt sind, beziehe ich gleichfalls auf Vacuolen, wobei ich allerdings erwähnen muss, dass ich an isolirten Becherzellen (a' und b' von Arnstein's Figur) niemals Bilder fand, wie sie Arnstein gibt.

Erdmann glaubt, gleich Arnstein, nicht, dass die Becherzellen mit einer Oeffnung ins Darmlumen münden. Es scheint ihm, das Trugbild einer Oeffnung werde dadurch hervorgebracht, dass der pellucide Inhalt von gewissen (Cylinder-) Zellen durch die Basis derselben von der dunkler schattirten Umgebung absteche. Ihm ist gerade der scharf geschnittene Rand der (scheinbaren) Oeffnung der sogenannten Becherzellen ein Beweis dafür, dass es sich dabei um keine wirkliche Oeffnung handelt; wenn eine Oeffnung vorhanden wäre, so müsste diese, meint er, bei der zarten Beschaffenheit der umgrenzenden Substanz häufiger collabirt und unregelmässig erscheinen. Erdmann ist der Ansicht, dass jede Epithelzelle (also auch die Becherzelle) durch einen untern Basalsaum stets nach oben abgeschlossen sei. Die regelmässig sechseckigen Oeffnungen, welche er an verschiedenen Orten abbildet, mögen Cylinderzellen angehören, nicht aber Becherzellen. Da übrigens dieser Autor seine Beobachtungen nur an Chromsäurepräparaten gemacht hat, so kommt sein Urtheil in Beziehung auf

die Verhältnisse, wie sie sich im Naturzustande darbieten, nicht in Betracht.

Oeffinger<sup>1)</sup> spricht sich für das Vorhandensein von Oeffnungen an den Bechern aus. Dieselben sollen aber nicht immer rund und scharf, sondern öfter unregelmässig, schlitz- oder spaltförmig wie zerrissen sein. Zur Beurtheilung der Angaben dieses Autors überhaupt muss ich bemerken, dass von allen seinen Abbildungen nur die sub Fig. 2 und 3. gezeichneten, wirkliche Becherzellen darstellen (zwar keineswegs, wie er meint, „charakteristische Formen nach der gewöhnlichen Ansicht“), während Fig. 4 bis 8. incl. nichts als durch Reagentien verkrüppelte Cylinderzellen sind. Ebenso sind die in der Flächenansicht (Fig. 1.) als Becherzellen bezeichneten, eckigen Gebilde alles eher als das, was sie sein sollen. c der Fig. 1, als Uebergang der Cylinderepithelialzelle in die Becherform bezeichnet, ist eine tadellose Cylinderzelle.

Das vermeintliche Entstehen der Becher durch Einwirkung von Chromsäure oder von doppeltchromsaurem Kali erklärt sich auf dieselbe Weise wie die Annahme ihres Entstehens aus gewöhnlichen Cylinderzellen nach dem Tode der Thiere in den schon behandelten Fällen: die Becher sind a priori vorhanden, werden aber, wie dort durch in Folge des Todes in ihnen eintretende Veränderungen, so hier durch die Veränderungen, welche sie durch Einwirkung eines der genannten Medien erleiden, viel deutlicher. Wenn man am frischen Präparat, z. B. an einem solchen aus dem untersten Theil des Dickdarms eines Thieres keine Becher gesehen hat, so dürfte der Anblick desselben Präparats nach Einwirkung einer jener Lösungen allerdings ein überraschender sein: Becher scheint da an Becher zu liegen, — eine hellerscheinende Hülle neben der anderen. So zahlreich sind die Becher, dass von einigen Seiten die Behauptung aufgestellt werden konnte, es würden durch das doppelt chromsaure Kali oder durch die Chromsäure alle Cylinderzellen in Becherzellen verwandelt: und doch vermag keine dieser Erhärtungsflüssigkeiten auch nur einen einzigen Becher aus einer Cylinderzelle zu machen und sind nach der Erhärtung genau so viele Becher da, als im frischen Präparat schon vorhanden waren.

<sup>1)</sup> l. c.

Durch Einwirkung der eben genannten Medien entledigen sich die Becher ihres Inhaltes: nachdem dieser durch die Stomata ausgetreten ist, bleiben sie als leere Hüllen zurück. Statt des ausgetretenen Inhalts ist die angewandte Lösung in den Becher gelangt, und dieselbe erweitert jetzt den Becherbauch ungemein, viel mehr noch, als das eine Höllensteinlösung thut. Dagegen schrumpfen die Cylinderzellen bedeutend zusammen, werden zum Theil ausserdem durch die sehr ausgedehnten Becher zusammengedrückt und das Resultat ist, dass man (an Flächenansichten), besonders bei der Einstellung auf die Höhe des weitesten Becherumfangs, Becher an Becher liegend zu sehen glaubt. Stellt man aber höher, auf das Stoma, ein, so ändert sich das Bild: man erkennt dann deutlich die Basen der Cylinderzellen zwischen den Stomata.

Wir haben jetzt von einem Objekt aus dem unteren Theil des Dickdarms gesprochen. Nimmt man dagegen Präparate aus dem Dünndarm, so kann man Zotten bekommen, auf welchen man auch nach Erhärten in Chromsäure oder chromsaurem Kali nach Bechern suchen muss, ganz wie oft an frischen Präparaten.

Schon an frischen Objekten sieht man, dass die Cylinder an der Seite wo sie an einen Becher grenzen, von diesem einen bedeutenden Eindruck erhalten. Da mehrere Cylinderzellen jeweils einen Becher zwischen sich nehmen und ihn dadurch, dass sie sich genau um ihn und über ihn her legen, bis zum Becherhals hinauf vollkommen einschliessen, so müssen sie zusammen einen Hohlraum bilden, in welchem der Becherbauch aufgenommen wird. Wenn z. B. je fünf Cylinder theilhaftig sind, so hat jeder von ihnen einen Eindruck aufzunehmen, welcher einem Fünftel der Bechertheke entspricht. Arnstein zeichnet in seiner Fig. 7, d. Cylinderzellen, deren Seitentheile durch eingewanderte Zellen eingedrückt sein sollen. Der Eindruck der links liegenden Zelle scheint mir nicht durch eine Zelle, sondern durch einen Becher hervorgebracht zu sein. Gewöhnlich beginnt allerdings der an einer Seite der Zelle befindliche Eindruck ganz allmählich dicht unterhalb des Basalsaums und baucht sich dann ziemlich tief gegen das Centrum der Cylinderzelle ein. Solche Cylinder findet man häufig nach Isolirung der Bestandtheile des frischen Gewebes in Jodserum: es dürfte das beweisen, wie gering verhältnissmässig die Neigung der gewöhnlichen Cylinderzellen ist, sich durch Aufnahme von Flüssig-



keit auszubauchen. (Bekanntlich treten ja auch lange bevor die Cylinder irgend welche Formveränderung sogar durch Wasser erleiden, die in Betreff der Wandungen der Cylinderzellen so vielfach diskutirten, blassen (s. g. diaphanen) Kugeln aus ihrer Basis und aus ihren Seiten aus.) Seitlich eingedrückte Cylinder der erwähnten Art findet man aber besonders nach Erhärten in Chromsäure oder doppelt-chromsaurem Kali, wie das nach dem Gesagten als selbstverständlich zu erwarten war. Oft aber findet man an zerzupften Präparaten die Becher so sehr ausgedehnt und die Cylinder so sehr geschrumpft und zusammengedrückt, dass z. B. zwei der letztern zu beiden Seiten des Bechers starr herabhängen, während sie oben derart über seinen Bauch hergelagert sind, dass sie mit seiner Wand Eins zu sein scheinen. Da der Basalsaum nie so sehr schrumpft wie der übrige Theil der Zellen, so bildet er im beschriebenen Falle, an den Becherhals angenietet, häufig am oberen Ende der Becher besonders in die Augen fallende eigenthümliche Anhänge, welche wohl einige Beobachter zur Annahme veranlasst haben, man sehe an in Chromsäure oder Kali bichromic. erhärteten Bechern oft noch Reste des Basalsaums der Cylinder, aus welchen sie entstanden seien.

Als Beweis dafür, dass die Becher Kunstprodukte oder überhaupt dafür, dass sie aus gewöhnlichen Cylindern entstanden seien, hat man vielfach ihre unregelmässige Anordnung zwischen letzteren angeführt. Allein diese Anordnung ist nur insofern unregelmässig, als sie durch den Wechsel in der Zahl bedingt ist. Dieser Wechsel ist zwar kein absoluter: ich habe schon erwähnt, dass die Becher im Rectum der verschiedensten Thiere gewöhnlich viel zahlreicher sind, als z. B. im Duodenum, und Knauff sagt, dass sie constant in den grossen Bronchen viel spärlicher vorkommen, als in den kleinern, aber relativ ist dieser Wechsel allerdings sehr gross. So kommen ausnahmsweise Fälle vor, wo sich die Becher im Rectum nur ebenso spärlich nachweisen lassen, wie in den obersten Gegenden des Darms, während sie hier wiederum an dicht nebeneinander liegenden Stellen sogar derselben Zotte sehr zahlreich sein oder aber vermisst werden können; denn es findet sich auch, dass sie auf umschriebenen Flächen wirklich fehlen. Vergebens habe ich bis jetzt nach einer Regel gesucht, welche hier einen Ueberblick gewähren, oder nach einer Erklärung, welche

befriedigen könnte. In der Mehrheit der Fälle ist aber doch die Zahl der Becher für eine bestimmte Gegend eine constante, und immer ist die Anordnung derselben eine man kann sagen regelmässige. Auch an den Stellen, wo sie am zahlreichsten waren, habe ich niemals zwei unmittelbar nebeneinander liegen gesehen, immer liegen zwischen zwei Bechern eine oder mehrere, gewöhnlich für weite Flächen eine ziemlich constante Anzahl, von Cylinderzellen. Gleich mir sagt Oedmansson von den Bechern der Darmschleimhaut, dass ihrer niemals mehrere nebeneinander liegen, und dass sie ziemlich regelmässig über die Oberfläche verbreitet seien. In Mundhöhle und Schlund des Frosches findet er oft auf weiten Strecken Cylinder- und Becherzellen so regelmässig geordnet, dass immer im Umkreis eines Bechers vier Cylinder liegen. Key<sup>1)</sup> findet auch auf der unteren Fläche der Zunge des Frosches die „flaschenförmigen“ Zellen ziemlich regelmässig zwischen den Cylinderzellen angeordnet. — F. E. Schulze sagt über die Becher der Dünndarmzotten: „Was die Reichlichkeit ihres Vorkommens betrifft, so scheinen in Bezug darauf nicht unerhebliche Unterschiede, sowohl unter den verschiedenen Thierarten, als auch zwischen den einzelnen Individuen, ja selbst zwischen den Zotten verschiedener Gegenden desselben Darmes vorzukommen, doch liegen diese Schwankungen auch wieder innerhalb nicht allzuweiter Grenzen. Durchschnittlich sah ich je zwei Becherzellen durch drei bis sechs gewöhnliche Cylinderzellen getrennt.“

Es scheint mir nach dem Gesagten die Anordnung der Becher auf den Schleimhäuten bestimmt genug gegen, nicht aber für ihren Charakter als Kunstprodukte zu sprechen. Den vorstehenden Belegen reiht sich aber noch ein weiterer an in der Thatsache, dass es Schleimhäute gibt, auf welchen niemals Becher vorkommen. F. E. Schulze führt von Orten, an welchen sich niemals Becher finden an: das Cylinderepithel der weiblichen Geschlechtsorgane, das Epithel der Gallenblase, des Ductus cysticus und choledochus der verschiedensten Thiere (die Gallenblase mit Ausnahme der des Igels), und ich füge dem mit Oedmansson noch das Epithel des Magens vom Frosch bei. — Es scheint mir

<sup>1)</sup> In einer Anmerkung der Arbeit Oedmansson's behandelt Key die Becher der Zunge des Frosches; vgl. meine Inaug.-Dissertat. S. 31.

dieses Fehlen der Becher zwischen Epithelien, welche morphologisch zum Theil ganz mit denjenigen der Schleimhäute, auf welchen Becher vorkommen, übereinstimmen, von vornherein ein Kriterium gegen die Auffassung der letzteren als Kunstprodukte zu sein. Könnte man Becher aus den Cylindern des Dünndarms vom Frosch „nach Belieben“ durch Behandeln mit Höllensteinlösung oder durch phosphorsaures Natron oder durch Erhärten in Chromsäure darstellen, so müsste man sie wohl auch aus denjenigen des Magens und der Gallenblase desselben Thieres durch die nämlichen Methoden darstellen können, — was wohl nie gelingen dürfte.

Als absolut beweisend für die Eigenschaft der Becher der Schleimhäute als Kunstprodukte oder wenigstens für ihre Entstehung aus Cylinderzellen haben mehrere Beobachter Uebergangsformen zwischen Bechern und Cylindern genannt und abgebildet. Da aber diese Angaben von Uebergangsformen von Autoren herühren, welche die Becher niemals an frischen Präparaten oder in continuo gesehen und untersucht, oder von solchen, welche vielfach Cylinderzellen mit Bechern verwechselt haben, so glaube ich mir eine eingehende Kritik derselben ersparen zu können, denn diejenigen Beobachter, welche die Anfangs- oder Endstadien der Gebilde, zwischen welchen sie Uebergangsformen statuiren wollen, niemals unter natürlichen Verhältnissen gesehen haben, oder welche jene beiden da und dort offenbar verwechselten, können nicht verlangen, dass eben ihre Darstellungen von Uebergangsformen auf ein Urtheil irgend Einfluss haben. Uebrigens sind viele von den Angaben, auf welche sich das Entstehen von Bechern aus gewöhnlichen Cylindern bis jetzt gründete, im Vorstehenden schon speciell anders gedeutet, so das Entstehen von Becheröffnungen unter den Augen des Beobachters, das Vorhandensein von gerissenen u. s. w. Öffnungen an den Bechern, das Uebrigbleiben eines Stückes vom Basalsaum an diesen Öffnungen etc. Was endlich von den Uebergangsformen, welche Oeffinger abbildet, zu halten ist, habe ich auch schon bemerkt, und es ergibt sich somit für mich der Schluss, dass die bisher als Umwandlungsformen von Cylindern in Becher abgebildeten Zellen entweder keine Uebergangsformen sind, oder dass die Abbildungen und Beschreibungen von solchen nicht als irgendwie massgebend anerkannt werden können. Da die Ansicht, welche F. E. Schulze über eine Umwandlung von

Epithelzellen in Becher ausspricht, nicht die Schleimbäute, sondern die Oberhaut von Fischen betrifft, so versteht es sich von selbst, dass dieselbe ausserhalb der Frage steht, welche ich hier behandle.

Ich finde nun allerdings an ganz frischen Präparaten Bildungen, welche ein Mittelding zwischen Cylindern und Bechern darstellen, und welche in Fig. 14 a, c. und d. isolirt abgebildet sind. Diese Bildungen halte ich für die ersten Entwicklungsstufen der zwischen Cylinderzellen auf Schleimbäuten vorkommenden Becher. Sie haben nichts gemein mit den bisher sogenannten Uebergangsformen zwischen Cylinder- und Becherzellen und können vorerst mit derselben Berechtigung für selbständige junge Becher, wie für in Umwandlung begriffene Cylinder gehalten werden.

Diese Gebilde zeigen in ihrem unteren Theil in Form und Inhalt freilich ganz das Aussehen von gewöhnlichen Cylinderzellen. Ihr oberes Drittel aber ist zu einem gewöhnlich exquisit eiförmigen Körper gestaltet (Fig. 14, c.), welcher mit dem unteren breiteren Pol gegen den cylinderähnlichen Theil mit scharflinig begrenzter Convexität sich absetzt, während der nach oben schauende das spitzere Ende des Eies darstellt. Dieses spitzere Ende zeigt manchmal die punktförmige Andeutung einer Oeffnung; dadurch entsteht ein Bild, welches der Eichel eines menschlichen Penis bei gewisser Ansicht ungemein ähnlich ist, wie das Fig. 14, a. anschaulich machen soll<sup>1)</sup>. Aber diese Figur stellt nach den früher gegebenen Ausführungen offenbar nicht den gänzlich unverletzten jugendlichen Becher dar, es müssen vielmehr Formen gefunden werden, in welchen sich die Wandung des eiförmigen Körpers nach oben zum dünnen, durch Aneinanderliegen der Wandung vielleicht geschlossenen Becherhals auszieht. Der beschriebene eiförmige Körper, der Becherbauch, scheint nämlich zuerst, in den jüngsten Bildungen, wirklich auch am oberen Ende geschlossen zu sein. Derselbe erhält seine Form durch eine ungemein zarte Wandung, und diese umschliesst einen ausserordentlich stark lichtbrechenden Inhalt, welcher gewöhnlich auch bei ansehnlicher Vergrösserung noch vollkommen homogen erscheint. Durch Hartnack'sche Tauchlinsen aber löst er sich in eine glasglänzende Masse auf, welche

<sup>1)</sup> Die Figur ist nicht ganz gut ausgefallen; das untere Ende des eiförmigen Körpers sollte im Verhältniss zum oberen breiter und mehr abgeplattet sein.

ganz durchsetzt ist von noch stärker lichtbrechenden, unmessbar feinen, sonnenstaubähnlich blinkenden Molekülen. — Das sehr starke Lichtbrechungsvermögen des eiförmigen Körpers bewirkt, dass dieser sich so sehr deutlich vom unteren, cylinderzellenähnlichen und wie die Cylinderzellen mit grobkörnigem Protoplasma erfüllten Theil des beschriebenen Gebildes absetzt.

Während ich einmal einen solchen jugendlichen isolirten Becher längere Zeit unter dem Mikroskop betrachtete, platzte plötzlich, mit solcher Geschwindigkeit, dass ich nicht sehen konnte, an welcher Stelle, die Wandung des seinem oberen Ende entsprechenden eiförmigen Körpers und dieser verstäubte seinen Inhalt, wie die Antheren der Pflanzen den Blütenstaub, nach allen Richtungen. Zurück blieb von dem eiförmigen Körper nur die zerfetzte Membran; dagegen war der ganze untere, cylinderzellenähnliche Theil des Bechers unverändert, nur seine früher gegen den eiähnlichen oberen Theil gerichtete und dessen Form entsprechend concave Aushöhlung war verschwunden und einer etwas zerrissen aussehenden, planen Begrenzung gewichen. Der Becher, wie er sich in diesem desolaten Zustand darstellte, ist Figur 14, b. abgebildet. Der Umstand, dass der eine Theil der abgerissenen Wand, wie das die Figur zeigt, viel grösser war, als der andere, beweist, dass die Hülle nicht am oberen Ende, entsprechend der frühern, punktförmigen Andeutung einer Oeffnung, sondern dass sie seitlich gerissen ist. Dieses seitliche Reißen aber lässt wiederum vermuthen, dass der ganze Vorgang des Platzens, wie ich ihn beschrieben habe, nicht ganz einem physiologischen Akte entspricht. Als Untersuchungsmedium hatte ich zwar gutes Jodserum benützt, welches ich sonst als indifferentes Mittel nur rühmen kann; allein immerhin befand sich die Becherzelle nicht unter natürlichen Verhältnissen: die noch äusserst zarte Membran des jungen Bechers, welcher in der natürlichen Lage vor jeder äussern Einwirkung hermetisch abgeschlossen ist, denn ich muss annehmen, dass auch seine Mündung gegen das Darmlumen anfänglich nicht geöffnet ist, wurde jetzt im isolirten Zustand allseitig von einer Flüssigkeit umspült, welche nothwendig endosmotisch in den eiförmigen Körper eindringen und diesen ausdehnen musste. Die Wandung konnte an beliebiger Stelle bersten, da sie ja nicht durch die in situ gleich Pallisaden um sie herumgestellten Cylinder geschützt war.

Donders<sup>1)</sup> hat mit seinen durch Mucinmetamorphose veränderten Epithelzellen offenbar die Becher gemeint. Unter Fig. 68, c. (Physiologie) gibt er zwei Figuren, welche er als geborstene Epithelzellen mit vollkommener oder theilweiser Entleerung des Inhalts bezeichnet. Diese Zeichnungen sollen, wegen ihrer Mangelhaftigkeit ist das nicht ganz bestimmt zu sagen, wohl dasselbe darstellen, was meine Fig. 14, b. wiedergibt. Ob Donders unter seinen durch Mucinmetamorphose aufgequollenen Epithelzellen auch die in meiner Fig. 14, a. gegebene Entwicklungsform der Becher begreift, ob er diese überhaupt beachtet hat, vermag ich, gleichfalls wegen der Unvollkommenheit seiner Abbildungen und wegen des Mangels einer Beschreibung, nicht zu entscheiden. Es scheint mir aber wahrscheinlich, dass er, wie ich, jugendliche Becherzellen und ihr Bersten im isolirten Zustande beobachtet, und daraus auf eine Mucinmetamorphose von Epithelzellen, welche, indem sie durch Bersten zu Grunde gehen, ihren Inhalt entleeren, und so den Darmschleim bilden, geschlossen hat. Von diesen Epithelzellen unterscheidet er andere, welche, ohne dass sie zu Grunde gehen, ihren Kern entlassen, — damit meint er offenbar ältere Becher in Ausübung ihrer Function, wovon ich das nächste Mal reden werde.<sup>2)</sup>

Es stellt sich nun für mich die Frage, ob ich um die Selbständigkeit der Becher, für welche ich a. a. O. eingetreten bin, zu retten, auch gegen die Mucinmetamorphose ankämpfen will. Ich kann aber meine Ansicht erst dann genau formuliren, wenn ich die morphologischen Verhältnisse, soweit sie die Becher betreffen, vollständig erörtert haben werde.

Wie schon gesagt, scheint es mir unwahrscheinlich, dass die Becher auch unter streng physiologischen Verhältnissen in der Weise bersten, wie ich das nach directer Beobachtung beschrieben habe. Auch Donders gibt keine Abbildungen, welche andeuteten, dass er Zellen in continuo hat platzen sehen; wenn er diesen Vorgang aber, wie ich, nur an isolirten beobachtet hat, so ist eine rein mechanische Erklärung, wie die oben gegebene dafür zulässig.

<sup>1)</sup> Nederlandsch Lancet III. Serie, II. Jaargang, 1852—1853. S. 546 ff. u. Physiologie Bd. I. 2te Aufl. S. 208. — Vergl. auch meine Inaug.-Dissertat. S. 13 u. 14 und S. 22 ff.

<sup>2)</sup> Vgl. einstweilen meine Inaug.-Dissert. S. 14, u. dieses Archiv I. c., sowie dieses Archiv Bd. XL. S. 282.

Es spricht somit nichts für ein frühes Zugrundegehen der Becher durch einen Akt, wie der erwähnte; dagegen spricht, wie wir sehen werden, Vieles für die Auffassung der geschilderten Zellen als jugendlicher Formen und für ihre Weiterentwicklung.

Wenn ein Austreten des primitiven, staubähnlichen Inhalts der jungen Becher auf die Oberfläche der Schleimhaut und ein Functioniren desselben dort als formloser Schleim überhaupt anzunehmen ist, so glaube ich, dass dieses Austreten erst geschieht, nachdem später die normale Communication zwischen Becherbauch und Schleimhautoberfläche durch Oeffnung des Becherhalses hergestellt ist. Doch kann ich auf diese Frage erst in meinem nächsten Aufsatz eingehen bei Behandlung der verschiedenen Arten des Becherinhalts, welche ich heute noch gar nicht berührt habe, und bei Betrachtung der Function der Becher. Doch muss ich, den Inhalt betreffend, hier kurz anführen, dass derselbe in einem späteren Stadium nicht mehr glasglänzend, beinahe homogen, sondern dass er hellkörnig, noch später aber dunkelkörnig ist. Auch Arnstein unterscheidet mit glänzendem, glasigem, homogenem Inhalt gefüllte und mehr oder weniger gekörnte Becher; und Fries spricht von mehr cylindrischen, mit einem hellen glänzenden Inhalt gefüllten Gebilden, welche er die Jugendformen der Becher nennt; seine Abbildungen zeigen leider, dass er nicht die von mir geschilderten meint.

Ich habe vorhin verlangt, dass unter den jugendlichen Becherzellen solche gefunden werden, an welchen die Wand des eiförmigen Körpers am oberen Ende sich zu einem zuerst wohl geschlossenen, Hals ausziehe. Fig. 14, d. stellt jugendliche Formen dar, an welchen ein Hals, wenn auch schon geöffnet, angedeutet ist.

Bevor ich nun die Entwicklung der beschriebenen jugendlichen Becher zu älteren successive verfolge, will ich in Kurzem davon sprechen, wie sich auch diese älteren, welche ich bisher nur im Zusammenhang mit den Cylindern und in der Flächenansicht betrachtet habe, im isolirten Zustand ausnehmen. Dieselben bestehen also, die äussere Form betreffend, aus einem obern, im Ganzen ausgebauchten Theil, der Theka, und einem untern von viel bescheidnerem Durchmesser, dem Fortsatz oder Fuss. Die Theka ist, wie schon oben erwähnt, exquisit krugförmig ge-

bildet, indem ihrem untern, tonnen- oder eiförmigen Abschnitt, dem Becherbauch der ringförmige Becherhals oben aufsitzt (Fig. 14 f, g, h, i.). Isolirt man die Epithelien durch eine der bisher zu diesem Zweck angewandten Methoden, so erhält man meist nur verstümmelte Becher: der Becherhals ist an denselben verloren gegangen, und ebenso ist der Fortsatz von ihnen meist ganz oder theilweise abgerissen, darum ist von den meisten Autoren nur den Becherbauch mit einem Stück des Fusses als Becherzelle beschrieben worden. Zwar habe ich in einzelnen Fällen auch durch Isoliren in Jodserum und nach Erhärten in Chromsäure durchaus unverletzte Becher erhalten, aber unvergleichlich ausgezeichneter gelingt, wie ich finde, die Isolirung ohne Verletzung durch Osmiumsäure. Man erhält nach Erhärten des Epithelialgewebes in einer Lösung dieser Säure und durch nachheriges Zerzupfen desselben mit der Nadel oft tadellos schön und charakteristisch gebildete Becher, durch deren Anblick gewiss auch der eifrigste Vertreter der Ansicht, man habe es mit Kunstprodukten zu thun, bekehrt werden wird. — Was an gut isolirten Formen zunächst auffällt, ist der lange und starke Fortsatz. Weiter fällt aber sehr auf die verhältnissmässig ungemein starre und dicke Wandung der Becher. Ich betrachte jedoch diese Verhältnisse eingehend besser auf Durchschnitten, welche ich, wie ich nachher zeigen will, an der durch Osmiumsäure erhärteten Schleimhaut gemacht habe, und erwähne hier vorher noch Einiges über die gleichviel durch welche andere Methode isolirten Becher, zunächst über deren Inhalt.

Dieser Inhalt ist aus den isolirten Bechern der Hauptsache nach meist ausgetreten, beziehungsweise durch Einwirkung der als Isolirungsmedium benutzten Flüssigkeit entfernt worden. Von der körnigen Masse sind gewöhnlich nicht einmal mehr Spuren zu sehen, nur ist die Innenfläche der Becherwandung noch überzogen von einer dünnen Schicht gelblich glänzenden Schleimes. Da dieser Ueberzug häufig nur ein unvollständiger ist, so bilden sich an der Becherwand manchmal eigenthümliche Zeichnungen, indem jene an den Stellen, wo der Schleim fehlt, vollkommen hell, durchsichtig, an denen dagegen, wo er vorhanden ist, gelblich glänzend erscheint. Diese Zeichnungen bilden Figuren mit mehr oder weniger zackiger Umgrenzung und machen häufig den Eindruck von durchsichtigen Blasen oder Bläschen. Sie finden sich entweder nur in der Theka,



oder aber auch im Fortsatz, oft durch dessen ganze Länge hinab. An der Stelle wo der Becherbauch in den Fuss übergeht, sieht man oft das Bild einer die Rundung der Becherwand fortsetzenden, nach oben concaven, vollkommen regelmässig und scharf gezogenen Linie (Fig. 11, c. und 14, i. bei  $\delta$ ). Diese Linie bringt leicht den Eindruck hervor, als ob die Theka an der entsprechenden Stelle vom Fortsatz abgeschlossen beziehungsweise abgegrenzt wäre, oder als ob sie die obere Grenze von Inhalt bildete, welcher den untersten Theil der Theka noch ausfülle<sup>1)</sup>; allein sie ist nur eine optische Erscheinung, beruhend auf — durch den glänzenden Schleim, welcher der Innenwand aufliegt, verstärkter — im untern spindelförmig zulaufenden oder concav gewölbten Becherbauch stattfindender Lichtreflexion. Manchmal ist diese Linie nicht scharf gezeichnet, sondern unregelmässig zackig (Fig. 14 g. bei  $\zeta$ ), und verdient dann, wie wir weiter unten sehen, eine andere Erklärung. Uebrigens muss, auch ohne dass der Innenwand des Bechers noch Schleim anklebt, durch Lichtreflexion im untern Theil des Bechers eine scharfe, concave Linie, wie die beschriebene, entstehen, wenn die Wandung dort, gleichsam die Biegungen am oberen Becherende wiederholend, eine ringförmige Einziehung macht, um sich, bevor sie definitiv in den Fortsatz übergeht, wieder etwas zu erweitern, wodurch der Becher vollkommen birnförmig gestaltet wird. An Stelle der ringförmigen Einziehung wird dann die gebogene Linie erscheinen (Fig. 14, i. bei  $\delta$ ). In durch Osmiumsäure isolirten Bechern hat der gelbliche Schleim am wenigsten sein ursprüngliches Aussehen bewahrt: er ist, wie sich das an der Bechermündung zeigt, welche er als zarte Masse häufig etwas überragt (Fig. 14 i,  $\gamma$ ), durch die Osmiumsäure mässig grau gefärbt worden.

Isolirt man die Becher, nachdem man die Schleimhaut mit Höllesteinlösung behandelt hat, so sieht man gleichfalls häufig aus der Bechermündung Schleimblasen heraustreten. Fries scheint diesem Austreten des Schleims nach Silberbehandlung eine zu grosse Bedeutung beizulegen, indem er es mit als Beweis für die secretorische Function der Becher anführt. Er scheint die hellen, hyalinen Kugeln, welche durch Aufquellen des austretenden Schleimes vor der Becheröffnung sich bilden, und welche schon Wiegandt<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Siehe weiter unten.

<sup>2)</sup> „Untersuchungen über das Dünndarmepithelium und dessen Verhältnisse zum Archiv. f. pathol. Anat. Bd. XLII. Hft. 4.

beschrieben hat, für den ganzen Becherinhalt zu halten, was durchaus unrichtig ist.

Noch mag hier bemerkt werden, dass die nach Silberbehandlung aus den Bechern austretenden Schleimkügel auf ihrer convexen Fläche manchmal kleine, durch Silber braungefärbte Körnchen tragen, offenbar Reste des körnigen Becherinhaltes, welche in der Theka oder um das Stoma herum hängen geblieben und dann durch die austretende Schleimkugel mitgenommen worden waren. In der That sieht man gerade in der Theka der nach Silberbehandlung isolirten Becher oft noch etwas körnigen, häufig braun gefärbten Inhalt zurückgeblieben, in Form von an der Wand klebenden Körnchen. Dass solche Körnchen, am Rande des Stoma hängend, leicht eine gerissene Bechermündung vortäuschen können, habe ich schon erwähnt. Bevor ich nun weiter gehe, muss ich in Beziehung auf den die Innenwand der Becher auskleidenden Schleim noch einer Thatsache Erwähnung thun, welche, durch letztern bedingt, gleichfalls zerrissene Becheröffnungen vortäuscht.

Da ich in diesem heutigen Aufsatz von den Verhältnissen des Becherinhaltes nur möglichst vorübergehend handle, so habe ich noch gar nicht erwähnt, dass man an durchaus frischen und unverletzten Präparaten unter den unberührt im Zusammenhang mit den Cylindern gelassenen Becherzellen häufig zwischen mit Inhalt gefüllten auch leere Becher findet. Diese leeren Becher scheinen, bei der Betrachtung der Epithelialdecke von der Fläche, sehr oft eine durchaus gerissene Oeffnung am oberen Ende zu haben (vgl. Fig. 1. b. und c.). Allein man überzeugt sich in solchen Fällen durch Berücksichtigung der früher gegebenen Darstellung mehr oder weniger leicht, dass man, so lange der Anschein einer gerissenen Oeffnung vorhanden ist, gar nicht auf die Ausmündung des Bechers,

Schleimhautstroma“, Inaugural-Dissertation Dorpat, 1860. Wiegandt glaubt (S. 28) gebohrte Cylinderezellen zu beschreiben, beschreibt aber Becherhüllen. Unsere austretende Schleimkugel hält er, wie auch Fries, für den aufgequollenen Zellinhalt selbst oder nur für einen Theil desselben; „denn, sagt er, man sieht die nachbleibende Zellenhöhle entweder bis auf den Kern ganz leer, oder es ist noch ein Theil des Inhaltes, durch eine bogenförmige Linie begrenzt, um den Kern herumgeblieben (Fig. 3 b.).“ Aus seiner Abbildung ersehe ich deutlich, dass Wiegandt's bogenförmige Linie nichts Anderes ist, als die von mir oben als optische Erscheinung gedeutete (vgl. über Wiegandt auch meine Inaug.-Dissertat. S. 24 ff.).

sondern tiefer, auf den Becherbauch eingestellt, und so das Stoma gar nicht gesehen hat. Wäre der Becher leer, so müsste bei dieser Einstellung ein mehr oder weniger weiter, aber scharf rund begrenzter Ring, dem kreisförmigen, horizontalen Durchschnitt der Wandung des Becherbauchs entsprechend, entstehen. Dieser Ring ist aber im gegebenen Fall nicht scharf begrenzt, sondern er scheint durch Einschnitte, Lücken unterbrochen zu sein. Der Anschein von Lücken und Einrissen im Umkreis der Becherwand, der scheinbaren Becheröffnung, ist, wie ich glaube, bedingt durch den gelblichen Schleim, welcher in ungleichmässiger Weise freie Stellen zwischen sich lassend und anderwärts in etwas dickerer Schicht sich anhäufend, als zähe Masse die innere Seite der Becher überzieht. Kleine Körnchen, welche nach dem Austreten des grössten Theils des Inhalts an diesem Schleim hängen geblieben sind, mögen manchmal den beim Anblick von oben entstehenden Eindruck des Gerissenen noch vermehren. Dass derselbe auch beim Fehlen solcher Körnchen auf die meiner Erklärung entsprechende Weise entsteht, beweist der Anblick eines isolirten, leeren, auf der Innenwand mit dem gelblichen Schleim überzogenen Becherbauchs von der Seite bei verschiedener Einstellung: man erhält da, je nachdem man den Tubus hebt oder senkt, d. h. je nachdem man auf einen kleinern oder grössern Frontaldurchmesser des Becherbauchs einstellt, innerhalb des bei der fraglichen Ansicht von der Becherwand gebildeten Ovals ein zweites von kleinerem oder grösserem Durchmesser, welches von einer mehr oder weniger zackigen, eingekerbten Linie begrenzt ist (Fig. 14, f. und e. bei  $\alpha$ ; bei Einstellung auf den grössten Frontaldurchmesser entsteht eine Linie, wie die bei  $\zeta$  in g. Fig. 14 gezeichnete, welche oben schon erwähnt ist). Das von dieser Linie eingefasste Oval bezeichnet den Theil der nach oben convexen Becherwand, welcher bei der betreffenden Einstellung ausserhalb des Fokus fällt. Die Linie selbst entsteht durch den glänzenden Schleim, welcher an der Grenze dieses Ovals zuerst in den Fokus fällt.

Es erübrigt mir hier noch einige Worte über isolirte Becher zu sagen.

Die Isolirung der Becherzellen gelingt nach Behandeln der Schleimhaut mit Höllesteinlösung leicht; allein es steht diese Isolierungsmethode wie alle anderen der Osmiumsäuremethode um unend-

lich viel nach. Sie hat mit dieser höchstens den Vortheil gemein, dass man das Gewebe, nachdem es einmal durch die Lösung fixirt ist, mehrere Tage in Wasser zum Behuf der weitem Benutzung liegen lassen kann, ohne dass es sich erheblich mehr verändert. Ausserdem aber hat die Isolirung nach Silberbehandlung eher grössere Nachtheile als z. B. die Isolirung durch Jodserum; so fällt mir auf, dass die nach Silberbehandlung isolirten Becher, abgesehen von den schon erwähnten gewöhnlich vorkommenden Verstümmelungen, besonders häufig in der Art verändert sind, dass die an ihrem oberen Ende befindliche Oeffnung sehr erweitert ist, so zwar, dass die Theka nicht mehr die typische Krugform zeigt, sondern eine, wenn man von der Verschmälerung nach unten in den Fuss absieht, vollkommen cylindrische Gestalt erhält<sup>1)</sup>, ganz wie die „Zellmäntel“ von Brettauer und Steinach<sup>2)</sup>. Es stimmt diese Form der isolirten Becher ganz überein mit der Bemerkung, welche ich früher schon gemacht habe, wonach die Becher-mündungen, wenn man das Epithel im Zusammenhang von der Fläche betrachtet, nach Silberbehandlung oft auffallend weit erscheinen. Wie hier die Gestaltveränderung der Einwirkung der Silberlösung zugeschrieben werden muss, so sind auch gewiss die Zellmäntel von Brettauer und Steinach durch Lösung von phosphorsaurem Natron und die von Dönitz<sup>3)</sup> als Hüllen von Cylinderzellen gezeichneten Gebilde durch Wasser veränderte und überhaupt stark verstümmelte Becher. Die Gebilde Dönitz's enthalten fast alle in ihrem untern Theil noch den Kern: ich nehme hier Anlass zu constatiren, dass die irgendwie isolirten Becher, wenn sie auch den übrigen Inhalt verloren, manchmal noch den Kern in der Theka zurückbehalten haben, falls dieser nicht, wie das oft vorkommt, im Verlauf des Fortsatzes liegt.<sup>4)</sup>

Noch eine andere Angabe, welche ich oben bei Gelegenheit der Betrachtung der mit Silber behandelten Präparate von der

<sup>1)</sup> Die Form der so veränderten Becherzellen ist ganz diejenige der hölzernen Gefässe, welche die Schnitter zum Benetzen ihrer Wetzsteine mit Wasser gefüllt am Gurt tragen.

<sup>2)</sup> „Untersuchungen über das Cylinderepithel der Darmzotten“ etc. Moleschott's Unters. III. Bd. 1857. Vgl. m. Inaug.-Dissertat. S. 20 ff.

<sup>3)</sup> Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv 1864. a. a. O. Fig. 7.

<sup>4)</sup> Vergl. später.

Fläche gemacht habe, wird durch die Isolirung der Becher dieser Präparate bestätigt: man findet an solchen Bechern häufig die Innenwand, besonders in ihrem obern Theil, mehr oder weniger braun gefärbt; ebenso ist ein Theil des Inhaltes, die Bechermündung verstopfend oder als starrer Pfropf aus ihr heraushängend häufig durch die Höllesteinlösung gebräunt.

Ich gehe nun über zu den Resultaten, welche Durchschnitte von Schleimhäuten mir gegeben haben, betrachte jedoch heute nur noch diejenigen Verhältnisse, welche das Epithellager, insbesondere die Becher betreffen, und diese wieder nur in Beziehung auf das allgemein Morphologische.

Nachdem ich seit längerer Zeit an feinen Durchschnitten von in Chromsäure oder doppelt chromsaurem Kali erhärteter Schleimhaut erkannt hatte, dass die Becherfortsätze mit dem Bindegewebe der Mucosa, beziehungsweise mit dem adenoiden Gewebe der Dünndarmschleimhaut unmittelbar in Verbindung stehen, jedoch ohne die Eigenthümlichkeiten dieser Verbindung mit Sicherheit genauer verfolgen zu können, versuchte ich Durchschnitte an in Osmiumsäure erhärteter Darmschleimhaut. Diese Methode ergab mir in vielfacher Beziehung, wie ich glaube, beachtenswerthe Resultate.

Ich verfuhr so, dass ich kleine Darmstückchen in 1procentigen und stärkeren Lösungen von Osmiumsäure mindestens 24 Stunden liegen liess, und zwar je nach der Grösse und Zahl der Darmstückchen in verschiedenen Mengen der Lösung. Wenn das so behandelte Präparat brauchbar ist, so zeigt es sich von schwarzer Farbe und auf dem ganzen Durchschnitt erhärtet. Quellen aus dem Lumen des Darms bei Druck schleimige Pfropfe hervor, so ist das Präparat gewöhnlich schlecht, indem das Reagens das Gewebe nicht gehörig durchdrungen und besonders das Epithel nicht erhärtet hat.

Um nun feine Schnitte zu gewinnen, habe ich zweierlei Methoden angewendet. Theilweise habe ich die gehärteten Darmstückchen in Paraffin eingeschlossen, theilweise nach Stricker<sup>1)</sup> in Gummi gebracht, welches durch Eintauchen in Alkohol in eine mässig feste Masse verwandelt wird. Letzteres Verfahren gestattet zwar

<sup>1)</sup> Vergl. Lipsky, l. c.

ganz schöne Schnitte, aber durch den Alkohol wird das Wasser nicht allein aus dem Gummi sondern auch aus dem Gewebe der Darmstückchen selbst ausgezogen, wodurch dieses unnatürlich fest, kompakt wird und so die ursprünglichen Verhältnisse nicht untadelhaft wiedergibt.

Nach Einschliessen in Paraffin kann man mit dem Rasirmesser gleichfalls die schönsten Schnitte machen, und der für vorige Methode geschilderte Nachtheil fällt hier weg. Nur darf man die Schleimhautstückchen niemals in das flüssige Paraffin bringen, so lange dieses noch sehr heiss ist, sondern erst, wenn sich auf seiner Oberfläche ein Häutchen zu bilden beginnt. Beachtet man diess nicht, so wird auch hier das Präparat ausgetrocknet und man erkennt den Fehler daran, dass die Schnitte nicht glatt und rein werden.

Gute auf diese Weise erlangte Querdurchschnitte aus dem Darm bieten unter dem Mikroskop überraschend schöne Bilder dar. Die Becher liegen in gewissen, regelmässigen Abständen zwischen den Cylinderzellen. Sie fallen zunächst auf durch ihre strohgelb, braun oder gar schwarz, je nach der Stärke des angewendeten Reagens, gefärbten, deutlich und scharf doppelt begrenzten, starren und dicken Wandungen; sie fallen um so mehr zwischen den Cylinderzellen auf, heben sich um so mehr von ihnen ab, weil die Begrenzungen der Cylinder im Gegensatz zu denjenigen der Becher ausserordentlich zart erscheinen, ja an manchen Stellen gar nicht mehr zu unterscheiden sind. In diesem entgegengesetzten Verhalten der Cylinder- und Becherwandungen gegen die Osmiumsäure haben wir ein treffliches Unterscheidungsmerkmal für beide. Arnstein, welcher behauptet, weder die Cylinder, noch die nach ihm aus diesen hervorgegangenen Becherzellen haben Wandungen, wird von der Unrichtigkeit seiner Ansicht in Beziehung auf die Becher durch diese Reaction deutlich genug überzeugt werden. Dagegen dürfte seine Behauptung in Beziehung auf die Wandungslosigkeit der Cylinder durch die Reaction desselben Mediums auf diese beinahe eine Stütze finden: es scheint mir nach ihrem Verhalten gegen Osmiumsäure möglich, dass die Cylinderzellen wandungslose Protoplasmakegel sind. Nicht nur dass durch Einwirkung der Osmiumsäure niemals auch nur eine besonders scharfe Linie

als Begrenzung da aufträte, wo zwei Cylinder zusammenstossen, so schwinden vielmehr, wie schon angedeutet, diese Grenzlinien häufig vollständig, und man kann gar nicht mehr unterscheiden, wo eine Cylinderzelle beginnt und die andere aufhört. Oft sind dagegen zwei Cylinder scharf geschieden durch einen glänzenden, messbar dicken Streif, welcher, offenbar als unmittelbare Fortsetzung des Basalsaums, zwischen ihnen herabläuft, aber nichts anderes ist als Intercellularsubstanz.

Auf unsern Durchschnitten sehen wir nun sehr schön, wie der Becher mittelst des den Basalsaum durchlaufenden Kanälchens mit der Schleimhautoberfläche in Verbindung steht und durch das Stoma (Fig. 12, a.) auf dieser ausmündet. Wir sehen ferner, wie der Becherhals (Fig. 11, d.) als directe Fortsetzung der Wand des Becherbauchs (Fig. 11, b.) jenes Kanälchen auskleidet, beziehungsweise in die zwischen den im Winkel sich treffenden Basalsäumen gelassene Lücke eingefügt ist. In einzelnen Fällen entstand das Bild, als ob der Becherhals, nachdem er die Umgrenzung des Stoma gebildet hat, sich wagrecht umbiegend und zur ungemein zarten Membran sich verdünnend, als oberste Schicht des Basalsaums der Cylinder über diese wegliefe (Fig. 11, a.). Allein die betreffenden Verhältnisse bieten ein so subtiles Object der Untersuchung dar, dass ich noch genauer nachforschen muss, bevor ich das angedeutete Verhalten als wirklich sicher hinstelle. Es würde, falls sich die Sache bestätigte, der Basalsaum aus zwei Schichten bestehen, einer oberen, dünnern, der Fortsetzung der Becherwand und einer untern, dickern <sup>1)</sup>, welche letztere, wie in Fig. 12 angedeutet ist, den Becherhals umkleidet, und von welcher aus Fortsetzungen nach abwärts gehen und die Intercellularsubstanz der Cylinder bilden. Existirte ein oberer Basalsaum nicht, so würde die Wandung des Becherhalses, im Niveau der Oberfläche des Basalsaums angelangt, aufhören.

Die doppelt begrenzte Wandung des Becherbauches setzt sich, wie nach oben in den Becherhals, so nach unten in den Fuss des Bechers fort (Fig. 12). Oft sieht man in der ganzen Länge des Fortsatzes ein von doppelt contourirten Wandungen begrenztes Lumen: der Becherfortsatz ist vollkommen hohl.

<sup>1)</sup> Erdmann nimmt umgekehrt eine obere, dickere und eine untere, dünnere Schicht am Basalsaum an.

Dass der Becherfortsatz eine hohle Röhre darstellt, erkennt man nicht nur an dem beschriebenen Verhalten seiner Wandungen, sondern daran, dass sich in seiner Höhlung einmal häufig Blasen des oben besprochenen Schleimes finden, und dann besonders daran, dass er manchmal von oben bis unten einen körnigen Inhalt zeigt, welcher analog ist dem, der den Becherbauch erfüllt (vgl. Fig. 13, b.). Manchmal liegen in einem solchen Fortsatz einzeln in einer Reihe hintereinander zahlreiche, kleine, regelmässig rund begrenzte Ringchen, welche offenbar nicht Körnchen, sondern wohl kleine Luftbläschen sind (Fig. 10 im unteren Theile des Fortsatzes, während die, gleichfalls in einer Reihe einzeln hintereinander liegenden Körperchen im oberen Theile desselben Fortsatzes Körnchen von eiweissartiger Substanz sind; ferner Fig. 11.).

Manchmal enthält an den nach Erhärten in Osmiumsäure gewonnenen Schnitten nicht nur der Fortsatz, sondern der ganze Becher oder aber der Becherbauch noch den körnigen Inhalt, — es gilt diess besonders für die jüngeren Becher (Fig. 9, Fig. 10. und Fig. 13, b.). Der Kern liegt häufig in der Mitte oder im unteren Theile des Fortsatzes (Fig. 10. und Fig. 14, i.).

Sehr häufig fehlt aber Kern und jeglicher Inhalt im ganzen Becher und dieser stellt einen hohlen Schlauch dar, welcher meiner Ansicht nach die Oberfläche der Schleimhaut in directe offene Verbindung setzt mit ihrem Parenchym. Es biegt sich nämlich jeder Fortsatz gegen sein unteres Ende allmählich um, und setzt sich direct in das adenoide, beziehungsweise in das gewöhnliche Bindegewebe der Mucosa fort. Dieses Gewebe erhält durch die Osmiumsäure dieselbe Färbung wie die Wandungen der Becher — letztere sind die unmittelbare Fortsetzung von ersterem. — Gleich den Bechern senden auch die Cylinderzellen lange Fortsätze in das Gewebe der Mucosa, besonders der Zotten, und beiderlei Fortsätze setzen dieses Gewebe hauptsächlich zusammen. — Einige Angaben über diese Verhältnisse habe ich schon a. a. O. gemacht<sup>1)</sup>, ihre ausführliche Erörterung muss ich aber auf später versparen.

Ich will hier noch bemerken, dass die Verbindung der Becherfortsätze mit dem Bindegewebe der Mucosa, so wie ich sie finde,

<sup>1)</sup> Vgl. m. Inaug.-Dissert. S. 37 u. 38.



keineswegs dem Kanalsystem Letzerich's entspricht. Dagegen constatiere ich die Uebereinstimmung meiner Angaben über hohle Fortsätze der Becher mit denjenigen des genannten Autors; nur das Längenverhältniss zwischen Fortsatz und Theka gibt auf der Strecke zwischen Basalsaum und unterem Ende der Cylinderzellenkörper derselbe in seinen Abbildungen unrichtig an. Stellen wir uns nämlich eben die Höhe des Epithelialbelags vor, so entsprechen die Becherthecken nur etwa dem oberen Viertel oder Fünftel dieser Höhe, mit dem zweiten Viertel oder Fünftel beginnen die Fortsätze.

Auch Arnstein bildet einen Becher mit einem Fortsatz ab, in dessen Verlauf, übereinstimmend mit meiner oben gemachten Angabe, ein Kern liegt; da nach ihm die Becher nur veränderte Cylinder sind, so versteht es sich für ihn von selbst, dass die Becher Fortsätze haben, weil, auch nach seiner Ansicht, die Cylinder solche besitzen, aber dieselben können nach seiner Theorie nicht hohl gedacht sein.

Erwähnt sei hier auch noch einer Angabe von Wiegandt<sup>1)</sup>, welche durch meine Beobachtungen über den dem Becherbauche aufsitzenden Hals erklärt wird. Wiegandt spricht von einem Bersten der Cylinderzellen an deren Basis, wobei die Basalmembran in der Mitte durchgerissen werde, so dass ihre beiden Hälften wie die Flügel einer Doppelthür nach aussen umgeschlagen seien<sup>1)</sup>. Wiegandt's Abbildungen zeigen mir, dass er in seinen Doppelthürflügeln offenbar nicht Reste des durchgerissenen Basalsaumes von Cylindern, sondern Andeutungen von Längendurchschnitten des von mir beschriebenen Becherhalses zeichnet. Meine Fig. 14, i. gibt den Längendurchschnitt eines Bechers mit dem aufsitzenden Becherhals ( $\beta$  der Figur), wie dieser etwa das Bild von umgeschlagenen Flügeln einer Doppelthür darbietet.

Ich habe nun noch einige Bemerkungen nachzutragen, betreffend Uebergänge zwischen den früher beschriebenen jüngsten Becherzellen zu älteren, und endlich habe ich noch ein Wort zu sagen über den physiologischen Untergang der Becher.

Den Uebergang zwischen der Form Fig. 14, a. c. und d. und dem Becher Fig. 14, f. meiner Tafel glaube ich in der Form e. Fig. 14 zu finden. Der cylinderzellenähnliche, untere Theil der be-

<sup>1)</sup> l. c.

schriebenen jüngsten Becher verkleinert, zunächst ober- und unterhalb des Darms, seinen Durchmesser, und wird schliesslich zum schlanken dünnen Fortsatz. Eine Uebergangsform in situ stellt die Fig. 9 dar. Ein stetiger Uebergang von den jüngern zu den älteren Bechern bietet sich, abgesehen von der Form, in der Dicke der Becherwandung: diese ist bei den jüngsten am zartesten, bei den ältesten am dicksten, starrsten, und dieses Verhältniss zeigt sich nicht nur an ganz frischen Bechern, sondern auch an mit Osmiumsäure behandelten.

Ich finde nun, aber in bemerkenswerth seltenen Fällen, Bildungen, welche offenbar den Untergang von Bechern andeuten. Ich meine vollkommen trichterförmige, zwischen den Cylindern sich hinabsenkende Hohlräume, welche, da wo ursprünglich das Stoma war, am weitesten, nach abwärts zum Durchmesser eines Becherfortsatzes sich verengern. Von einer Ausbauchung an Stelle der früheren Theka ist an solchen Trichtern keine Spur mehr vorhanden, und sie entstehen sonach durch eine Ausgleichung dieser Ausbauchung und durch eine bedeutende Erweiterung des Becherhalses. Die jüngeren dieser Gebilde zeigen die beschriebene Form am schönsten: auf der Seitenansicht geben sie Bilder, als ob ein Trichter zwischen die Cylinderzellen so eingesetzt sei, dass dessen oberer Rand mit dem Basalsaum verschmolzen wäre, wenn man sich den Trichter durch die Wand des ursprünglichen Bechers gebildet denkt. Die Horizontale der Schleimhautoberfläche bildet mit der schiefen Ebene der Becherwandung einen scharfen Winkel; bei den ältesten Formen aber scheinen die Basalsäume der angrenzenden Cylinderzellen an der Bildung des obersten Theiles des Trichters zu participiren, indem sie nach diesem hinab eingezogen werden (vgl. Fig. 13, a.), wodurch jener scharfe Winkel sich abrundet. Das Lumen des ursprünglichen Becherfortsatzes ist jetzt, durch Aneinanderlagerung seiner Wandungen, fast geschwunden: durch eine ähnliche Aneinanderlagerung oder, weiter oben, durch ein sich Nähern der Wandungen ist aber auch der obere, vorher sehr weite Theil des Trichters verengert, und durch ein Fortschreiten dieses Prozesses schwindet nach und nach jede Andeutung des ursprünglichen Bechers mit Ausnahme seiner jetzt durch die ganze Höhe des Epithelialbelags gleichmässig eng aneinanderliegenden Wandungen, welche nun eine Art röhrenförmiger Intercellular-

substanz zwischen den Cylindern bilden. Zum Beweis, dass man in den beschriebenen Bildungen die ursprünglichen Becher zu suchen hat, dient, abgesehen von den charakteristischen Wandungen und deren Färbung durch Osmiumsäure, der Umstand, dass man bald weiter unten, bald weiter oben im Lumen des ursprünglichen Becherfortsatzes häufig noch den Kern findet (Fig. 13 bei c.). Ueber das Verhältniss des Basalsaumes der Cylinder zu den Bechern in Rücksicht auf dessen früher erwähnte obere Schicht habe ich bis jetzt durch diese, den Untergang der Becherzellen bezeichnenden Formen keinen weiteren Aufschluss gewinnen können: ich habe bis jetzt, wohl zufälligerweise, an diesen Formen jene obere Schicht nicht deutlich unterscheiden können, und die betreffenden Bilder boten den Anschein, als ob die, wie bemerkt, an den ältesten Trichtern in deren Höhlung eingezogenen Basalsäume der umliegenden Cylinder, zwar sich verdünnend, aber doch als Ganzes in die Trichterwandung übergingen.

Nachdem ich die Becherzellen der Schleimhaut des Darmkanals von ihrer Jugendzeit bis zu ihrem Untergang ihrer äusseren Form nach beschrieben habe, hätte ich jetzt noch ihre Genese zu erörtern. Die Ansicht, die Becher seien Kunstprodukte glaube ich im Vorstehenden widerlegt zu haben, und es handelt sich für mich sonach nur noch um die Entscheidung zwischen folgenden drei Möglichkeiten: Entstehen die Becher durch einen streng physiologischen Vorgang aus gewöhnlichen Cylinderzellen, oder entstehen sie aus besonders zu einer solchen Umwandlung prädisponirten Cylindern, oder endlich sind ihre Jugendformen auch morphologisch niemals mit den Cylinderzellen identisch gewesen?

Nach der ersten Theorie würden gewöhnliche Cylinder durch die Mucinmetamorphose in Becher verwandelt werden und als solche untergehen. Diese Ansicht vertritt Knauff für die Flimmerepithelien der Bronchialschleimhaut. Der Inhalt dieser Epithelien verwandelt sich nach Knauff in Schleim, ihre Cilien fallen ab, ihre Basis wird durch den jetzt nach oben drängenden Inhalt durchbrochen, und es hinterbleibt nach Austritt des letzteren ein nach oben offener Trichter, dessen geschlossenen und verdickten Boden der Rest des Zelleninhaltes bildet. Diese Trichter wären also einfach die Hüllen leerer Becher (beziehungsweise Flimmerzellen), sind aber als solche nicht zu verwechseln mit der Unter-

gangsform von Bechern, wie ich sie oben als in beschränkter Anzahl vorkommend beschrieben habe. Knauff's Trichter sind nämlich meiner Ansicht nach Kunstprodukte, d. h. Becherhüllen, welche durch Einfluss der Untersuchungsflüssigkeit oder der Zeit und durch Präparation Veränderungen erlitten haben; wie die Zellmäntel von Brettauer und Steinach, mit welchen sie in der Form vollkommen übereinstimmen. Denn frisch untersucht und subtil präparirt zeigen mir die Becher der Tracheal- und Bronchialschleimbaut, bei welchen Thieren — den Menschen inbegriffen — ich dieselben auch immer untersuchte, niemals die Gestalt, welche Knauff ihnen gibt, sondern ganz dieselbe, welche ich von den Bechern der Darmschleimbaut beschrieben habe, wenn man vom Becherhals absieht<sup>1)</sup>, — sehr häufig eine untadelhaft birnförmige, mit enger Oeffnung am oberen Ende der Theka und mit langem Fortsatz am unteren. Diese unverletzten, schön und durchaus regelmässig geformten Gebilde machen viel weniger den Eindruck, als ob sie dem raschen Untergange im Schleim gewidmet wären, wie diejenigen Knauff's. Abgesehen aber hievon spricht der Umstand, dass sich die oben von mir beschriebenen Untergangsformen nur sehr selten zwischen den Cylindern und noch im Zusammenhang mit dem Schleimhautstroma finden, gegen einen so raschen Untergang der Becher und gegen die Ausstossung derselben aus der Schleimbaut in der Weise, wie das Knauff annimmt, obschon man allerdings auch einwenden könnte, meine alten Becher seien zufällig im Zusammenhang mit dem Schleimhautgewebe geblieben, ihr Vorhandensein sei also gleichsam etwas Pathologisches. Es machen aber die so scharf markirten und dieselben von den gewöhnlichen Cylinderzellen so sehr unterscheidenden, anatomischen Verhältnisse der Becher (speciell des Darmkanals) eine rasche Umwandlung der ersteren in letztere höchst unwahrscheinlich; jedenfalls sprechen diese Verhältnisse, wie schon früher erwähnt, dagegen, dass der Vorgang ein so einfacher ist, wie ihn Knauff für die Respirationsschleimbaut annimmt, besonders aber dagegen, dass er in seinem letzten Akt auf so einfach mechanischer Grundlage beruht, wie dieser Autor will.

<sup>1)</sup> In Betreff des etwaigen Vorhandenseins eines Halses muss ich noch weitere Untersuchungen anstellen.

Endlich könnte man die bestimmte Anordnung der Becher zwischen den Cylindern mit der Annahme einer Entstehung der Becherzellen aus gewöhnlichen Cylindern nur dadurch in Uebereinstimmung bringen, dass man behauptet, die Cylinder seien auf den Schleimhäuten a priori nach ihrem Entwicklungsstadium angeordnet, so, dass immer mehrere jüngere Cylinder um einen älteren herumgestellt seien, worauf dieser zum Becher werde, und untergehe, währenddem unter den benachbarten Cylindern ein anderer, an symmetrischer Stelle liegender zum Nachfolger des vorigen durch die Anciennität schon bestimmt sei.

Die Aufstellung einer solchen geheimnisvollen Rangordnung wird entbehrlich, wenn man die Ansicht hegt, die Becher der Schleimhäute entstehen aus besonders zur Umwandlung prädisponirten Epithelzellen gewöhnlicher Form, eine Annahme, welche F. E. Schulze für diejenigen der Oberhaut gewisser Fische macht. Nach dieser Ansicht würden die Becher aus Cylinder-, Flimmer- oder Plattenepithelien (je nach dem Ort ihres Vorkommens) entstehen, welche zwar in Beziehung auf äussere Form mit ganz gewöhnlichen ihrer Art identisch, in Beziehung auf innere Zusammensetzung aber a priori von ihnen durchaus verschieden sind, trotz jener zufälligen Uebereinstimmung mit den Cylindern; in der Form wären demnach die Becher selbständige Gebilde. Mit dieser Annahme wäre also zugleich die Thatsache erklärt, warum niemals zwei Becherzellen unmittelbar neben einander liegen: sie können ja nicht an Stelle gewöhnlicher Cylinderzellen entstehen, sondern sie haben als Gebilde eigener Art ihre bestimmte Lage immer da, wo mehrere jener im Winkel zusammenstossen.

Es fragt sich nun aber, ob unsere jetzigen Kenntnisse uns uns dazu veranlassen können (ich rede speciell von Schleimhäuten, welche Cylinderepithel tragen, denn über die Entwicklung der Becher auf Schleimhäuten, welche Plattenepithel tragen, liegen noch gar keine Daten vor), eine Entstehung der Becher aus Cylindern anzunehmen, welche zwar nicht dem Inhalt, wohl aber der äusseren Form nach mit den gewöhnlichen vollkommen übereinstimmen, oder ob nicht vielmehr bis zur Feststellung genauerer Thatsachen die Becher als zeitlebens auch in der Form von den Cylinderzellen verschiedene Gebilde zu betrachten seien.

Wenn wir diese unsere jetzigen Kenntnisse genauer erwägen,

so finden wir, dass sie — nach für mich selbstverständlicher Zurückweisung der Angaben gewisser kritisirter Autoren — aus folgenden Thatsachen bestehen:

Auf der Schleimhaut des Respirationsapparates verschiedener Thiere von den Abschnitten desselben, welche Flimmerepithel tragen, habe ich manchmal isolirte Becherhüllen gefunden, deren Oeffnung am oberen Ende in ihrem Umkreis durch eine einfache Reihe von Flimmerhaaren gekrönt war. Man findet solche gekrönte Becher nicht häufig; ausser mir erwähnt nur Oedmansson, einen Fall der Art aus der Mundhöhle oder dem Schlund des Frosches, und Billroth<sup>1)</sup> bildet „Epithelialzellen“ von der Mundschleimhaut des Wassersalamanders ab, welche wohl gleichfalls solche cilientragende Becher sind. Dagegen führt F. E. Schulze nichts dergleichen an und Knauff sagt sogar ausdrücklich, es fehle den Becherhüllen der Schleimhaut des Respirationsapparats regelmässig die Cilienkrone.

Dagegen nimmt Knauff in Beziehung auf den Inhalt, wie bemerkt, eine directe Umwandlung der Flimmerzellen der Respirationsschleimhaut zu Bechern an. Wenn es sich bestätigt, dass man diese Umbildung mit vollkommen regelmässigen Uebergängen belegen kann, so wäre die Entstehung der Becher allerdings klar. Aber es müssten doch wohl die Vorgänge der Mucinmetamorphose, wie das auch Knauff annimmt, in den Epithelien der Schleim-

<sup>1)</sup> Müller's Archiv 1858. S. 159 ff.: „Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge“ etc. Fig. 8 der dort beigegebenen Tafel, — und vielleicht auch Fig. 7 b. (Epithelialzellen der Froschzunge). S. 171 heisst es: „Bei starker Quellung der Zellen in dünnen Chromsäurelösungen findet man den Kern der Zelle in der Regel sehr nach dem unteren Theil hin verdrängt (Fig. 7 a, a, a.), so dass er mehr oder weniger in dem Fortsatz zu liegen und die Zelle selbst sackartig aufgebläht, davon getrennt zu sein scheint (Fig. 7 b, b.).“ Und S. 172 und 173: „die oberen freien Enden der Cylinder- und Flimmerzellen geben bei den Chromsäurepräparaten der Zungenepithelien vom Frosch, Salamander, Natter, Schildkröte etc. sehr häufig das Ansehen, als sähe man in die Zelle hinein, als habe die Zelle hier ein Loch; auch bei anderen Epithelien, z. B. an der Luftröhre vom Menschen, auch bei den Darmepithelien von Anodonta hat man manchmal den Eindruck, als sei die Zelle oben offen (Fig. 4, 5, 7, 8.).“ Diese Angaben sammt den citirten Abbildungen sind offenbar theilweise auf Becher zu beziehen und füge ich sie demnach der in meiner Inaug.-Dissertat. verzeichneten Literatur bei.

haut des Respirations- und in denjenigen des Verdauungsapparats dieselben sein. Indess findet sich in Beziehung auf letztere zwischen den von mir beschriebenen jugendlichen Bechern und den Cylinderzellen, obschon sich beide im unteren Theile sehr ähnlich sehen, immer noch eine ziemlich weite Kluft, besonders in Beziehung auf die Form; — so fehlt vor Allem jede Spur eines Basalsaumes an ihnen<sup>1)</sup>, — es kann hier erst weitere Forschung entscheiden, ob diese noch offene Lücke auszufüllen ist. Wahrscheinlich wird ein positiver Erfolg in dieser Beziehung dadurch, dass ja auch die Osmiumsäure-Reaction Uebergangsstufen zu zeigen scheint, — jedoch halte ich nach dem Gesagten die Entscheidung darüber, ob die Becherzellen ursprünglich aus Formen hervorgehen, welche den Cylindern morphologisch durchaus identisch sind oder nicht, heute noch nicht für spruchreif, wogegen ich bestimmt der Ansicht bin, dass sie dem Wesen nach selbständige Gebilde sind.

Den Schwerpunkt der Entscheidung über die morphologische Seite der Frage, glaube ich dahin legen zu müssen, wie sich die Fortsätze der Becher und diejenigen der Cylinderzellen besonders in den subepithelialen Gebieten der Mucosa verhalten. Einige Angaben hierüber habe ich schon a. a. O. gemacht, muss aber die Ausführung derselben meiner nächsten Arbeit vorbehalten, in welcher ich zugleich die Function der Becher behandeln werde.

In Rücksicht auf diese nächste Arbeit habe ich im Vorstehenden mancherlei Dinge unberücksichtigt gelassen, welche vielleicht vermisst werden, die jedoch passender dort erst angeführt werden. Besonders aber will ich die hübschen Resultate, welche die Osmiumsäure-Methode in Beziehung auf den Durchtritt von Zellen durch das Epitheliallager an die Oberfläche der

<sup>1)</sup> Kölliker bildet (Würzb. Verhandlungen Bd. VI. 1856: „Nachweis eines besonderen Baues der Cylinderzellen des Dünndarms“ etc. — unter Fig. 9, 2. seiner Tafel) eine Form seiner „in Regeneration begriffenen Cylinderzellen“ ab, welche meinen jugendlichen Bechern etwa gleicht, und welche auf dem oberen Ende etwas trägt, was sich wie einige Stäbchen des Basalsaumes ausnimmt. Kölliker bezeichnet dieses Gebilde als Zelle, deren oberer Kern ausgetreten, und mit einem spitzen Fortsatz, wahrscheinlich dem Rest des geborstenen Zellenabschnittes, versehen sei. — Neben der erwähnten Zelle und gleich ihr bezeichnet, liegt eine andere, deren „spitzer Fortsatz“ am oberen Ende einem Becherhals gleicht.

Schleimhaut<sup>1)</sup>, in Beziehung auf die Fettresorption und in Beziehung auf den Bau der Zotten gibt und zu geben verspricht, das nächste Mal ausführlich behandeln. Theilweise sind diese Resultate in die Augen springende; schwieriger zu Erforschendes aber habe ich desshalb nicht zum Abschluss bringen können, weil ich augenblicklich in der Zeit sehr bedrängt bin. Damit möchte ich auch die vielleicht mannigfach ungenügende Form des Vorstehenden entschuldigen.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XII.

- Fig. 1. Epithel der Dünndarmschleimhaut vom Frosch, 24 Stunden nach Einbringen einiger Tropfen *Ol. olivar.* in den Magen des Thieres. Die Cylinderzellen von Fetttröpfchen erfüllt, die Becher ihren gewöhnlichen eiweissartigen Inhalt (kein Fett) zeigend (a, d, e) oder leer (b, c); die leeren scheinbar mit gerissenen Oeffnungen. Einstellung zwischen untere Fläche des Basalsaumes und weitesten Umfang des Becherbauches. Vergrösserung 430.
- Fig. 2. Epithel der Dünndarmschleimhaut vom Frosch. a bis l Cylinderzellen mit Vacuolenbildung. l Becherzellen. Die Cylinderzellen enthalten wenige Fetttröpfchen. Einstellung auf die Basis der Cylinder unterhalb des Basalsaumes.
- Fig. 3. Epithel der Dünndarmschleimhaut vom Frosch. a, b, c Vacuolenbildung im Inhalt der Becherzellen, Becheröffnungen vortäuschend. Einstellung auf den grössten Durchmesser der Becherbäuche. Um jeden Becher ein heller Ring: der peripherische inhaltsleere Rand der umliegenden Cylinder, durch welchen man bei dieser Einstellung hindurchsieht.
- Fig. 4. Epithel der Dünndarmschleimhaut vom Frosch. Die Cylinderzellen enthalten Fetttröpfchen. Vacuolenbildung in den Becherzellen, Becheröffnungen vortäuschend. Einstellung ziemlich auf den grössten Breitendurchmesser der Becherbäuche. Vergrösserung 630.
- Fig. 5. Epithel aus dem unteren Theil des Dickdarms vom Sperling. Osmiumsäurepräparat. a Höchste, b mittlere, c tiefe Einstellung. Vergrösserung 430.
- Fig. 6. Epithel von der Conjunctiva palpebr. des Sperlings. Silberpräparat. Vergrösserung 430.

<sup>1)</sup> Vgl. meine Angaben hierüber a. a. O. (auch dieses Archiv Bd. XL. S. 282). Die gelbrothen bis schwarzen Pigmentmassen, von welchen ich dort, als in contractile Zellen eingeschlossen und besonders in der Leber des Frosches vorkommend gesprochen habe, sind offenbar dieselben, welche Eberth neuerdings beschrieben hat (dieses Archiv Bd. XL. S. 305 ff. und M. Schultze's Archiv für mikr. Anat. Bd. III.).



- Fig. 7. Epithel aus dem Dünndarm des Frosches. Osmiumsäurepräparat. Die (mit Inhalt erfüllten) Becher so gezeichnet, als ob sie über die Basen der Cylinder mit kugelige Oberfläche hervorragten.
- Fig. 8. Epithel aus dem Dünndarm des Frosches.
- Fig. 9. Becherzelle (ziemlich junge) aus dem Darm des Frosches. Durchschnitt nach Osmiumsäurebehandlung. Vergrößerung — so auch in den drei folgenden Figuren — Hartnack's Immersion 10, Ocular 3.
- Fig. 10. Aelterer Becher ebendaher. Durchschnitt nach Osmiumsäurebehandlung.
- Fig. 11. Aelterer Becher ebendaher. b Wandung des Becherbauches auf dem Durchschnitt; d dieselbe, den Becherhals bildend; a dieselbe als obere Schicht des Basalsaumes. Osmiumsäurepräparat.
- Fig. 12. Aelterer Becher ebendaher. Osmiumsäurepräparat.
- Fig. 13. Senkrechter Durchschnitt des Epithels von ebendaher, nach Behandlung mit Osmiumsäure gewonnen. a Untergangsform eines Bechers. b Becher mit (bei d) spindelförmig ausgebauchtem Fortsatz. Rechts daneben eine Cylinderzelle mit abgerissenem Fortsatz, welcher Fetttropfen enthält.
- Fig. 14. a bis f durch Jodserum isolirte Becherzellen: a und c Jugendformen der Becher; c stellt die Zelle a in geborstenem Zustand dar. f bis i nach Osmiumsäurebehandlung isolirte Becher, beziehungsweise Thecae von solchen.  $\epsilon$  in h und  $\beta$  in i: Becherhals (vom Frosch).
- Fig. 15. Epithel von der Schleimhaut des Froschdarmes; a Stoma.
- Fig. 16. Epithel ebendaher.

---

## XXVII.

### Ueber Irrenpflege und Irrenanstalten.

Von Dr. E. Cyon aus Petersburg.

(Schluss von S. 441.)

---

Ich glaube, dass, wenn man Geistesgesunde befragen würde, ob sie, wenn sie geisteskrank wären und einem Restraint unterworfen werden müssten, es vorziehen würden, durch 4—5 Wärter oder durch eine bequeme Zwangsjacke zur Ruhe gebracht zu werden, sich kaum Jemand finden wird, der nicht die Zwangsjacke vorziehen würde.

Es ist bei dieser Frage auch nicht ausser Acht zu lassen, dass durch das Verbot der mechanischen Zwangsmittel nicht nur die Zahl der Wärter bedeutend vergrößert wird, sondern dass diese