

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT IN WÜRZBURG.

ÜBER
INTERCELLULARLÜCKEN
UND
KITTSUBSTANZ.

VON
DR. THEODOR COHN.

Mit 7 Figuren auf Tafel XXI/XXII.

Die nachfolgende Arbeit bringt einige neue Beobachtungen über das Epithelgewebe; besonders bringe ich neue Daten über die Intercellularbrücken und -Lücken, sowie über gewisse eigentümliche Vorrichtungen, welche den Verschluss der letzteren gegen die freie Oberfläche der Epithelien hin erwirken.

Die Litteratur der protoplasmatischen Zusammenhänge benachbarter Zellen sowohl eines und desselben als auch differenter Gewebe ist vor kurzem ganz ausführlich von Klecki (Nr. 13) und ihm folgend von Werner (Nr. 12) besprochen worden, deren Arbeiten unter der bewährten Leitung Barfurths entstanden sind. Indem ich den Leser im einzelnen auf die von den genannten Autoren gegebenen Zusammenstellungen verweise, gebe ich hier, im engsten Anschluss an Klecki, nur eine ganz kurze, meinen Absichten entsprechende Übersicht der wesentlichsten historischen Daten.

Die grundlegenden Untersuchungen über die gegenseitige Verknüpfung oder Verbindung der Elemente des Epithelgewebes verdanken wir ohne Zweifel Max Schultze. Dieser berühmte Autor entdeckte bekanntlich an der Oberfläche epithelialer Zellen des ektodermalen Systems, so an den Zellen des Stratum mucosum der Epidermis, ferner an den Epithelzellen der Zunge, der Mundschleimhaut, der Lippen und der Conjunctiva, feine, in grosser Menge dicht neben einander stehende Fortsätze oder

Stacheln. Mit diesen sollten die benachbarten Zellen in einander greifen „wie zwei mit den Borsten in einander gepresste Bürsten“. Epithelzellen der geschilderten Art bezeichnete Max Schultze als Stachel- oder Riffzellen. Bald darauf entdeckte F. E. Schultze ähnliche Strukturverhältnisse in der Epidermis von Fischen und Amphibien.

Die Auffassung von der gegenseitigen Verbindung der Epithelzellen, wie sie sich Max Schultze auf Grund seiner Untersuchungen gebildet hatte, wurde von den nun folgenden Forschern wesentlich modifiziert. Es wiesen nämlich Bizzozero, später Ranvier, Flemming, Pfitzner u. a. nach, dass die Epithelzellen nicht mittels Stacheln oder Riffen verzahnt, sondern durch ein System enger Spalträume von einander getrennt seien und dass sie anderseits durch zahlreiche, diese Spalten durchsetzende protoplasmatische Fäden in kontinuierlicher Verbindung unter einander stehen. Nach Flemming's Vorgang bezeichnet man diese Bildungen als „Intercellularlücken“, bzw. als „Intercellularbrücken“.

In der Folge sind die Intercellularlücken und -Brücken in den geschichteten Epithelien ektodermaler Abkunft von einer ausserordentlich grossen Anzahl von Beobachtern näher studiert und eingehend geschildert worden. Es machten sich ferner Bestrebungen geltend, diese Einrichtungen ihrem physiologischen Werte nach erklärlich zu machen. Arnold und Thoma wiesen beim Frosch durch Injektion die Kommunikation der Intercellularräume der Epidermis mit dem Lymphgefässsystem nach; diese Autoren hoben die Bedeutung der Intercellularräume für die Bewegung des erwähnten Säftestromes hervor. Axel Key und Retzius injizierten die Spalträume des Rete Malpighi der menschlichen Haut von den Lymphgefässen aus. A. Henle gelang es, die Intercellularräume an verschiedenen Orten (Epidermis der Froschhaut und des Schweinerüssels, Epithel des Ösophagus etc.) mit Ölmasse zu imbibieren, welche dann durch

Schwärzung mittels Osmiumsäure mikroskopisch sichtbar gemacht wurde. Dieser Autor leugnet das Vorhandensein einer besonderen Kittsubstanz zwischen den Epithelzellen. Ebenso äussert sich Mitrophanow (Haut vom Axolotl und vom Triton), der sich die Intercellularräume während des Lebens lediglich von Lymphe erfüllt vorstellt.

In neuerer Zeit wurden protoplasmatische Zusammenhänge auch zwischen den Darmepithelzellen gesehen, so von Mall und R. Heidenhain, und zwar sollen die Zellen an ihren unterhalb der Kerne gelegenen Abschnitten derartige Verbindungen zeigen. Indessen fügt der letztere Autor hinzu (Nr. 3, pag. 9), dass es ihm in manchen Fällen schien, als seien die Epithelzellen ihrer ganzen Länge nach durch zahlreiche intercellulare Brücken in Zusammenhang. — Ferner scheinen nach neueren Untersuchungen auch innerhalb der Endothelien die einzelnen Zellen durch Protoplasmabrücken in direkter Verbindung zu stehen. So gelang es einer Reihe von Autoren, Ciaccio, Swaen, Ewetsky, Prenant, Preis, Nuel und Cornil an dem Endothel der hinteren Fläche der Kornea Protoplasmabrücken nachzuweisen, und Ranvier stellte sie am Peritoneum einiger Nagetiere dar, nachdem er durch Injektion von Höllesteinlösung eine Peritonitis erzeugt und so die Endothelzellen zum Schrumpfen gebracht hatte. —

Viel Aufsehen hat in letzter Zeit die Entdeckung der Intercellularbrücken zwischen den glatten Muskelzellen gemacht, eine Thatsache, die durch die Namen zahlreicher Autoren verbürgt wird (Kultschitzky, Barfurth, Busachi, Klecki, M. Heidenhain, Nicolas, Schuberg, Lebrun, Werner).

Wenn wir die oben erwähnte Kommunikation der intraepithelialen, intercellular gelegenen Spalträume mit dem Lymph-

gefäßsystem als erwiesen ansehen, eine Vorstellung, die heutzutage wohl kaum auf Widerstand stossen wird, so liegt die Frage nahe, wie denn ein derartiges System von Lymphspalten nach der freien Oberfläche des Epithels hin endigt. Denn es ist natürlich von grosser Bedeutung, ob eine freie Kommunikation der in Rede stehenden Interzellularräume und damit also der allgemeinen Lymphbahnen des Körpers mit dem umgebenden Medium statt hat oder ob wir einen Verschluss dieser Räume gegenüber der Aussenwelt feststellen können. Dieser Punkt ist auffallenderweise bis jetzt nur wenig berücksichtigt worden; die spärlichen diesbezüglichen Untersuchungen sind an der Epidermis einiger Amphibien gemacht worden.

Pfitzner (Nr. 10) spricht sich über die in Frage kommenden Verhältnisse nach Beobachtungen an der Larve von *Salamandra maculosa* etwa folgendermassen aus: Die Interzellularbrücken sollen strang-, bisweilen lamellenförmig, in der Mitte am schwächsten sein; sie gehen kontinuierlich in die beiderseitige wandständige Protoplasmaschicht über und sind auch als einfache Ausläufer dieser letzteren anzusehen. Innerhalb der Interzellularlücken nimmt Pfitzner eine besondere Kittsubstanz nicht an, sondern nur eine hauptsächlich der Ernährung der Zellen dienende Flüssigkeit. Gegen die freie Oberfläche der Epidermis münden die Interzellularräume nach der Ansicht des Autors frei aus. Zu dieser Annahme gelangte Pfitzner durch folgende Wahrnehmung: Beobachtete er eine Larve an geeigneten Stellen längere Zeit unter dem Mikroskop; so sah er gelegentlich aus den Interzellularräumen kleine Tröpfchen einer Substanz hervortreten, die stärker lichtbrechend war als Wasser. Noch intensiver zeigte sich das Phänomen an abgeschnittenen Hautteilen oder frisch getöteten Tieren. Wie sich die Interzellularlücken zum Bindegewebe der Kutis verhalten, hat Pfitzner nicht mit Sicherheit feststellen können.

Beim erwachsenen Salamander, dessen Epidermiszellen in gleicher Weise wie die der Larve durch Protoplasmabrücken verbunden sind, überzieht, wie Pfitzner angiebt, das Stratum corneum, dem die Intercellularlücken fehlen, als geschlossene Membran die ganze Körperoberfläche und zeigt Unterbrechungen nur an den Drüsenmündungen. Dadurch sind also hier die intercellularen Räume gegen die Aussenwelt vollständig abgeschlossen. Pfitzner führt diese Differenzen im Bau der Epidermis beim erwachsenen Salamander und bei der Larve auf die Verschiedenheit der Lebensbedingungen zurück: das erwachsene Tier braucht als Landbewohner, um gegen die mannigfachen äusseren Insulte und gegen die Wasserverdunstung geschützt zu sein, eine widerstandsfähigere, im allgemeinen undurchlässige Zellschicht, das Stratum corneum, während die im Wasser lebende Larve eines solchen Schutzes nicht bedarf.

Carrière (Nr. 1) sah deutliche Intercellularlücken in sämtlichen Schichten der Epidermis des *Siredon pisciformis*, auch zwischen den Zellen der obersten Schicht, der sogen. Kutikularschicht. Er hatte den Eindruck, als wenn die der freien Oberfläche zugekehrten Ränder dieser Zellen mit einander verkittet seien, konnte jedoch eine besondere Kittsubstanz nicht nachweisen. Die oben erwähnten Beobachtungen Pfitzners über den Austritt von Tropfen aus den Intercellularlücken sieht er nicht als beweisend für das offene Ausmünden derselben an. Er ist vielmehr der Ansicht, dass eine die Intercellularlücken event. abschliessende Kittsubstanz ein Diffundieren von Flüssigkeit nicht zu hindern brauche.

Auch Paulicki (Nr. 9) hat bei seinen Untersuchungen über die Haut des erwachsenen Axolotl, auf die wir noch mehrfach zurückkommen, ein freies Ausmünden der Intercellularräume nicht konstatieren können; er giebt jedoch die Möglichkeit zu, dass Untersuchungen am lebenden Tiere, wie sie Pfitzner angestellt hatte, ein anderes Resultat ergeben könnten.

Um über dieses bisher so wenig berücksichtigte Verhalten der epithelialen Intercellularräume zur Oberfläche etwas Näheres in Erfahrung zu bringen, habe ich auf Veranlassung des Herrn Dr. M. Heidenhain an einer Reihe epithelialer Gewebe diesbezügliche Untersuchungen unternommen, deren Resultate den wesentlichen Inhalt der nachfolgenden Darstellungen ausmachen. Da ich in der Lage war, als Beobachtungsobjekt die Haut der Amphibien vorzugsweise benützen zu müssen, so sind mir dann ferner eine Reihe neuer Daten in betreff der bekannten „Leydig'schen Zellen“ in die Hände gefallen, Erfahrungen, die ich sorgfältig zusammengetragen habe und hier im Anschluss an das Übrige zur allgemeinen Kenntnis bringe.

Methoden der Untersuchung.

Die zu untersuchenden Gewebsteile wurden sämtlich frisch-getöteten Tieren entnommen und sofort in die Fixierflüssigkeit eingetragen. Ausser der Pikrinsäure und dem Flemmingschen Säuregemisch kam vor allem eine auf heissem Wege bereitete, wässrige, konzentrierte Lösung von Sublimat zur Verwendung, welche nach bekannter Vorschrift 0,6% Kochsalz enthielt. In dieser Fixierflüssigkeit verblieben die Objekte in der Regel 24 Stunden; die Fixierung ist jedoch schon in viel kürzerer Zeit vollendet, falls die Stücke nicht zu gross sind. Nun wurde, ohne dass eine Ausspülung mit fliessendem Wasser vorherging, die Härtung in Alkohol von steigender Konzentration vorgenommen. Die Präparate vertragen diese Behandlung recht gut, da der Alkohol das Sublimat noch leichter löst als das Wasser. Die in den Geweben bei Gelegenheit der Sublimatfixierung häufig in Menge auftretenden Quecksilberniederschläge wurden vor der Färbung aus den Schnitten durch jodhaltigen Alkohol entfernt.

Es wurden sehr verschiedene Färbungsmethoden in Anwendung gebracht. Für meine Zwecke eignete sich, wie im weiteren Verlaufe meiner Arbeit klar wurde, in vorzüglicher Weise das M. Heidenhainsche Verfahren der Eisenhämatoxylinfärbung, welches nun schon an vielen Gewebsformen gute Resultate geliefert hat. Diese an anderen Stellen ausführlich beschriebene Prozedur (Nr. 4 und 8) habe ich in einer ganz einfachen Weise gehandhabt. Die mit destilliertem Wasser auf den Objektträger aufgeklebten Paraffinschnitte (von 5 bis 10 μ Stärke) wurden nach entsprechender Behandlung mit Xylol und Alkohol für 2 bis 3 Stunden in einer 2 $\frac{1}{2}$ % Lösung von schwefelsaurem Eisenammonoxyd aufgestellt und gelangten dann, nach kurzer Abspülung mit destilliertem Wasser, auf 10 bis 24 Stunden in eine $\frac{1}{2}$ - bis 1% Lösung von Haematoxylinum purissimum. Während des Aufenthaltes in der Farbe bildet sich in den Geweben das Eisenhämatoxylin; die Schnitte erscheinen schliesslich total schwarz und undurchsichtig und kommen nun zur Differenzierung in eben dieselbe Eisenlösung zurück, welche bereits zur Beizung verwendet wurde. Man kann die Farbe je nach dem vorliegenden Zwecke bis zu verschiedenem Grade extrahieren. Im Sinne der ursprünglichen Anwendung der Methode soll man die Differenzierung so weit treiben, dass nur noch die Kerngerüste und die Centrankörper sich stark gefärbt zeigen, während das Zellenprotoplasma unterdessen farblos geworden ist. In der That muss man sich bei der Kontrolle des Extraktionsprozesses vorzugsweise an das Aussehen der Kerne halten, und man unterbricht die Differenzierung im allgemeinen, wenn die Kerngerüste deutlich geworden sind. Indessen kommt es doch darauf an, was man gerade durch die Färbung darstellen will. Denn durch Eisenhämatoxylin färben sich nicht nur die Kerngerüste und die Centrosomen, sondern auch viele Produkte des protoplasmatischen Zellkörpers (z. B. in den Leydigschen Zellen die sogen. Langerhansschen Netze, in

den Pankreaszellen die Zymogenkörner etc.), und so kann es unter Umständen dienlich sein, die völlige Entfärbung des Protoplasmas nicht erst abzuwarten, sondern das Präparat schon vorher völlig fertig zu stellen. Zu dem Behufe werden die auf dem Objekträger befindlichen Schnitte gründlich mit Leitungswasser ausgewaschen und dann wie üblich in Kanadabalsam aufgestellt. Die so gewonnenen Präparate halten sich unbegrenzt, wenn nicht gerade zur „Aufhellung“ oxydierende Mittel in Anwendung gebracht wurden (cave Terpentin, Nelkenöl etc.). Mitunter fand ich es (für bestimmte Zwecke) vorteilhaft, statt in der Eisenlösung in einer 1% Chromsäurelösung zu differenzieren. Hierbei erzielt man eine etwas stärkere Mitfärbung des Protoplasmas.

Gute Dienste hat mir unter anderem auch die Ehrlich-Biondische Mischung geleistet; diese wurde genau nach den Vorschlägen M. Heidenhains behandelt (Nr. 4). Wenn noch in allerletzter Zeit Werner klagt, dass die mit dieser Farblösung erzielten Tinktionen nicht konstant sind, so ist ganz gewiss, dass eine kleine Unterlassungssünde diesen Misserfolgen zu Grunde liegt. Die Farblösung wurde eben nicht angesäuert, und darum hielten sich die Präparate nicht. Das Verfahren der Ansäuerung ist in der citierten Schrift M. Heidenhains ganz genau beschrieben worden, und es existieren hierorts mit Biondischer Lösung gefärbte, sauer eingelegte Schnitte, die schon 5 Jahre alt und noch fast ganz unverändert sind. Daraus erhellt, dass diese Präparate wohl konstant gemacht werden können.

Ferner habe ich mehrfach mit einer Hämatoxylin-Vanadium-Lösung tingiert, welche Herr Dr. Heidenhain zu bestimmten Zwecken auf folgende Weise herstellt. Es werden 60 ccm einer $\frac{1}{2}$ % Lösung von Haematoxylinum purissimum mit 30 ccm einer $\frac{1}{4}$ % Lösung von Ammonium-Vanadat (bei Zimmertemperatur!) zusammengegossen; dann entsteht eine

schöne graublaue, manchmal ins Violette spielende Farbe, deren Verwertung in der histologischen Technik sehr beschränkt ist, die aber manche sehr bemerkenswerte färberische Eigenschaften besitzt. Beschränkt ist die Verwertung dieser Farbe darum, weil sie wenig beständig ist; sie wird erst am 4. bis 5. Tage nach ihrer Herstellung überhaupt brauchbar, und nach dem 10. Tage hat sie ihre für die histologische Technik wertvollen Eigenschaften gänzlich eingebüsst. Die anfangs mehr blaue Farbe der Lösung geht während dieser Zeit in einen braunen Ton über. Will man mit dieser Hämatoxylin-Vanadium-Lösung arbeiten, so ist es unbedingt nötig, eine grössere Reihe von Objektträgern mit Paraffin-Schnitten zu montieren und im voraus für die Tinktion bereit zu stellen. Nach der Anfertigung der Lösung werden an jedem Tage einige Präparate probeweise gefärbt. Tritt die günstige Wirkung ein, dann wird sofort die ganze übrige Reihe der bereit gehaltenen Schnitte tingiert. Im übrigen ist eben jene Farbentönung, welche die Präparate einmal angenommen haben, in Xylol-Kanadabalsam völlig konstant.

Diese Farblösung hat die Eigenschaft, alle Gewebsbestandteile sehr stark zu tingieren. Vor allem ist das Vanadium-Hämatoxylin ein sehr stark wirkender „Protoplasmafarbstoff“ und aus diesem Grunde dem Cytologen zu empfehlen. Das Chromatin der Kerne wird nur wenig oder wenigstens nicht in besonderem Grade tingiert; mitunter bleibt die Färbung des Chromatins (Basichromatin M. Heidenhain) völlig aus. Dagegen färbt sich das Lanthanin (oder Oxychromatin M. Heidenhain) der Kerne sehr stark, gerade so wie jeder andere Protoplasmafarbstoff, namentlich auch die sauren Anilinfarben eine nahe Verwandtschaft zu dem Lanthanin zeigen (Näheres in Nr. 5 pag. 544). Protoplasma und Lanthanin tingieren sich stark braun (sepiafarben), und zwar so intensiv, dass schon sehr dünne Schnitte vonnöten sind (3 bis 4 μ), um die Färbung einiger-

massen durchsichtig zu erhalten. Besonders merkwürdig ist, dass diese Hämatoxylinfarbe an den Geweben sehr starke Metachromasieen bewirkt, so dass die Präparate mitunter förmlich bunt erscheinen. Diese Metachromasieen treten nicht immer in genau denselben Tönungen wieder ein; sie sind nicht ganz stabil. Häufig erhielten wir das Bindegewebe blau, das Mucin ebenfalls bläulich, die Nukleolen, die α -Granula der Leukocyten und die roten Blutkörperchen orangerot, die quergestreifte Muskulatur schön goldbraun. (Eine andere metachromatische Reaktion dieser Farbfüssigkeit findet man bei Nicoglou erwähnt (Nr. 8 pag. 71 der Dissertation). Indessen produzieren sich, wie gesagt, diese metachromatischen Reaktionen nicht immer in der gleichen Weise; trotzdem dürfte sich, wie ich glaube, das Vanadium-Hämatoxylin doch in den Fällen zu Versuchen eignen, in denen es, namentlich bei cellularhistologischen Untersuchungen, gilt, materielle, chemische Differenzen der einzelnen Gewebsbestandteile aufzudecken.

Schliesslich habe ich mehrfach die Gewebstücke in toto durchgefärbt, und zwar einmal mit gewöhnlichem Alaunhämatoxylin und zweitens nach der bekannten Methode R. Heidenhains vermittelt Haematoxylinum puriss. und saurem chromsaurem Kalium.

Untersuchungen.

1. Die Intercellularräume in der Epidermis der Amphibien.

Als Ausgangspunkt für die Untersuchung der Intercellularräume diente mir die hierzu in besonderem Masse sich eignende Haut der Amphibien, und zwar zunächst die des Axolotl, welche in der oben angegebenen Weise mit Sublimat fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurde. Zunächst studierte ich Flächen-schnitte, welche in der Art auf dem Objektträger befestigt wur-

den, dass die freie Seite der Epidermis, wo sie immer in den Schnitt gefallen war, nach oben, gegen den Beschauer hin gewendet sein musste. Die Betrachtung der freien Oberfläche der Epidermis ergab nun folgendes Bild (Fig. 1).

Bei einer sehr hohen Einstellung, bei welcher nur die alleroberste Grenzschicht der Epidermis sichtbar wird, sieht man im Gesichtsfeld ein System schwarz gefärbter, überall gleich dicker Linien, welche polygonale oder rundliche oder auch ganz unregelmässige Felder von sehr verschiedener Grösse einschliessen. Bei nur etwas tieferer Einstellung verschwinden diese Netzwerke sogleich, und es erscheinen die Zellenkörper der obersten Schicht, des sog. Stratum cuticulare, im Gesichtsfeld. Die Kerne dieses Zellenstratum färben sich im allgemeinen sehr stark; sie zeigten gewöhnlich kein deutliches „Kerngerüst“, sondern nur eine gröbere oder eine feinere Granulierung mit einzelnen Nukleolen. War ein Gerüstwerk sichtbar, so zeigte sich dasselbe ungemein feinmäschtig. Mitosen habe ich in diesem obersten Zellenstratum ebenso wie Paulicki nicht angetroffen; dagegen bemerkt man, wie es scheint, bisweilen die Anzeichen einer beginnenden Degeneration der Kerne, dies unter Formen, welche denen der sog. Chromatolyse der Kerne ähnlich sehen.

Die einzelnen Zellenindividuen des Stratum cuticulare sind scharf begrenzt und sämtlich durch sehr deutliche Intercellularräume von einander getrennt. Die intercellularen Protoplasma-
brücken sind ebenfalls jederzeit leicht und deutlich zu sehen. Sie imponieren als feine, normalerweise immer nur kurze Fädchen, welche indessen bei einer eventuellen Schrumpfung der Zellenkörper und bei der dadurch bedingten enormen Erweiterung der Intercellularlücken sich unter Umständen zu ausserordentlicher Länge ausziehen können. Die Bemerkung Pfitzners, dass die Intercellularbrücken in der Mitte dünner seien (Beobachtung an der Salamanderlarve), kann gewiss nicht für alle Fälle zutreffend sein. Denn sehr oft sah ich, dass in den

Verlauf der Protoplasmabrücken ein oder zwei etwas gröbere, rundliche Granula eingelagert waren, so dass sie hierdurch etwa entsprechend ihrer Mitte angeschwollen erschienen. Lamellenförmige Interellularbrücken, von denen Pfitzner spricht, habe ich nicht beobachten können.

Meine Untersuchung ergab als Endresultat schliesslich, dass die erwähnten, durch Eisenhämatoxylin an der Oberfläche der Epidermis dargestellten schwarzen Linien oder Substanzstreifen genau dort sich befinden, wo die Intercellularräume die freie Oberfläche des Epithels erreichen, und dass sie die Intercellularräume nach aussen hin vollständig verschliessen. Dieses Lageverhältnis kann aber nicht ohne weiteres aus dem Flächenbilde (Fig. 1) erschlossen werden. Wenn nämlich in vielen Fällen auch bei einem geeigneten Gebrauch der Mikrometerschraube sich leicht erkennen lässt, dass die in Rede stehenden geschwärzten Linien genau entsprechend den oberen Enden der Intercellularräume sich hinziehen, so hat man an anderen Orten bei der Betrachtung des blossen Flächenbildes doch wieder den Eindruck, als ob dies zierliche, schwarz tingierte, oberflächliche Netz in keiner näheren Beziehung zu den darunter gelegenen Intercellularräumen stünde. Das Flächenbild der Epidermis zeigte sich somit im einzelnen sehr widerspruchsvoll, und ich kam zu vollständigen Aufschlüssen erst auf Querschnittsbildern.

Da das beschriebene, scharf und rein darstellbare Maschenwerk genau in der Ebene der Epitheloberfläche gelegen ist, so müssen die gefärbten Linien in einem senkrecht zur Oberfläche geführten Durchschnitte der Epidermis zum Teil quer, zum Teil auch schief oder tangential getroffen werden und je nachdem als Punkte, bzw. als kürzere oder längere Linien erscheinen. Die Lage dieser Punkte und Linien muss uns dann über ihr Verhältnis zu den unterliegenden Zellen, resp. Intercellularräumen orientieren.

In der That erhalten wir die gewünschte Aufklärung durch einen solchen Querschnitt (Fig. 2).

Die Epidermis des Axolotl besteht aus mehreren Lagen im allgemeinen polyedrischer, in der Tiefe mehr cylindrischer Zellen, zwischen denen in je nach der Körperregion wechselnder Zahl die sogen. Leydig'schen Zellen eingelagert sind. An einzelnen Stellen fehlen dieselben ganz, so an der Schwanzspitze, an anderen, z. B. an der Kopfhaut überwiegen sie in einzelnen Lagen an Zahl bedeutend über die anderen Epithelzellen. Auf die morphologische Beschaffenheit dieser Zellen komme ich später noch ausführlich zu sprechen.

Die Intercellularräume sind in der ganzen Dicke der Epidermis sichtbar. Nach unten reichen sie bis zu einem, schon der Kutis angehörigen, unter Umständen stark färbbaren Bindegewebsstratum (sogen. oberer Grenzsaum der Kutis), auf welchem die unterste Zellenlage der Epidermis aufruhet; nach oben hin durchsetzen sie noch die der obersten Zellschicht angehörige Kutikula und enden verjüngt an der freien Oberfläche derselben. Von besonderem Interesse ist, dass auch dieser äusserste, schon innerhalb der Kutikula liegende Teil der Intercellularräume noch Protoplasmabrücken zeigt. Es ergibt sich hieraus wohl mit Sicherheit, dass diese sogen. Kutikula der Amphibienhaut nicht eine Absonderung, ein Sekret der obersten Zellenlage ist, sondern dass sie aus einer direkten Umwandlung, aus einer Modifikation der äusseren Grenzschicht des Zellenleibes hervorgeht. Auch Paulicki sieht die Kutikula nicht als eine Ausschwitzung oder Auflagerung, sondern als ein Umwandlungsprodukt des Protoplasmas an.

An Präparaten, die mit Vanadium-Hämatoxylin gefärbt sind, lassen sich bezüglich der Kutikula einige interessante Beobachtungen anstellen. Das Zellenprotoplasma wird, wie erwähnt, bei dieser Färbung dunkelbraun tingiert. Die Kutikula jedoch erscheint in grauem Farbentone, so dass sie sich besonders deutlich

von ihrer Unterlage abhebt. Auf der Grenze zwischen der Kutikula und dem übrigen Teil des Zellenkörpers gewahrt man einen tief dunkel gefärbten Streifen, gleichsam von einer Verdichtung der Zellsubstanz herrührend; dieser Streifen ist jedoch beiderseits nicht scharf abgegrenzt. Auf der grauen Grundfarbe, welche die Kutikula in diesen Präparaten annimmt, hebt sich in vielen Fällen ganz deutlich eine besondere Zeichnung ab. Häufig finde ich, in Übereinstimmung mit den Beobachtungen anderer Autoren, eine quere Strichelung. Diese queren Streifen sind jedoch gefärbt, und zwar im Tone des Protoplasmas. Also meine ich, dass protoplasmatische Fädchen sich in die Kutikula hinein fortsetzen.

Ist die quere Strichelung sehr stark ausgesprochen, so kann man unter Umständen ein ähnliches Bild erhalten wie vom Stäbchensaume der Darmepithelzellen. An günstigen Stellen sieht man ferner deutlich, dass die senkrecht zur Oberfläche gerichteten Protoplasmafädchen, in schiefer oder querer Richtung unter einander verbunden sind. Man hat dann eine Netzbildung vor sich, in welcher die augenfälligsten Protoplasmafäden quer zur Kutikula verlaufen und das Bild der Strichelung erzeugen. Meistenteils konnte ich indessen von einer derartigen regelmässigen Anordnung nichts bemerken, und es zeigte dann die Kutikula nur ein unregelmässiges, sehr feines protoplasmatisches Netzwerk. Ich muss mithin auch auf Grund dieser Beobachtungen dafür halten, dass an meinem Objekte die sogen. Kutikula ein metamorphosierter Teil der Zellen selbst ist; den Hergang der Entstehung der Kutikula kann ich mir nur in der Art denken, dass es innerhalb der obersten Grenzschicht der Zellen im Bereiche der interfilaren Räume zur Ausscheidung einer konsistenteren, vielleicht völlig erstarrenden Masse kommt.

Sofern an einer bestimmten Epithelstrecke die Schnittrichtung besonders günstig ausfiel (Fig. 2), finden wir nun an den Stellen,

an denen die Intercellularräume verjüngt an der freien Oberfläche endigen, in der Höhe des freien Randes der Kutikula je ein feines schwarzes Pünktchen. Die Summe dieser Pünktchen dürfen wir als die optischen Querschnitte der im Flächenbild (Fig. 1) gesehene schwarzen Substanzstreifen ansprechen. An anderen Stellen des Präparates gehen von diesen Punkten schwarze Linien aus, welche der Oberfläche des Epithels parallel laufend einem in den Schnitt gefallenem freien Zellenrande entsprechen. Wieder an anderen Stellen sehen wir entsprechend der Oberfläche der Kutikula längere oder kürzere, schräg in der Dicke des Präparates auf- und absteigende Linien, welche den vom Schnitt in schiefer Richtung getroffenen Zellengrenzen entsprechen.

Die Intercellularräume selbst bleiben auch an stark überfärbten Präparaten stets vollständig ungefärbt. Sie können also keinesfalls mit einer besonderen Kittsubstanz erfüllt sein. Von einer „Kittsubstanz“ würde man doch verlangen, dass sie eine dichtere, zähe Masse ist, und diese müsste sich in irgend einer Weise stärker färben lassen. Dies ist aber nicht der Fall, und ich kann daher nur annehmen, dass die intercellularen Spalträume eine aus dem Lymphgefäßsystem stammende Ernährungsflüssigkeit führen. Die Kommunikation der Intercellularräume mit den Lymphwegen der Kutis wird wohl besser als durch alle Injektionen durch die Thatsache bewiesen, dass wir in den ersteren häufig Leukocyten antreffen, die doch nur aus den Lymphspalten dorthin eingewandert sein können.

Der Querschnitt der Epidermis giebt nun ferner auch Aufschluss über die Frage, warum die im Flächenbild sichtbaren geschwärtzten Liniensysteme sich oft nicht mit den unterliegenden Intercellularräumen zu decken scheinen, trotzdem sie ja, wie der Querschnitt lehrt, den oberen Enden dieser Räume entsprechen und an den Zellengrenzen sich zwischen die Nachbarelemente

einschalten. Offenbar wäre bei der Betrachtung von der Fläche ein Zusammenfallen dieser „Kittstreifen“, wie ich sie nennen will, und der Intercellularräume in der Projektion auf die Ebene nur dann möglich, wenn die in der obersten Zellschicht vorhandenen Intercellularlücken alle senkrecht gegen die freie Oberfläche aufstiegen. Ein derartiger senkrechter Verlauf würde zur unmittelbaren Voraussetzung haben, dass die Zellen der betreffenden Schicht senkrecht stehende reguläre Prismen oder Cylinder sein müssten. Die Zellen der Kutikularschicht beim Axolotl zeigen aber nur zum kleineren Teile eine derartige regelmässige Form; viele verbreitern sich nach oben hin und gleichen dadurch stark abgestumpften Kegeln, deren nach aussen gerichtete Basis von der Kutikula repräsentiert wird. Infolgedessen müssen die Intercellularräume in der Begrenzung solcher Zellen nach oben hin divergieren und die Kutikula nicht senkrecht, sondern schief zur Oberfläche durchsetzen. Daraus ergibt sich, dass die von Kittstreifen umsäumte Kutikula einer derartigen Zelle eine grössere Flächenausdehnung besitzt als der optische Querschnitt des zugehörigen unter ihr liegenden Zellkörpers. Die diesen umschliessenden Intercellularräume können dann bei der Betrachtung des Flächenbildes bei senkrechter Projektion nicht mit den entsprechenden Kittstreifen zusammenfallen.

Seltener verjüngt sich die Zelle nach der freien Oberfläche, so dass die Intercellularräume konvergierend durch die Kutikula verlaufen. An solchen Stellen umschliessen dann die Kittstreifen kleine polygonale Felder. Viele der im Flächenbilde (Fig. 1) sichtbaren kleinen Felderchen erklären sich aber anders. Es treten nämlich bisweilen die Kutikulae mehrerer benachbarter Zellen in Form ausgedehnter dünner Platten über den Körper einer in ihrer Mitte befindlichen und aus einem etwas tieferen Niveau herausragenden Zelle hinweg; dann bleibt von dieser ringsumgeschlossenen Zelle an der Oberfläche nur ein kleines von Kittstreifen umsäumtes Feldchen frei. Eine der-

artige Anordnung der Zellen in der obersten Schicht der Axolotl-Epidermis hat bereits Paulicki beschrieben.

Ich fasse schliesslich bezüglich der Axolotl-Haut kurz wie folgt zusammen:

Die Epidermis des Axolotl ist durchsetzt von einem zusammenhängenden, intercellulären System spaltähnlicher Lücken, welche mit den Lymphräumen der Kutis offen kommunizieren. Nach oben ist dieses Kanalsystem durch eine in schmalen Fäden oder Streifen angeordnete Kittsubstanz verschlossen, welche sich nirgends in die Tiefe der Intercellularräume hinein erstreckt, sondern stets auf die oberflächlichste Grenzschicht der Epidermis beschränkt bleibt. Die beschriebenen Bildungen verdienen also wohl die Bezeichnung „Kittstreifen“.

Nachdem diese Resultate erzielt waren, habe ich die Untersuchung auf einige andere Amphibien ausgedehnt. Dabei ergab sich zunächst, dass die Epidermis des *Proteus* ganz analoge Verhältnisse bezüglich der Intercellularräume und ihres Abschlusses nach der freien Oberfläche hin aufweist; sie ist jedoch wegen ihrer grösseren Empfindlichkeit weniger zu Untersuchungen geeignet als die resistenterere Haut des Axolotl. — Die Haut der Larve von *Triton taeniatus* wurde an mit Chromsäure konservierten und mit gewöhnlichem Aluminium-Hämatoxylin gefärbten Präparaten untersucht. Auch sie wies ein oberflächliches Netz von Kittstreifen auf, welches nicht nur die eigentliche Epidermis überzog, sondern sich auch auf das Epithel der Kiemenhöhlen und der Kornea fortsetzte. Die Intercellularräume selbst waren an den untersuchten Präparaten zufälligerweise wenig deutlich. Ebenso konnte festgestellt werden, dass auch in der Epidermis der Salamanderlarve die intercellularen Lücken nach aussen hin durch typische Kittstreifen völlig abgeschlossen sind; dies war besonders deutlich am Epithel der Rückenflosse zu sehen.

2. Die Leydig'schen Zellen.

Ein besonderes Interesse boten in den von mir untersuchten Eisenhämatoxylinpräparaten wegen einiger auffälliger färbereicher Erscheinungen die sog. Leydig'schen Zellen. Diese der Epidermis der Amphibien eigentümliche Zellenspezies bietet trotz der vielfachen über sie angestellten Untersuchungen sowohl in ihrem morphologischen wie besonders in ihrem physiologischen Verhalten so viel Rätselhaftes, dass es sich wohl lohnt, wenigstens in Kürze noch einmal auf sie zurück zu kommen.

Leydig entdeckte diese nach ihm benannte Zellenart im Jahre 1853. Er beschrieb sie aus der Epidermis der Salamanderlarve und des Proteus und deutete sie als Schleimzellen. Später wurden die Leydig'schen Zellen von vielen anderen Autoren in der Haut verschiedener wasserlebender Amphibien oder bei den wasserlebenden Larven wiederum beobachtet und genauer beschrieben. Ihre Entwicklung wurde von Pfitzner für die Salamanderlarve, von Carrière für den Axolotl näher verfolgt. Eine genauere Untersuchung derselben beim erwachsenen Axolotl hat Paulicki geliefert.

Nach Pfitzner entstehen die Leydig'schen Zellen der Salamanderlarve aus Epithelzellen; später vermehren sie sich durch Mitose, um schliesslich durch Rückumwandlung zu Epithelzellen allmählich wieder zu verschwinden, so dass sie dem erwachsenen Salamander vollständig fehlen. Eine ganz analoge Entwicklung beschreibt Carrière für den Axolotl. Paulicki hat beim einjährigen Axolotl noch spärliche Kernteilungen gesehen; über eigentliche Zellteilungen fand ich bei ihm keine Angaben. In den von mir untersuchten Präparaten, die einem etwa 5jährigen Axolotl entstammten, fand sich nur einmal eine Zellteilung. Sehr häufig waren dagegen Zellen mit zwei und mehr Kernen, wie sie auch von Pfitzner und Paulicki beobachtet wurden. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diese Erscheinung,

das Ausbleiben der Zellteilung, in Übereinstimmung mit den genannten Autoren als Zeichen einer verringerten vitalen Energie resp. einer beginnenden Rückbildung auffasse. Jedenfalls findet beim älteren Axolotl keine nennenswerte Neubildung Leydigischer Zellen durch Teilung statt.

Der Kern der Leydigischen Zellen ist in der Regel kleiner als der der anderen Epithelzellen. Seine Form ist kugelig oder oval. Sehr häufig sind an seiner Oberfläche tief einschneidende Furchen zu beobachten; der Kern kann sogar eine Art lappiger Form annehmen. Paulicki hält diese Erscheinung für eine Folgewirkung der angewandten Reagentien; ich halte sie indessen für normal. Ob die Einfurchungen spontan am Kern entstehen oder der Ausdruck gewisser Pressionen sind, welche der Kern von Seiten des Protoplasmas erleidet, das muss ich dahin gestellt sein lassen. Der Kern liegt in der Zelle meist dem Centrum genähert. Zwischen ihm und der Zellenperipherie spannt sich bekanntermassen bei jüngeren Leydigischen Zellen, wie man sie z. B. in der Haut der Tritonenlarve findet, ein protoplasmatisches Fach- oder Septenwerk aus, das auf dem optischen Querschnitt unter der Form eines Netzes erscheint und dessen Maschenräume häufig als „Vakuolen“ imponieren. Eine Abbildung dieses protoplasmatischen Fachwerkes findet man unter anderm auch in der neuen Auflage der Gewebelehre von Köllikers. Um den Kern herum bemerkt man häufig eine umfänglichere Ansammlung protoplasmatischer Substanz. Im übrigen tritt das Protoplasma an Masse gegenüber den anderen Bestandteilen des Zellkörpers völlig zurück. Bei den Leydigischen Zellen des von mir untersuchten fünfjährigen Axolotls konnte ich nur noch äusserst geringe Spuren des erwähnten protoplasmatischen Netzwerkes auffinden, und ich müsste demnach annehmen, dass dasselbe bei höherem Alter des Tieres schwindet.

Ausser diesem Netzwerk enthält die Leydigische Zelle, wie

bekannt, noch eine grosse Anzahl Granula von wechselnder Form und Grösse. Ihre Färbung gelingt mit allen Protoplasmafarben. Mit Eisenhämatoxylin färben sie sich tiefschwarz, entfärben sich aber bei weiterer Differenzierung sehr leicht wieder. Diese Entfärbung geht in der Art von statten, dass sich zunächst die Peripherie der Granula entfärbt, während das Centrum noch schwarz bleibt. Die Entfärbung schreitet dabei ganz allmählich von der Peripherie her nach dem Centrum hin fort. Dabei grenzt sich der gefärbte centrale Teil merkwürdigerweise immer scharf und rein von dem bereits farblos gewordenen Teile ab. So kommt es, dass man auf einem gewissen Stadium der Differenzierung Leydigsche Granula erhält, welche genau in ihrer Mitte ein grösseres oder kleineres, manchmal minutiös feines, geschwärztes Korn enthalten. In ganz ähnlicher Weise pflegen sich die roten Blutkörperchen der Säuger bei der Eisenhämatoxylinfärbung zu differenzieren, wenn sie zuvor mit Protoplasmafarben behandelt wurden (Nr. 5, pag. 441). Vanadium-Hämatoxylin tingiert die Granula der Leydigschen Zellen nicht im Tone des Protoplasmas — braun —, sondern gelb bis orangerot. An Grösse sind sie sehr verschieden; man kann ausserordentlich feine und sehr grobe Körner, dazwischen alle Übergänge finden. Ihre Form wechselt stark; ganz gewöhnlich sind sie rundlich gestaltet, sehr häufig aber auch eckig oder in mehrere Spitzen ausgezogen.

Vergleichen wir mit diesen Angaben die Befunde früherer Autoren, so ist zunächst hervorzuheben, dass Pfitzner bei seinen Untersuchungen an der lebenden Salamanderlarve die erwähnten Granula nicht beobachtet hat; er sah vielmehr den Zellkörper nur von einem Netzwerk durchzogen, dessen Maschenräume einen klaren Inhalt zeigten. Er hält deshalb die Granula für Gerinnungserscheinungen, hervorgerufen durch die angewandte Fixierungsflüssigkeit. Dieselbe Entstehungsweise nimmt auch Paulicki für die Granula der Leydigschen Zellen des Axolotl an.

Um nun über das Verhältnis des protoplasmatischen Netzwerkes zu den Granulis Näheres zu erfahren, habe ich versucht, an Larven des Triton taeniatus geeignete Feststellungen zu machen; hier ist das protoplasmatische Fachwerk stark ausgesprochen, während es beim älteren Axolotl, wie schon erwähnt, sich der Beobachtung fast gänzlich entzieht. Die Leydig'schen Zellen der Tritonlarve lassen nun mit aller Sicherheit erkennen, dass die Granula nur zum Teil zwischen, zu einem anderen Teil dagegen ganz sicher in den Fäden des scheinbaren Protoplasmanetzes liegen. Auf dem optischen Querschnitte solcher Zellen gewahren wir in vielen Fällen, dass die Granula sich als die derben Knotenpunkte des Protoplasmanetzes darstellen. Daher trifft man auch an ihnen so häufig auf allerlei Zacken und Ausziehungen, welche sich unmittelbar nach verschiedenen Richtungen hin in das protoplasmatische Lamellenwerk fortsetzen. Ich bin daher der Meinung, dass die Granula zunächst als integrierende Teile des protoplasmatischen Systems von kleinen Anfängen her entstehen und erst später frei werden. Diese Granula verhalten sich also durchaus nicht etwa so, wie die Zymogenkörner des Pankreas, die Giftkörner der Hautdrüsen der Amphibien oder die „Schleimkörner“ der Mucin bereitenden Zellen, welche sämtlich als „paraplasmatische“ Einschlüsse bezeichnet werden können. Vielmehr haben wir es hier meiner Ansicht nach mit einer spezifischen Umwandlung des Protoplasmas selbst zu thun. Jedenfalls beweisen die eben angeführten Beobachtungen wenigstens für die Leydig'schen Zellen der Tritonlarve, dass die in ihnen enthaltenen Granula nicht erst durch Gerinnung beim Fixieren der Präparate entstanden sind, sondern dass sie schon im lebenden Zustande präformiert sein müssen. Was die meiner Anschauung widersprechenden Befunde Paulickis und Pfitzners anlangt, so ist es wohl möglich, dass beim lebenden Tier die Granula zu schwach lichtbrechend sind, als dass sie deutlich wahrnehmbar sein könnten.

Leider kann ich zu dieser Zeit mangels frischen Materiales entsprechende Kontrollbeobachtungen nicht ausführen.

Die äussere Grenzschicht der Leydig'schen Zellen des Axolotl ist ausgezeichnet durch ein in ihr sich ausbreitendes, ziemlich weitmaschiges Netzwerk, das sogen. Langerhans'sche Netz. Diese Bildung, welche von Langerhans zuerst beschrieben wurde, ist von Leydig für eine durch Reagentien bewirkte Knitterung der Oberfläche gehalten worden. Flemming liess dieses Langerhans'sche Netz durch Verklebung der geronnenen Intercellularflüssigkeit mit abgerissenen Protoplasmaabücken entstehen. Demgegenüber bestätigte Pfitzner, gestützt vor allem auf Beobachtungen an der lebenden Salamanderlarve, die Ansicht des ursprünglichen Entdeckers. Paulicki endlich beschrieb die Langerhans'schen Netze genauer nach Färbungen mit Fuchsin.

Die in Rede stehenden Netze lassen sich überhaupt mit allen Protoplasmafarben darstellen, da sie ja, wie Paulicki treffend sagt, partielle rippenartige Verdickungen der Zellmembran, d. h. der äusseren Grenzschicht des Protoplasmas sind. So gelang mir die Färbung derselben mit Biondischer Lösung, wobei eine Rotfärbung (durch Rubin S.) eintritt, ferner auch mit Vanadium-Hämatoxylin, welches die Netze gelb färbt. Die besten Bilder ergab unstreitig die Eisenhämatoxylinfärbung (Fig. 3). Denn selbst bei einer Differenzierung, bei welcher die Granula schon farblos geworden sind, bleibt doch das Langerhans'sche Netz noch tief schwarz gefärbt, und man überzeugt sich an derartig gefärbten Schnitten leicht, dass die Netzbalken im allgemeinen flache bandartige Formen haben. Von Interesse ist, dass bei einer übertriebenen Differenzierung die Entfärbung dieser Bänder nicht wie bei den Granulis in der Peripherie, sondern entsprechend ihrer Mitte beginnt, so dass unter Umständen ein bestimmter Netzbalken durch völlige Entfärbung eines längs seiner Mittellinie sich hinziehenden Streifens in einen

„Doppelbalken“, in zwei parallelziehende Bänder aufgelöst wird. Diese eigentümliche Erscheinung hat eine ganz besondere Ursache. Betrachtet man nämlich die Balken des Langerhansschen Netzes bei sehr hohen Vergrösserungen (mit dem Apochromaten) von der Fläche, so machen sich an ihnen viele sehr feine, verschieden grosse, rundliche hellere Stellen bemerkbar. Von diesen weiss ich nicht zu sagen, ob sie völlige Perforationen der Netzbalken vorstellen oder ob diese Öffnungen nur scheinbar sind und von einer sehr dünnen durchscheinenden Lage jener Materie verschlossen werden, aus der die Balken selbst bestehen. Jedenfalls ist klar, — wenn wir uns die Sache richtig vorstellen, — dass die Balken entlang ihren Rändern vergleichsweise solide Bildungen sind, während entlang eines mehr in ihrer Mitte sich hinziehenden Streifens an jenen scheinbaren oder wirklichen Perforationen für die Differenzierungsflüssigkeit bessere Angriffspunkte gegeben sind: daher die künstlich, durch weit getriebene Differenzierung leicht zu erreichende Umwandlung eines einfachen Balkens in einen Doppelbalken. — Von allgemeinen Eigenschaften der Netzbalken wäre schliesslich noch zu erwähnen, dass auch sie von ihrer Aussenfläche her sich durch Intercellularbrücken mit den Nachbarzellen verbinden.

Was die genauere Anordnung der Netzbalken bei den Leydig'schen Zellen des Axolotl anlangt, so wäre folgendes zu erwähnen. Denkt man sich die Leydig'sche Zelle als einen Globus, dessen Achse in der Richtung von der freien zur basalen Fläche der Epidermis verläuft, so lässt sich aussagen, dass die Mehrzahl der Balken des Langerhans'schen Netzes etwa in der Richtung der Zellmeridiane verläuft. Auf Flächenschnitten, welche der Mitte der Zelle genähert diese durchqueren, sind daher fast bloss Balkenquerschnitte zu sehen. Von diesen Hauptsträngen gehen Verbindungsstücke unter den verschiedensten Winkeln ab. Nirgends dringen Fortsätze in die Tiefe der Zelle, sondern sämtliche Balken bleiben an ihrer äusseren Ober-

fläche. Nach den beiden Polen der meist oval gestalteten Zellen laufen die Hauptadern des Netzes radienartig zusammen. Hat man auf Flächenschnitten mit dem Messer die oberen oder unteren Pole der Zelle abgehoben, so entstehen infolge der geschilderten strahligen Anordnung Bilder, die bisweilen förmlich an mitotische Figuren (chromatische Mutter- oder Tochterform) erinnern. Häufig auch konfluieren die Netzbalken am oberen und unteren Pole der Zelle derartig, dass dadurch hautartige Ausbreitungen der in Eisenhämatoxylin sich schwärzenden Substanz entstehen, welche somit etwa die allgemeine Form einer Kugelschale haben.

Paulicki giebt an, dass die Langerhansschen Netze sich zuweilen auf benachbarte Leydig'sche Zellen und Epithelien fortsetzen, und bildet auch eine solche Stelle ab. Derartige Verbindungen glaubte ich manchmal zu sehen, habe aber bei genauerer Betrachtung unter guten Immersionssystemen trotz vielfacher sorgfältiger Untersuchungen in keinem Falle einen derartigen Übergang der Netzbalken auf Nachbarzellen mit Sicherheit nachweisen können.

Es bleibt mir noch übrig besonders hervorzuheben, dass an den Leydig'schen Zellen des Axolotl die gröberen Balken des Langerhansschen Netzes die einzigen Strukturteile sind, welche eine spezifische Orientierung (— in meridionaler Richtung —) aufweisen. Diese Anordnung muss also einen besonderen Sinn haben. Nun fragt es sich natürlich, welchem physiologischen Zweck denn überhaupt diese Bildungen dienen. Darauf kann es, wie ich denke, nur eine Antwort geben, die etwas Wahrscheinlichkeit für sich hat: wir müssen sie für Stützgerüste erklären, welche die überaus mangelhafte architektonische Festigkeit des übrigen Zellkörpers kompensierend ersetzen. Von einer besonderen Architektonik im Innern des Zellkörpers kann bei den Leydig'schen Zellen des Axolotl ja über-

haupt nicht mehr die Rede sein, da, wie schon mehrfach erwähnt, die protoplasmatische Substanz im Innern bis auf Spuren verschwunden ist. Diese Zellen müssten schon durch den Seitendruck der Nachbarelemente deformiert werden, wenn nicht besondere Vorrichtungen vorhanden wären, welche die Aufrechterhaltung ihrer Form garantieren. Als Schutzvorrichtung können nun gewiss diese rippenartigen, systematisch unter einander verbundenen Verdickungen der äusseren Grenzschicht der Zelle gelten, welche wir unter dem Namen des Langerhansschen Netzes kennen. Die Anordnung der stärkeren Balken in der Richtung der Meridiane bringe ich damit in Zusammenhang, dass gröbere Insulte von aussen her senkrecht auf die Epidermis einwirken. Mithin ist diese Anordnung zweckmässig, da bei stärkerem Druck von aussen die gröberen meridional verlaufenden Balken erst völlig durchgebogen werden müssten, ehe der Zellkörper in erheblichem Masse leidet.

Einen total anderen Anblick als beim Axolotl gewähren die Langerhans'schen Netze beim Proteus. Von „Netzen“ kann man hier eigentlich nicht mehr sprechen. Die nämlichen Bildungen bieten hier den Anblick sagen wir von „gefensterten Häuten“ oder von starken den Zellkörper umschliessenden Kapseln, welche zahlreiche Perforationen aufweisen, mit anderen Worten: es sind hier die Balken des Netzes so breit und ihre gegenseitigen Verbindungen so zahlreich geworden, dass nur relativ enge Öffnungen zwischen ihnen bestehen bleiben. Hat man beim Proteus die Wand einer Leydig'schen Zelle durch einen Tangentialschnitt so abgehoben, dass sie von aussen her betrachtet werden kann, so ist, wenn der Schnitt mit Eisenhämatoxylin behandelt war, der Einblick in das Innere des Zellkörpers verwehrt, da die rundlichen Durchbrechungen der tief schwarz tingierten äusseren kapselartigen Umhüllungen viel zu eng sind, als dass sie einen genügenden Überblick über das Zellinnere gewähren könnten.

Bei der Betrachtung der untersten Zellschicht der Proteus-Epidermis fielen mir an Eisenpräparaten eigentümliche schwarze, im allgemeinen senkrecht gegen die Epitheloberfläche gerichtete Fasern auf, welche anscheinend zwischen den Zellkörpern gelagert waren. Ich hielt sie anfangs für Bindegewebsfasern, die aus der Kutis aufsteigend intraepithelial ihr Ende finden. Bei genauerer Untersuchung musste ich mich davon überzeugen, dass diese Fasern rippenartige Verdickungen sind, welche der Grenzschicht der untersten Epithelzellen in ähnlicher Weise eingelagert sind, wie die Langerhans'schen Netze den Leydigschen Zellen. Ganz ähnliche Bildungen fanden sich bei späterem Nachsuchen auch beim Axolotl an der gleichen Stelle.

An den Leydigschen Zellen der Tritonenlarve gelang es mir nicht, die Langerhansschen Netze durch Eisenhämatoxylin zu tingieren. An Chromlackpräparaten konnte ich sie dagegen gut wahrnehmen. Sie zeigen hier einen ganz anderen Typus als beim Axolotl oder Proteus, da die Bälkchen nur sehr feine Fäden vorstellen, welche weite, ziemlich regelmässige, polygonale Maschen umschliessen.

Es sei mir gestattet, mit wenigen Worten auch noch der Funktion der Leydigschen Zellen zu gedenken. Über diese ist bis jetzt nichts Sicheres bekannt geworden, und von den vielfach aufgestellten Hypothesen ist keine einzige ohne Bedenken. Längst widerlegt ist die älteste von Leydig und Langerhans angenommene Anschauung, wonach die Leydigschen Zellen Vorläufer der Becherzellen seien, an die Oberfläche rücken und einen Ausführungsgang erhalten sollten. Von Pfitzner wurde ferner die Ansicht Peremeschkos, dass die Leydigschen Zellen je nach äusseren Einwirkungen entstünden und wieder vergingen, als unhaltbar nachgewiesen. Pfitzner selbst wies darauf hin, dass sich die Leydigschen Zellen nur bei wasserbewohnenden Tieren finden, und glaubt, dass sie ein schleimiges

Sekret für die Intercellularräume liefern. Dagegen macht Paulicki wohl mit Recht geltend, dass an einzelnen Körperstellen des Axolotl, an denen sich typische Intercellularräume finden, die Leydigschen Zellen fehlen. Auch wäre, wie ich hinzufügen will, jenes hypothetisch angenommene schleimige Sekret mikroskopisch nicht nachweisbar.

Der offenbare Mangel einer eigentlich so zu nennenden sekretorischen Funktion¹⁾ und die Ähnlichkeit ihrer Granula mit denen der Hautgiftdrüsen lässt mich vermuten, dass die Leydigschen Zellen vielleicht eine ähnliche biologische Funktion besitzen wie diese. Es wäre demnach möglich, dass diese Zellen giftige Stoffe enthalten, welche ihrem Träger einen passiven Schutz gewähren. Freilich können die Leydigschen Zellen nicht irgendwie als Verteidigungsmittel oder gar als Angriffswaffe in aktiver Weise verwertet werden. Sollten sie aber auch nur auf die Magen- oder Darmschleimhaut irritierend einwirken, so würde doch ihre blosse Anwesenheit schon der gedachten biologischen Funktion entsprechen.

3. Die Intercellularräume des Darmepithels.

Wenden wir uns nach dieser Exkursion über die Leydigschen Zellen wieder dem Hauptgegenstande unserer Untersuchung, den Intercellularstrukturen zu, so hatten wir bereits eine die Intercellularräume gegen die freie Oberfläche hin verschliessende Kittsubstanz für die Epidermis des Axolotl, des Proteus, der Triton- und der Salamanderlarve beschrieben. Es lag nun nahe, auch andere epitheliale Gewebe, in welchen Intercellularlücken nachweisbar sind, auf das Vorkommen jener spezifischen Kittsubstanz hin zu prüfen. Die Untersuchung wurde daher zunächst auf die Epithelien des Darmkanals der Amphibien und später auch der Säugetiere ausgedehnt.

¹⁾ D. h. diese Zellen scheiden nicht an ihrer Oberfläche irgend eine Flüssigkeit ab, welche die spezifischen Stoffwechsel-Produkte des Zellkörpers in gelöster Form enthält.

Intercellularräume im Darmepithel wurden von R. Heidenhain (Nr. 3) beschrieben. Dieser Autor sah an den Zotten des Hundedarms bei Schnitten, die parallel der Epitheloberfläche geführt waren, häufig Protoplasmabrücken, und zwar an denjenigen Zellen, welche unterhalb des Kernes getroffen wurden. In manchen Fällen schienen feinste Protoplasmabrücken auch die oberen Enden der Zellen zu verbinden. Auch auf senkrechten Durchschnitten sah R. Heidenhain, wie schon vor ihm Mall, unregelmässige die Intercellularräume überbrückende Fortsätze. Er nahm an, dass diese Lücken zwischen den Zellen wohl hauptsächlich durch Leukocyten ausgefüllt gewesen seien. Im übrigen glaubt R. Heidenhain zwischen den Epithelzellen eine geringe Menge von Kittsubstanz annehmen zu müssen, da nur so eine mechanische Dehnung der Zottenoberfläche möglich sei, ohne dass die Zellen auseinanderweichen. Diese supponierte Kittsubstanz erwies sich als durchgängig für Flüssigkeiten, denn nach Einbringung von Methylenblaulösungen in den Magen zeigten sich die Zellen des Darmepithels hier und dort von Farbstoffablagerungen bekränzt.

Das Vorhandensein von Intercellularbrücken wurde ferner von A. Nicolas (Nr. 15, pag. 7) am Darm vom Frosch konstatiert. Er sah an vielen Tangentialschnitten die Epithelien unterhalb des Kernes durch protoplasmatische Brücken in Zusammenhang stehen. Was die Existenz von Intercellularbrücken an den obern, nach dem Lumen hin gelegenen Teilen der Zellen anlangt, so glaubt Nicolas, dass sie vielleicht durch Koagulation einer intercellularen Flüssigkeit verdeckt würden; ebenso wie er das an Präparaten sah, welche an einzelnen Stellen schöne Intercellularbrücken, an anderen ein intercellulares Gerinnsel zeigten (l. c. Tafel II, Fig. 13).

Andere Autoren, so Stöhr (Nr. 11) und Cloetta (Nr. 2), haben das Vorhandensein von echten Intercellularbrücken im Darmepithel geleugnet. Cloetta stützt sich dabei unter anderem

auf die Angabe R. Heidenhains, dass die beschriebenen Lücken von Leukocyten ausgefüllt waren. Auf diese Art entstehende Spalträume könne man nicht als wahre Intercellularräume ansehen. Cloetta erklärt ferner, dass man allerdings mitunter Bilder erhält, welche sich so ausnehmen, als seien Intercellularbrücken vorhanden; diese Bilder kämen jedoch durch Schrumpfung des Zellkörpers und Retraktion desselben von der Zellmembran zustande.

Eine eigentlich so zu nennende Zellmembran existiert nun aber an diesem Orte nicht. Ich nehme indessen bezüglich der für die Darmepithelzellen so oft abgehandelten Membranfrage eine vermittelnde Stellung ein. Diese Zellen zeigen nämlich, wie schon oft bemerkt worden ist, eine sehr schön ausgesprochene Differenzierung des Protoplasmas in Filar- und Interfilarsubstanz; wo nun aber eine solche Scheidung vorhanden ist, da muss auch an der Zellenoberfläche eine zusammenhängende, protoplasmatische Grenzschicht bestehen, welche die interfilaren Räume nach aussen hin abschliesst. Eine derartige oberflächliche Grenzschicht ist auch an den Darmepithelzellen vorhanden, und sie lässt sich dort leicht in stärkerem Grade färben. So kann man diese feine, lückenlose Plasmaschicht schliesslich als eine „Membran“ bezeichnen, doch nicht in dem Sinne, dass ihre Substanz different von der übrigen Zellsubstanz wäre. Eine ähnliche färbbare Grenzschicht des Protoplasmas sieht man auch an Leukocyten, und trotzdem ist der Leukocyt gewiss membranlos zu nennen.

Ich habe nun den Nachweis der Intercellularlücken und Brücken am Darmepithel des Salamanders auf das Allersicherste erbringen können, und zwar an Präparaten, die mit Biondischer Lösung, mit Vanadium-Hämatoxylin oder mit Anilinblau gefärbt waren. Auch auf Querschnitten durch das Darmepithel von *Triton helveticus* konnte ich die Intercellularbrücken in schönster Deutlichkeit wahrnehmen. Allein ich kann niemandem raten, Untersuchungen über diesen Gegenstand an-

zustellen, denn ob man dieser Dinge ansichtig wird oder nicht, das hängt lediglich vom Zufall ab. Für gewöhnlich sind die Darmepithelzellen platt und dicht aneinander geschlossen, und man sieht da nichts von intercellularen Lücken. Nur selten stösst man auf Präparate, in denen die Zellen, ohne sich im übrigen zu deformieren, um ein Geringes von einander gewichen sind. In diesen Fällen wende man sehr starke Protoplasmafärbemittel an, und man wird die intercellularen Brücken finden. Die intraepithelialen Spalträume werden dann rechts und links von der stärker färbbaren Grenzschicht des Protoplasmas benachbarter Zellen flankiert, und quer durch sie hindurch ziehen eine grosse Menge allerfeinster Protoplasmafädchen. Diese finden sich nicht nur an den unteren, sondern auch an den oberen Abschnitten der Zellen, soweit die Intercellularräume gegen die freie Oberfläche des Epithels hin verfolgt werden können.

Nachdem so die Existenz der intercellularen Spalten im Darmepithel erwiesen war, gelang es an Eisenhämatoxylinpräparaten leicht, auch deren vollständigen Abschluss gegen das Darmlumen hin festzustellen. An genau senkrecht zur Oberfläche des Epithels getroffenen und im übrigen der Beobachtung günstigen Stellen sieht man nämlich immer dort, wo je zwei benachbarte Zellenköpfe mit ihren seitlichen Rändern zusammenstossen, bzw. wo der zwischenliegende Intercellularraum das Lumen erreicht, ein feines schwarz gefärbtes Pünktchen oder Knötchen, welches die einzig mögliche Kommunikation zwischen Intercellularraum und Darmlumen verlegt. Diese sehr unscheinbaren Bildungen liegen genau in der Höhe der bekannten knötchenartig verdickten Basalteile der Darmstäbchen. Gegenüber diesen letzteren fallen die in Rede stehenden intercellularen Knötchen durch einen etwas grösseren Umfang auf. Ein ganz entsprechendes Bild finde ich bei R. Heidenhain (Nr. 3, Taf. I, Fig. 4), doch spricht sich der Autor über die

Bedeutung dieser Dinge nicht weiter aus¹⁾. An unseren Eisenhämatoxylinpräparaten konnten wir uns leicht darüber belehren, dass die gedachten intercellularen Pünktchen oder Knötchen auch hier, gerade so wie wir es oben für die Epidermis der Amphibien beschrieben haben, nichts anderes vorstellen als die Durchschnitte oberflächlich gelegener Kittstreifen. Wird das Epithel von der freien Fläche her betrachtet, so zeigt sich, dass die Zellen, und zwar Cylinderzellen und Becherzellen in gleicher Weise, mit ihren Köpfen in ein Netz feiner schwarzer Linien eingeschlossen sind, welche sich ihrer Lage nach bei der Projektion auf die Ebene mit den unterliegenden Zellengrenzen decken. Über dieses Netz von Kittstreifen wölben sich die Pfröpfe der Schleimzellen hier und da bis zu einiger Höhe empor.

An mehreren von Herrn Dr. M. Heidenhain vor Jahren angefertigten und mir zur Verfügung gestellten Präparaten vom Darm des Salamanders zeigen die Kittstreifen eine eigentümliche wellige oder fein gezackte Form und sind hier und da in zwei einander parallel verlaufende, gleich dicke Fäden gespalten. Herr Dr. Heidenhain hat diesen Befund schon anderenorts geschildert (Nr. 4 pag. 119) und hervorgehoben, dass die sich schwärzenden Streifen in der Höhe der Basalstücke der Darmstäbchen liegen. Über die physiologische Natur derselben fällt er kein bestimmtes Urteil, spricht jedoch von der Möglichkeit, dass hier die Färbung einer spezifischen Kittsubstanz vorliegt. Diese Vermutung findet ihre völlige Bestätigung in meinen Untersuchungen. Ich denke übrigens nicht fehl zu gehen, wenn ich die hier und da vorkommende Spaltung der Kittstreifen als Artefakt, bedingt durch Schrumpfung und räumliche Trennung der Nachbarzellen ansehe.

¹⁾ Ein sehr ähnliches histologisches Bild, vom Epithel des Centralkanales des Rückenmarks stammend, finde ich bei Prenant (Internat. Monatschrift für Anat. u. Phys. Bd. XI., Taf. XIV., Fig. 5). Vgl. darüber auch v. Lenhossék, Der feinere Bau des Nervensystems etc. 2. Aufl., pag. 221.

Im Anschluss an den Darm des erwachsenen Salamanders wurde auch der der Larve untersucht. Intercellularräume liessen sich hier nicht nachweisen, wohl aber Kittstreifen, die in ihrer Anordnung und Form keine Abweichungen von denen des erwachsenen Tieres darboten. Auch die Darmepithelien einiger anderen Amphibien, auf die meine Untersuchungen sich ausdehnten, wiesen an ihrer Oberfläche typische „Kittnetze“ auf. So konnte ich sie beim *Proteus*, bei *Triton helveticus* und bei der Larve von *Triton taeniatus* wieder auffinden. Die intercellularen Spalträume freilich konnte ich nur noch bei *Triton helveticus* wahrnehmen; indessen war die Anzahl der durchgesehenen Präparate auch eine im ganzen geringe.

4. Kittstreifen an Epithelien, bei denen intercellulare Spalträume bisher nicht nachgewiesen wurden.

Nachdem so für die mit Intercellularräumen versehenen Epithelien der Oberhaut und des Darmes ein Verschluss dieser Lücken durch die oberflächlich gelegenen Kittstreifen nachgewiesen war, habe ich auch noch eine Reihe anderer Epithelien, bei denen bisher Intercellularräume nicht aufgefunden wurden, daraufhin untersucht, ob auch bei ihnen jene spezifisch färbbaren Kittstreifen nachweisbar seien.

Eines dieser Objekte war die Magenschleimhaut der Larve von *Salamandra maculosa* (Fig. 5). Hier sind an den zum Oberflächenepithel gehörigen Zellen bekanntlich zwei Teile unterscheidbar: ein unterer protoplasmatischer Abschnitt beherbergt den Kern, ein oberer schleimiger Teil grenzt sich gegen den unteren in einer häufig gewölbten Fläche ab und quillt bald mehr, bald weniger weit gegen das Lumen des Magens vor. In der Höhe nun, bis zu welcher nach dem Magenlumen hin die Zellgrenzen deutlich verfolgbare sind, sehen wir zwischen je zwei Zellen an den Eisenhämatoxylinpräparaten wieder die charakteristischen optischen Querschnitte der Kittstreifen in Gestalt feiner schwarzer

Pünktchen. Der Schleimpfropf der Zelle überragt das Kittnetz in ähnlicher Weise, wie wir das oben schon für die Becherzellen des Salamanderdarmes hervorgehoben haben. Dass die erwähnten Punkte wirklichen Kittstreifen entsprechen, das zeigen in unzweideutiger Weise Stellen des Präparates, an denen die Schleimhautoberfläche von der Innenseite her sichtbar ist. An eben denselben Schnitten zeigen sich auch die Epithelzellen der Magendrüsen an ihrer dem Lumen zugewendeten Fläche durch feine Kittstreifen mit einander verlötet.

Vergleichsweise habe ich dann den Magen der Katze auf Schnitten untersucht, die entweder mit Eisenhämatoxylin oder mit Biondi'scher Lösung gefärbt waren. Betrachtet man an solchen Präparaten das Oberflächenepithel im Tangentialschnitt, so sieht man die Zellen umsäumt von einem Netz feiner Kittstreifen (Fig. 6). Diese entsprechen in ihrer Anordnung ziemlich genau den unterliegenden Zellgrenzen; letztere sind sehr leicht kenntlich, da an ihnen das Protoplasma zu einer etwas stärker färbbaren Lage zusammengedrängt ist.

Vom Oberflächenepithel des Magens her setzen sich die Kittstreifen in ungemein deutlicher Weise auch auf das Epithel der Magenrillen (Fig. 7) und in die Drüsen hinein fort.

Ich bin ferner bei den Amphibien noch an mehreren anderen epithelialen Geweben auf eben diese durch Eisenhämatoxylin stark färbbaren Kittstreifen gestossen. So zeigen in der Niere des Proteus sämtliche, die Harnkanälchen auskleidenden Epithelien an ihrer freien Oberfläche die beschriebenen Kittstreifen; in ähnlicher Weise sieht man sie an den Epithelien der grösseren Gallengänge desselben Tieres, während im Leberparenchym selbst nichts dergleichen vorzukommen scheint. Dagegen konnte ich die Kittstreifen wiederum auffinden in der Glandula abdominalis von Triton alpestris.

5. Endothelien.

So vielfach demnach der Nachweis oberflächlich zwischen den Zellen liegender Kittstreifen an den Epithelien geführt werden konnte, so wenig gelang es an den sogenannten Endothelien mittelst Eisenhämatoxylin oder einer Protoplasmafärbung eine derartige Kittsubstanz zu färben.

Selbst an Präparaten, an denen die Epithel-Kittnetze in ausgezeichneter Weise sichtbar waren, zeigte sich an den Gefäß-Endothelien niemals eine different färbbare Zwischensubstanz. Auch an den Bauchfell-Endothelien (-Epithelien) liess sich nichts davon darstellen.

Sollte sich diese Differenz bei weiteren Untersuchungen endothelartiger und epithelartiger Gewebe als konstant erweisen, so wäre damit ein recht brauchbares Unterscheidungsmittel beider Gewebsarten gegeben. Meine eigenen Beobachtungen sind aber keineswegs umfassend genug, um eine solche Differenz zu beweisen.

Jedenfalls aber geht aus dem geschilderten Verhalten mit Sicherheit hervor, dass man es bei dieser mit Eisenhämatoxylin darstellbaren Kittsubstanz mit etwas ganz anderem zu thun hat, als mit den durch Reduktion von Silbernitrat erzeugten schwarzen Niederschlägen an den Zellgrenzen. Denn die Silberreduktion bringt vor allem die Zellengrenzen der Endothelien zur Erscheinung, und wenn sie auch Epithelzellen mit einem Netz schwarzer Linien umsäumt, so beschränkt sich diese Schwarzfärbung doch nicht wie in unserem Falle auf die Oberfläche, sondern dringt in die Tiefe des Epithels ein, wie man z. B. leicht am vorderen Korneaepithel bei der Silberbehandlung sehen kann. Wenn man nun mit vielen neueren Autoren annimmt, dass die Intercellularräume in der Tiefe der Epithelien nicht von einer besonderen Kittsubstanz, sondern nur von einer dem Lymphgefässsystem entstammenden, zur Ernährung der Zellen dienenden Flüssigkeit erfüllt sind, so folgt schon hier-

aus, dass bei der Silberreduktion entweder die peripherischen Grenzschichten des Zellenprotoplasmas gefärbt werden oder dass es sich um einen Niederschlag von fein verteiltem Silber zwischen den Zellen handelt. Weitere Untersuchungen sind noch zur Klärung dieser Frage erforderlich.¹⁾ Auf alle Fälle kann man von der Silberreduktion nicht sagen, dass durch sie eine spezifische Materie in spezifischer Weise imprägniert werde, während in der Eisenhämatoxylinfärbung ein Mittel gegeben ist, eine ganz bestimmte Materie färberisch darzustellen, welche unter der Form der beschriebenen Kittstreifen in durchaus charakteristischer Lagerung sich zwischen den Zellen ausbreitet.

Zum Schlusse will ich noch ganz kurz auf die physiologische Bedeutung der beschriebenen Kittnetze zu sprechen kommen. Es ist klar, dass ihr Vorhandensein an der Epidermis der Amphibien keineswegs den oben erwähnten von Pfitzner an der lebenden Salamanderlarve gemachten Beobachtungen über das Austreten feiner Tröpfchen aus den Intercellularräumen widerspricht. Denn eine so dünne Membran wird wohl den Prozessen der Diffusion keinen besonderen Widerstand entgegensetzen. Andererseits aber wird sie wohl imstande sein, das Eindringen geformter Teile, besonders der Mikroorganismen zu verhindern. Hierin sehe ich die hauptsächliche Bedeutung der „Kittstreifen“, und ihre durchaus oberflächliche Lagerung wird uns bei einer solchen Auffassung verständlich. Das rein mechanische Moment der Verklebung oder Vereinigung benachbarter Zellen möchte ich mehr in den Hintergrund stellen; bei der Epidermis z. B. werden die Zellen schon durch die Intercellularbrücken in sehr solider Weise unter einander vereinigt, und um der mechanischen Festigkeit willen

¹⁾ Vergleiche auch die Zusammenstellung bei Werner, pag. 38 ff.

bedürfte es nicht mehr der „Kittstreifen“. Zur Begründung meines Urteils ziehe ich besonders auch die Verhältnisse des Darmepithels in Rechnung. Denn da im Darminhalt jederzeit ungeheure Mengen von Mikroorganismen vorhanden sind, so wird hier die biologische Funktion der Kittstreifen als fester Grenzwälle gegenüber der Invasion pathogener Mikroben ohne weiteres einleuchtend sein.

Nach meiner Auffassungsweise ist mithin die Gegenwart der Kittstreifen an solchen epithelialen Geweben leicht erklärlich, bei denen Intercellularräume bestehen, welche, wie ich eben annehme, eines Schutzes gegen die freie Oberfläche hin bedürfen. Nun kommen aber typische Kittstreifen nach meinen Beobachtungen auch an Epithelien vor, welche nach unseren bisherigen Erfahrungen der intercellularen Spalträume entbehren. In diesem Falle könnte man eventuell einen Rückschluss auf das tatsächliche Vorhandensein von Intercellularlücken machen. Indessen bedürfen wir einer solchen Hypothese nicht, wenn wir in Erwägung ziehen, dass die an der Epitheloberfläche sich hinziehenden Zellengrenzen doch wohl in jedem Falle Orte einer geringeren vitalen Widerstandsfähigkeit sind, und demnach können die Kittstreifen auch an eben diesen Stellen immer wieder nur als besondere, physiologisch zweckmässige Schutz- und Abwehrrichtungen angesehen werden.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen, soweit sie die Intercellularräume und Kittstreifen betreffen, kann ich kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Im Anschluss an andere Autoren spreche ich mich dahin aus, dass die Intercellularräume in der Epidermis der Amphibien Lymphräume sind und keine besondere Kittsubstanz enthalten. Diese Lymphräume sind gegen die freie Oberfläche hin durch sehr feine Streifen einer besonderen Kittsubstanz verschlossen. Diese gehört ausschliesslich der

äussersten Grenzschicht der Epidermis an und verbindet die aneinander stossenden Teile benachbarter Zellen in lückenlosen Nähten.

2. Die Epithelzellen des Darmes sind, wenigstens bei den Amphibien, einerseits durch feine intercellulare Spalt-räume von einander getrennt, andererseits stehen sie durch Protoplasmabrücken in unmittelbarem Zusammenhange. Diese Intercellularräume sind gleichfalls nach aussen hin durch ein zusammenhängendes Netz von Kittstreifen verschlossen.

3. Auch einzelne nach den bisherigen Erfahrungen der Intercellularräume entbehrende Epithelien zeigen an ihrer Oberfläche ein typisches Netz intercellularer Kittstreifen.

4. An „Endothelien“ konnte ein Kittstreifennetz nicht dargestellt werden.

5. Die nach dem M. Heidenhain'schen Verfahren durch Eisenhämatoxylin in intensiv schwarzer Farbe darstellbaren Kittstreifen sind ihrer Art nach nicht identisch mit den schwarzen Umränderungen, die man durch Silberreduktion erhält.

Litteratur.

1. Carrière, Die postembryonale Entwicklung des Siredon pisciformis. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XXIV.
 2. Cloetta, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie des Vogeldarmes. Ebenda Bd. XXXI.
 3. Heidenhain, Rudolf, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. XXXXIII. Supplementheft.
 4. Heidenhain, Martin, Über Kern und Protoplasma. Leipzig 1892. Bei Wilhelm Engelmann.
 5. Derselbe, Neue Untersuchungen über die Centrakörper etc. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XXXXIII.
 6. von Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 6. Aufl. Bd. I.
 7. Langerhans, Über die Haut der Larve von Salamandra maculata. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. IX.
 8. Nicoglou, Über die Hautdrüsen der Amphibien. Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie. Bd. LVI.
 9. Paulicki, Über die Haut des Axolotls. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XXIV.
 10. Pfitzner, Die Epidermis der Amphibien. Morpholog. Jahrbuch. Bd. VI.
 11. Stöhr, Über das Darmepithel. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1892.
 12. Werner, Zur Histologie der glatten Muskulatur. Dissert. Jurjew. 1894.
 13. Klecki, Experimentelle Untersuchungen über die Zellbrücken in der Darmmuskulatur der Raubtiere. Dissert. Dorpat. 1891.
 14. Prenant, Critériums histologiques pour la détermination de la partie persistante du canal épendymaire primitif. Internationale Monatsschrift für Anat. u. Physiol. Band XI.
 15. Nicolas, Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle. Internat. Monatsschrift für Anat. und Physiol. Band VIII.
-

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Flächenschnitt durch die oberste Lage der Epidermis des Axolotl. Sublimat. Eisenhämatoxylin. Zeiss, Apochrom. 4 mm; Komp. Ocular Nr. 4. Projektion auf den Arbeitstisch.

Fig. 2. Querschnitt der zwei obersten Zellschichten der Epidermis des Axolotl, Behandlung wie vorher. Differenzierung mit Chromsäure. Leitz, Immers. $\frac{1}{12}$; Okular I. Projektion auf den Objektisch. Kittstreifen im Querschnitt.

Fig. 3. Leydig'sche Zellen vom Axolotl. Behandlung wie bei Fig. 1. Vergrößerung wie bei Fig. 2.

Fig. 4. Tangentialschnitt durch das Epithel des Salamanderdarmes. Sublimat. Eisenhämatoxylin. Vergrößerung wie bei Fig. 2. Die schwarzen Linien sind Kittstreifen. Wo die Zellen im Querschnitt getroffen sind, stellen sich die Zellgrenzen in schwach grauer Farbe dar.

Fig. 5. Senkrechter Durchschnitt durch das Oberflächenepithel des Magens der Salamanderlarve. Sublimat. Eisenhämatoxylin. Vergrößerung: Zeiss, Apochrom. 4 mm; Komp. Okular Nr. 8. Projektion auf den Objektisch.

Fig. 6. Tangentialschnitt des Oberflächenepithels vom Magen der Katze. Behandlung wie vorher. Leitz, Immersion $\frac{1}{12}$; Okular I Projektion auf den Arbeitstisch.

Fig. 7. Schiefschnitt durch ein Magengrübchen von der Katze Behandlung und Vergrößerung wie Fig. 6.