© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Über die Intercellularlücken und Intercellularbrücken im Epithel[1].

Von

Paulus Mitrophanow in Moskau.

Mit 4 Holzschnitten.

Die Frage über das gegenseitige Verhalten der epithelialen Elemente in den verschiedenen Momenten ihrer Existenz kann noch nicht als abgemacht angesehen werden. Die in der Litteratur zerstreuten Fakta heischen eine Bestätigung oder weitere Erläuterungen.

Max Schultze[2] war der Erste, der Epithelzellen mit feinsten Stacheln besetzt beobachtete, und äußerte die Meinung, dass mit Hilfe derselben die Zellen mit einander den Uhrrädern gleich sich verbinden. Früher schon hatte v. Recklinghausen[3], als er in die histologische Technik das salpetersaure Silberoxyd einführte, den Begriff von der intercellularen Kittsubstanz begründet.

Danach musste zwischen den epithelialen Elementen eine doppelte und höchst dauerhafte Verbindung existiren, was durch die Schwierigkeit, mit welcher diese Elemente überhaupt sich isoliren lassen, bewiesen wurde. Aber eine solche Schlussfolgerung bei aller Einfachheit bereitete große Schwierigkeiten in der Erklärung der physiologischen Processe, welche (wie z. B. die Ernährung, Regeneration der Zellen) für das Epithel zugelassen werden müssen, und beschränkte auf diese Weise im hohen Grade die funktionelle Bedeutung dieses Gewebes. Zur Aufklärung dieser in morphologischer und physiologischer Hinsicht interessanten Frage erschienen seit den sechziger Jahren bis auf die

[1] Vorgetragen in der K. Gesellschaft der Freunde für Naturwissenschaft, Anthropologie und Ethnographie am 18. März 1884.

[2] Max Schultze, Die Stachel- und Riffzellen. Virchow's Archiv. Bd. XXX. 1864. p. 260.

[3] v. Recklinghausen, Virchow's Archiv. Bd. XIX, p. 451 u. Bd. XXVII, p. 419.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gegenwart mehrere Arbeiten, die auf einen organischen Zusammenhang zwischen den Epithelzellen hinwiesen und die Ansichten über das gegenseitige Verhalten derselben änderten.

In diesem Falle gehört Bizzozero[1] das Verdienst zuerst gezeigt zu haben, dass die Epithelzellen mit ihren Auswüchsen derart in Verbindung stehen, dass auf den Schnitten zwischen denselben ein Bild von kleinen Brücken abwechselnd mit kleinen Lücken beobachtet wird. Im Laufe der Zeit wurden ähnliche Beobachtungen von Ranvier[2], Flemming[3], Heitzmann[4], Leydig[5] und Anderen veröffentlicht, durch Klein[6] aber und Retzius[7] wurden sogar interstitielle Injektionen in die Intercellularlücken gemacht. Als Resultat dieser Forschungen ergab sich, dass die Epithelzellen, wenigstens in den tiefen Schichten, nicht in enger Berührung mit einander stehen, sondern durch mehr oder minder große Lücken, durch welche von einer Zelle zur anderen mehr oder minder feine Brücken ziehen, von einander getrennt sind. Die Lücken aber bilden ein ganzes System von leeren Räumen, die mit einander anastomosiren. Um diese Thatsachen definitiv zu begründen, fehlten aber noch Beobachtungen über die Entwicklung dieser Brücken und Lücken bei Embryonen, so wie über die gegenseitige Relation der Epithelzellen während verschiedener physiologischer Zustände bei erwachsenen Thieren.

Um eine Lösung dieser Fragen zu erlangen, studirte ich hauptsächlich die Haut von Axolotl und Triton im embryonalen und erwachsenen Zustande. Außerdem wurden auch Beobachtungen am Epithel der Kaulquappen und erwachsenen Frösche, einiger Fische (Cobitis fossilis, Acerina cernua) und endlich einiger höheren Mammalien (Embryonen von Schaf und Katze) und Menschen gemacht.

[1] Bizzozero, Sulla Struttura degli Epitheli pavimentas stratificati. Centralblatt 1871. p. 482 und: Über den Bau der geschichteten Plattepithelien. in: Moleschott's Untersuchungen. Bd. II. 1872 (1876).

[2] Ranvier, a) Traité technique d'histologie. Russisch. p. 302. 1876. — b) Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi. Comptes rendus. T. 95. No. 26. p. 1374—1377.

[3] W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. p. 53.

[4] Heitzmann, Mikroskopische Morphologie des Thierkörpers. p. 135 und 325. 1883.

[5] F. Leydig, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. p. 21 und 76—80. — Derselbe, Die Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen. Morphol. Jahrbuch. Bd. II. p. 313.

[6] E. Klein, On the Lymphatic System of the Skin and mucous membranes. Quarterly Journal of m. Sc. No. 83. 1881. p. 379—406. 2 pl.

[7] G. Retzius, Biologische Untersuchungen. 1881. VIII. Zur Kenntnis der Saftbahnen in der Haut des Menschen. p. 105—107.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Den größten Nutzen bei dem Studium der Intercellularbrücken gewährte mir das Epithel der so eben dem Ei entschlüpften Axolotl. Das frische Gewebe wurde mit Goldchlorid, welches in schwacher Ameisensäurelösung reducirt wurde, bearbeitet. Dieses Verfahren leistete mir schon einmal gute Dienste für andere Zwecke[1], und es erwies sich auch in diesem Falle ganz nützlich, da das Goldchlorid besser als andere Reagentien Zellenprotoplasma differenzirt.

In dieser Periode der Entwicklung hat der Embryo nur zwei Epithelschichten: die obere, welche verhornt, und eine tiefere, näher zur Cutis liegende. Wenden wir unser Augenmerk allein auf die untere Epithelschicht; da die obere im Begriffe ist zu verhornen, zeigt sie in Folge dessen besondere Komplikationen und entspricht nicht unserer Anforderung, die Elemente im Momente ihrer Entwicklung darzubieten. Die Zellen der unteren oder Basalschicht des Epithels weisen einige Eigenthümlichkeiten auf, die, wie es mir scheint, bis jetzt noch nicht beschrieben waren. Alle Autoren, welche dieses Epithel beobachteten, zeichneten es mehr oder weniger regelmäßig oval oder cylindrisch, in Wirklichkeit aber sind seine Konturen höchst unregelmäßig und bieten ein eigenthümliches Bild, das die hier beigefügte Zeichnung (Fig. 1) darstellt. Die großen scharf markirten Kerne dieser Zellen sind ungleich von einer kleinen Quantität des Zellenprotoplasmas, welches höchst unregelmäßig gelagert ist, umgeben. Die Protoplasmamassen zweier Nachbarzellen sind gewöhnlich durch helle Räume in Form von Lücken mit parallel verlaufenden Rändern abgetheilt. Hier und da ziehen durch diese Lücken von einer Zelle zur anderen an Zahl variirend entweder sehr feine Protoplasmafäden oder dicke Protoplasmastränge

Fig. 1. Ein Theil der Basalschicht des von der Bauchseite abgetragenen Epithels des neugeborenen Siredon pisciformis. $AuCl_3$ 1/2%, Ac. form. 15%; Glycerin.

In der Mitte sieht man drei Zellen mit dem Anfangsprocess des Auseinanderweichens derselben in Folge des Zusammenziehens des Protoplasmas um die Kerne.

Bei *a* der Anfangsprocess;
bei *b* das Auseinanderweichen;
bei *c* ist das Auseinanderweichen vollendet; es bleibt nur ein Zusammenhang in Form von Brücken; andere Theile der Zeichnung zeigen diesen Zusammenhang bei einer mehr oder minder vorgeschrittenen Trennung der Zellen.

Gezeichnet nach einer Vergrößerung von 570, im Holzschnitt um 1/3 verkleinert.

[1] P. Mitrophanow, Über die Endigungsweise der Nerven im Epithel. Arch. für Anat. und Physiol. Physiol. Abth. 1884. 3. Hft. p. 197.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Fig. 1 *b*, *c*). Auf diese Art erinnert in Vielem dieses Stadium an dasjenige, welches von Flemming gezeichnet und geschildert worden ist (l. c. p. 54, Fig. B *c*), aber mit dem Unterschiede, dass die Richtung der Intercellularlücken im höchsten Grade unregelmäßig ist, und in Folge dessen haben die Zellen selbst im Allgemeinen genommen fast eine sternförmige Form. Beim näheren Studium erweist es sich, dass die Lücken nicht überall kontinuirlich sind. Oft sieht man, wie zwischen zwei Zellen mit scharf differenzirten Kernen die Lücke nur eine seitliche Einbuchtung an einem Ende bildet (Fig. 1 *a*, *b*), folglich bleibt zwischen zwei gut entwickelten Zellen eine breite Brücke. Manchmal keilen sich diese Einbuchtungen von zwei Seiten ein; in diesem Falle erscheinen die Zellen mehr isolirt (Fig. 1 *c*). Alles, wovon soeben die Rede war, muss als in einer optischen Fläche gelegen gedacht werden, während die ganze Zelle in einer Richtung von den Nachbarzellen fast ganz abgetrennt sein, in anderer aber in nächster Verbindung mit den anderen stehen kann. Nicht selten hat man Gelegenheit zu beobachten, wie in einer breiten Brücke kleine durchsichtige Räume erscheinen, Anfangs in keinem Zusammenhang mit dem allgemeinen Lückensysteme. Durch diesen Vorgang wird der breite Strang in kleine schmälere zerklüftet.

Ich denke, dass der geschilderten Thatsachen genug sein werden, um ein allgemeines Entwicklungsbild der Intercellularlücken und Intercellularbrücken zu skizziren. Die ersteren bilden sich aus den kleinen Räumen, die an der Grenze zweier gesonderter Zellen in Folge der Ausdehnung ihres Protoplasmas erscheinen. Mit der Zeit vereinigen sich diese Räume und bilden ein System von anastomosirenden Intercellulargängen. Die Intercellularbrücken sind Theile des Protoplasmas, welches Anfangs zur Vereinigung zweier sich von einander sondernden Zellen diente. Die in der ersten Zeit breiten Protoplasmastränge zerfallen in mehrere kleinere, in Folge der so eben geschilderten Bildung der Hohlräume durch Auseinanderziehen der benachbarten Zellen. Von den einmal entstandenen Brücken bleiben alle oder wenigstens ein Theil derselben bei der weiteren Entwicklung der Epithelzellen.

Beim erwachsenen Triton cristatus behalten die Intercellularlücken und -brücken im Allgemeinen denselben Charakter, aber mit dem Unterschiede, dass dieselben, wie es scheint, in einigen Körpertheilen vorwiegend stark entwickelt sind; an anderen Orten sind dieselben durch das Auseinanderweichen der Nachbarzellen sehr ausgezogen, oder für den Beobachter in Folge des innigen Kontaktes der Zellen ganz verschwunden. Konstant beobachtete ich sehr breite Lücken zwischen den mittleren Zellen der tieferen Epithelialschicht auf dem Kamme des Tritonschwanzes (Fig. 2 *x*, *y*).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Diese Räume sind dermaßen groß — ihrer Dimension nach übertreffen sie um ein Bedeutendes manchmal die großen Epithelzellen dieses Thieres —, dass ich Anfangs dieselben für Artefakte hielt, aber das konstante Vorhandensein und ihr Zusammenhang mit den Intercellularlücken führten mich zu dem entgegengesetzten Schlusse. Später habe ich bemerkt, dass ähnliche große Räume hauptsächlich auf denjenigen Stellen angetroffen werden, wo die Hautfalten Duplikaturen, wie z. B. auf den Augenlidern, bilden.

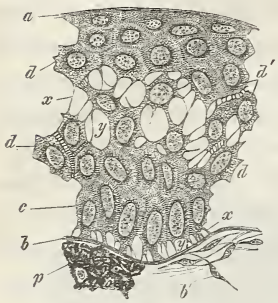

Fig. 2. Ein senkrechter Schnitt durch die Haut des erwachsenen Triton cristatus; Crista der Schwanzflosse. Acid. chromic. 1/60/0, Hämatoxylin, Kanadabalsam.

a, das oberflächliche Plattenepithel;
b, Corium;
b', Bindegewebszellen;
p, Pigmentzellen;
c, cylinderförmige Basalzellen;
d, Zellen der mittleren Schichten, zwischen denen die Intercellularbrücken (*x*) u. die Intercellularräume (*y*) liegen. Bei *d'* sind die letzteren verkleinert, da die ersteren verkürzt sind. — Der größte Theil der Zellen ist in Folge der Verkürzung der Intercellularbrücken in innigem Kontakt.

Gezeichnet nach einer Vergr. von 450, im Holzschnitt um 1/3 verkleinert.

Besonders entwickelt sind ferner die Lücken auf der Grenze des Epithels mit der Cutis. Diese Thatsache erwähnt auch Pfitzner[1] für Salamandra. Hier bilden sie eine Reihe von Hohlräumen, die von einander durch senkrecht stehende, im höchsten Grade feine Lamellen, denen parallel auch Fäden laufen, zertheilt werden. Gerade diese Lamellen und Fäden sind nichts Anderes als die ausgezogenen Fortsätze der unteren Basalschicht des Epithels, welche als Verbindungselemente zwischen diesem und der Cutis fungiren.

Es ist besonders zu erwähnen, dass auch auf anderen Stellen des Epithels, ja auf der ganzen Haut, sich sehr große Räume bei besonderen Bedingungen bilden können. Wenn man z. B. die Seitenhaut des Thieres lange Zeit einem mechanischen Reize, der von einer abundanten Sekretion der Hautdrüsen begleitet wird, aussetzt, und dann dieses Gewebe sogleich härtet, so beobachtet man solche Räume nicht nur in den tieferen Schichten auf der Grenze mit der Cutis, sondern auch im Epithel, das näher zur Oberfläche unmittelbar unter der Hornschicht liegt (Fig. 3 und besonders Fig. 4 *y*). Diese Räume kommuniciren unter einander mit Hilfe der gewöhnlichen schmalen Intercellularlücken, welche ganz mit denjenigen identisch sind, welche von Flemming und Pfitzner für Salamanderlarven, von Retzius und Anderen für das Rete Malpighii des

[1] W. Pfitzner, Die Epidermis der Amphibien. Morphol. Jahrbuch. Bd. VI. p. 497.

Menschen beschrieben worden sind, und werden durch eine homogen feinkörnige Masse ausgefüllt, die ganz das Aussehen der Lymphe oder des Blutplasma im geronnenen Zustande in den Gefäßen nach Behandlung mit Erhärtungsflüssigkeiten hat. Die kurzen Brücken werden dabei länger; zugleich scheinen sie, indem sich mehrere mit einander vereinigen, an Zahl abgenommen zu haben und bekommen ein Aussehen von feinen Lamellen. Überhaupt muss man Acht geben bei der Bestimmung der Natur dieser Brücken. Im Allgemeinen scheint es mir, dass man wenigstens in dem Epithel der Amphibien ihnen einen lamellenartigen Bau zuschreiben kann, worauf auch Flemming in seiner Schilderung hinweist (l. c. p. 53). Wenn man diese Lamellen im Profil zu beobachten bekommt, so erscheinen sie natürlich als Fäden.

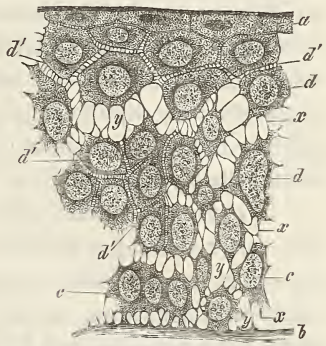

Fig. 3. Ein senkrechter Schnitt durch die Seitenhaut der Schwanzflosse des Triton cristatus nach einer mechanischen Reizung.

Ac. chrom. $^1/_{60}$%, $AuCl_3$ $^1/_{20}$%, Ac. form. 15%; Glycerin.

Bezeichnungen und Vergrößerung wie in Fig. 2.

Was für einen Schluss ist uns erlaubt aus den oben geschilderten Thatsachen über gegenseitige Beziehung der Epithelzellen, über die Natur der Intercellularbrücken und -lücken zu machen?

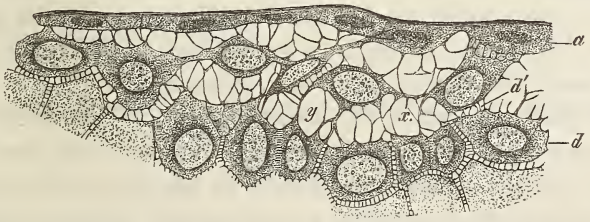

Fig. 4. Ähnliche Zeichnung, wie in Fig. 3, nach einer mechanischen Reizung. Ac. chrom. $^1/_{60}$%, $AuCl_3$ $^1/_{20}$%, Ac. form. 15%; Glycerin.

Die Intercellularlücken sind bis zu der obersten Schicht des Epithels ausgebreitet. Bezeichnungen wie in Fig. 2.

Gezeichnet nach einer Vergrößerung von 570, im Holzschnitt um $^1/_3$ verkleinert.

Erstens stehen die Zellen der tieferen Epithelschichten mit einander in Verbindung durch Brücken, die, wie die Entwicklung zeigt, aus dem Protoplasma der wuchernden Zellen entstehen.

Zweitens bestehen die Brücken aus einem lebenden Protoplasma, da sie Theile der Zellsubstanz sind. Sie haben die Fähigkeit sich in die Länge zu ziehen während der Erweiterung der Intercellular-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lücken unter dem Drucke der Flüssigkeitsmenge, und sich zu verkürzen; im letzten Falle kann eine völlige Berührung der Zellen und ein vollständiges Verschwinden der Räume stattfinden. Diese Thatsache, welche von Leydig als Vermuthung geäußert worden war (l. c. p. 80), wird durch Ranvier's Arbeit[1] von der Zellenstruktur der Malpighischen Schicht und durch London's Beobachtungen[2] über das Blasenepithel bestätigt: die Epithelzellen sind elastisch und verändern nicht ihr gegenseitiges Verhalten bei der Ausdehnung, sondern nur ihre Form, indem die Cylinderzellen z. B. flach erscheinen.

Drittens bilden die Intercellularlücken ein komplicirtes Netz von unter einander kommunicirenden Kanälen, die, wie Retzius und Axel Key (l. c. p. 106) gezeigt haben, unmittelbar mit den Lymphgefäßen in Verbindung stehen. Diese Räume sind im lebenden Zustande mehr oder weniger mit Lymphe gefüllt, die in besonderen Fällen die Epithelzellen, Dank der Elasticität der Intercellularbrücken, aus einander rücken und diese Räume bis zu unnormal großen Dimensionen erfüllen kann.

Diese Thatsache befreit uns von der Nothwendigkeit, wie es mir scheint, wenigstens für das Epithel der Amphibien, eine besondere Kittsubstanz anzunehmen[3]. Auf diese Weise verschwindet auch von selbst der von Flemming (l. c. p. 55) ausgesprochene Zweifel hinsichtlich der Natur der Intercellularsubstanz. Die Existenz einer solchen Art von mit Lymphe gefüllten Räumen erklärt vollständig die Anwesenheit der sogenannten Wanderzellen im Epithel, das Hineingelangen von Pigmentzellen und endlich die Art des Durchdringens und die Endigungsweise der Nerven im Epithel, wie dies von mir in meinem letzten Artikel[4] geschildert worden ist (l. c. s. Holzschnitt).

Diese Schlüsse sind in der Hinsicht wichtig, dass sie uns die Möglichkeit gewähren, auf Grund dieser Thatsachen von dem ununterbrochenen Zusammenhange des Epithels zu sprechen, und gerade durch diese eigenthümliche Anordnung wird das Leben einzelner Epithelzellen erhalten und dadurch gegenüber der schädlichen Wirkung der äußeren

[1] Ranvier, Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi. Comptes rendus. T. 95. No. 26. p. 1374—1377.

[2] London, Das Blasenepithel bei verschiedenen Füllungszuständen der Blase. Arch. f. Anat. und Physiol. Physiol. Abth. 1881. p. 317—330.

[3] Die durch Höllenstein hervorgerufenen Grenzen beweisen noch nicht die Existenz einer besonderen Kittsubstanz. Das Silber reducirt sich auf der Oberfläche der Zellen, wesshalb dieselben gewöhnlich braun aussehen. Von der Kante aber erscheint eine solche versilberte Fläche als eine schwarze Linie.

[4] P. Mitrophanow, Über die Endigungsweise der Nerven im Epithel. Arch. für Anat. und Physiol. Physiol. Abth. 1884. 3. Hft. p. 197.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bedingungen, durch welche sie im isolirten Zustande sogleich getödtet werden, widerstandsfähiger gemacht.

Diese Resultate sind auch für die Theorie des ununterbrochenen Baues des animalischen Organismus wichtig, eine Theorie, die zuerst von Reichert[1] geäußert und durch Heitzmann allseitig entwickelt wurde. Diese Folgerungen sind auch von Interesse für die Physiologie des Epithels, das durch Lymphe bis zur Hornschicht umspült wird und auf diese Weise einen unmittelbaren Antheil am Gasaustausche nimmt.

Was die soeben geschilderten Verhältnisse bei anderen Thieren anbetrifft, so sind dieselben im Allgemeinen die gleichen, wie die von mir für den Triton und Axolotl konstatirten; da aber bei anderen Geschöpfen die Elemente viel kleiner sind, so ist es viel schwerer die gegenseitigen Details bei ihnen herauszufinden. Beim Menschen sind die Brücken im Stratum Malpighii der Haut höchst fein und eine isolirte Zelle erscheint von Stacheln besetzt, folglich hat hier die Vertheilung der verbindenden Fortsätze des Zellenprotoplasmas eine größere Regelmäßigkeit, wie es beim Triton nur im Ruhezustande beobachtet wird. Die Bildung der lamellösen Brücken im Zustande der Extension wird dadurch erklärt, dass mit den ausgezogenen Fortsätzen auch ein Theil des Zellenprotoplasmas mit fortgerissen wird. Den Zusammenhang der Zellen in den unteren Epithelschichten kann man auch am frischen Epithel konstatiren, da beim Zerzupfen zwischen den einzelnen Zellen stark in die Länge gezogene Fäden zu sehen sind. Mikrochemische Reaktionen bestätigen die protoplasmatische Natur der Intercellularbrücken.

Moskau, im Oktober 1884.

[1] Reichert, Beiträge zur vergleichenden Naturforschung etc. Dorpat 1845.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Mitrophanow Paul Iljic

Artikel/Article: Über die Intercellnuarlücken und Intercellularbrücken im Epithel 302-309