Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 21 (1965)

Artikel: Die Beziehungen der Zelle nach aussen

Autor: Weibel, E.R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-307623

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

D. K.: 611.018.1 : 612.014.1

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Zürich

Die Beziehungen der Zelle nach außen[1]

Von E. R. Weibel

Die Zelle bildet den Grundbaustein aller Gewebe; ihr komplexer innerer Bau wurde im vorangehenden Referat von Herrn *Rouiller* erläutert. Jede Zelle weist nach außen hin eine scharfe Begrenzung auf, die Zell- oder Plasmamembran, die im elektronenmikroskopischen Bild als feine dunkle Kontur erscheint. Mit dieser Membran nimmt die Zelle Beziehungen zu ihrer Umgebung auf: zu benachbarten Zellen, zu andern Elementen der Gewebe und zu Außenräumen, die in vielfältiger Weise mit der Umwelt des Organismus in Verbindung stehen. Die Plasmamembran dient einerseits als Schutz des Cytoplasmas vor Einflüssen der Umgebung und andererseits als Vermittler von Austauschvorgängen verschiedener Art. Es geht hier darum, diese Beziehungen der Zelle nach außen darzulegen.

Material und Methode

Die hier dargestellten Befunde wurden an Zellen und Geweben erhoben, die in lebensfrischem Zustand mit gepuffertem OsO_4 fixiert wurden (*Palade*, *Pease* 1960). In Epon 812 eingebettetes Gewebe (*Luft*) wurde auf einem LKB Ultramikrotom mit Diamantmessern geschnitten. Die 500–900 Å dicken Schnitte wurden mit Bleicitrat nach *Reynolds* nachkontrastiert und mit einem Philips EM 200 Elektronenmikroskop bei 60 kV untersucht und photographisch aufgenommen.

Befunde

1. Die Zellmembran

Bei starker Vergrößerung eines kleinen Ausschnittes einer Zelle erscheint die Zellmembran als dreischichtiges Element, bestehend aus zwei

[1] Die Arbeit wurde ausgeführt mit Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Nr. 2569) und durch die Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich.

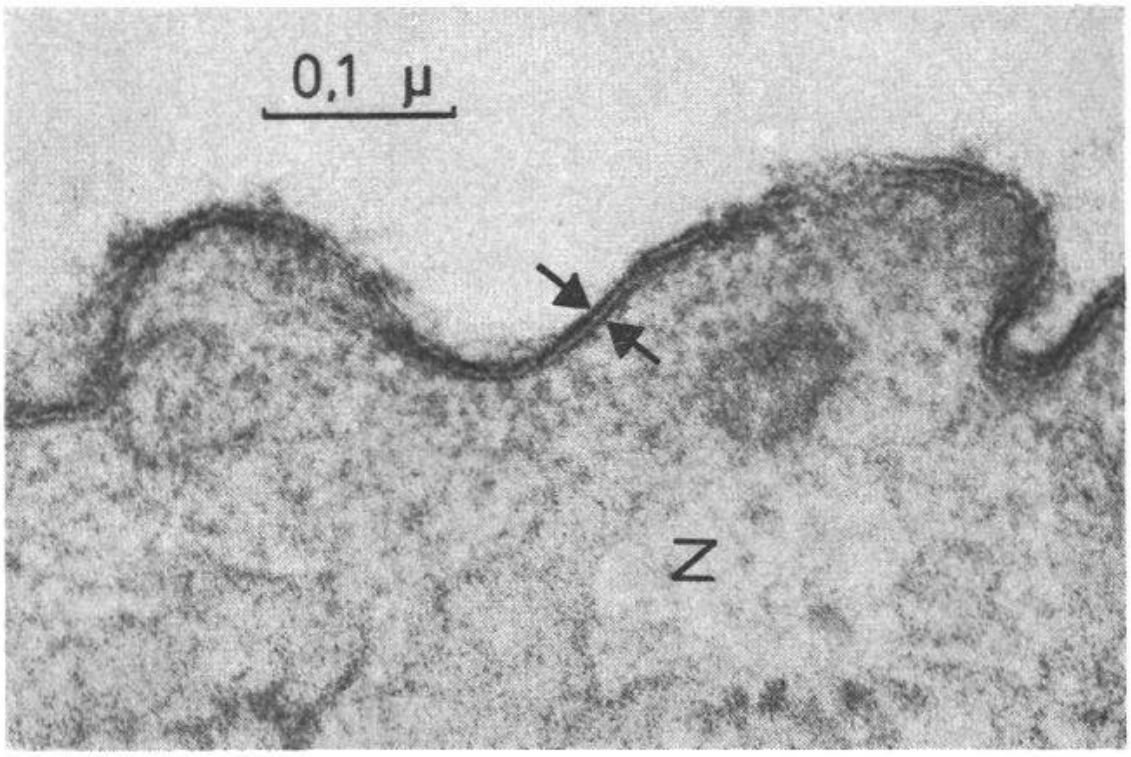

Abb. 1. Ausschnitt aus oberflächlichem Teil des Cytoplasmas (Z) einer Zelle. Die Zellmembran erscheint als dreischichtiges Element von 80–90 Å Dicke (Pfeile), wobei zwei mit OsO_4 geschwärzte Lagen durch eine helle Zone getrennt sind. Vergr. 185 000fach.

dunklen Lagen, die durch eine helle Schicht voneinander getrennt werden (Abb. 1). Nach den Untersuchungen von *Stœckenius* entsprechen die beiden dunklen Lagen zwei Proteinschichten, die auf der Innen- und Außenseite einem bimolekularen Blatt von Phospholipiden angelagert sind und sich mit Osmium intensiv anschwärzen lassen. Die helle Zwischenzone würde demnach den einander gegenüberstehenden hydrophoben Gruppen der Phospholipide entsprechen, die die Kernschicht der Plasmamembran darstellen. Nach diesem Modell sollte jede der drei Lagen etwa 25 Å dick sein, was für die gesamte Dicke der Plasmamembran etwa 75Å ausmachen würde. Im Beispiel der Abb. 1 mißt die gesamte Zellmembran 80 Å, was gut mit diesen Schätzungen am Modell übereinstimmt. Der genaue molekuläre Bau der Plasmamembran wird im nachfolgenden Referat von Herrn *Schatzmann* ausgeführt (s. auch *Davson; Davson* und *Danielli*). Ihre charakteristische Dreischichtigkeit sei hier deshalb einfach als morphologisches Merkmal hingenommen.

Alle intakten lebenden Zellen besitzen eine solche äußere Grenzmembran. Abb. 2 zeigt zwei Erythrocyten in einer Arteriole, deren homogener Hämoglobinkern durch eine ununterbrochene Membran eingehüllt und vom Blutplasma getrennt ist. Auch die Endothelzellen und die glatten Muskelzellen der Arteriolenwand weisen eine solche äußere Zellmembran auf, mit welcher sie Beziehungen zu ihrer näheren Umgebung

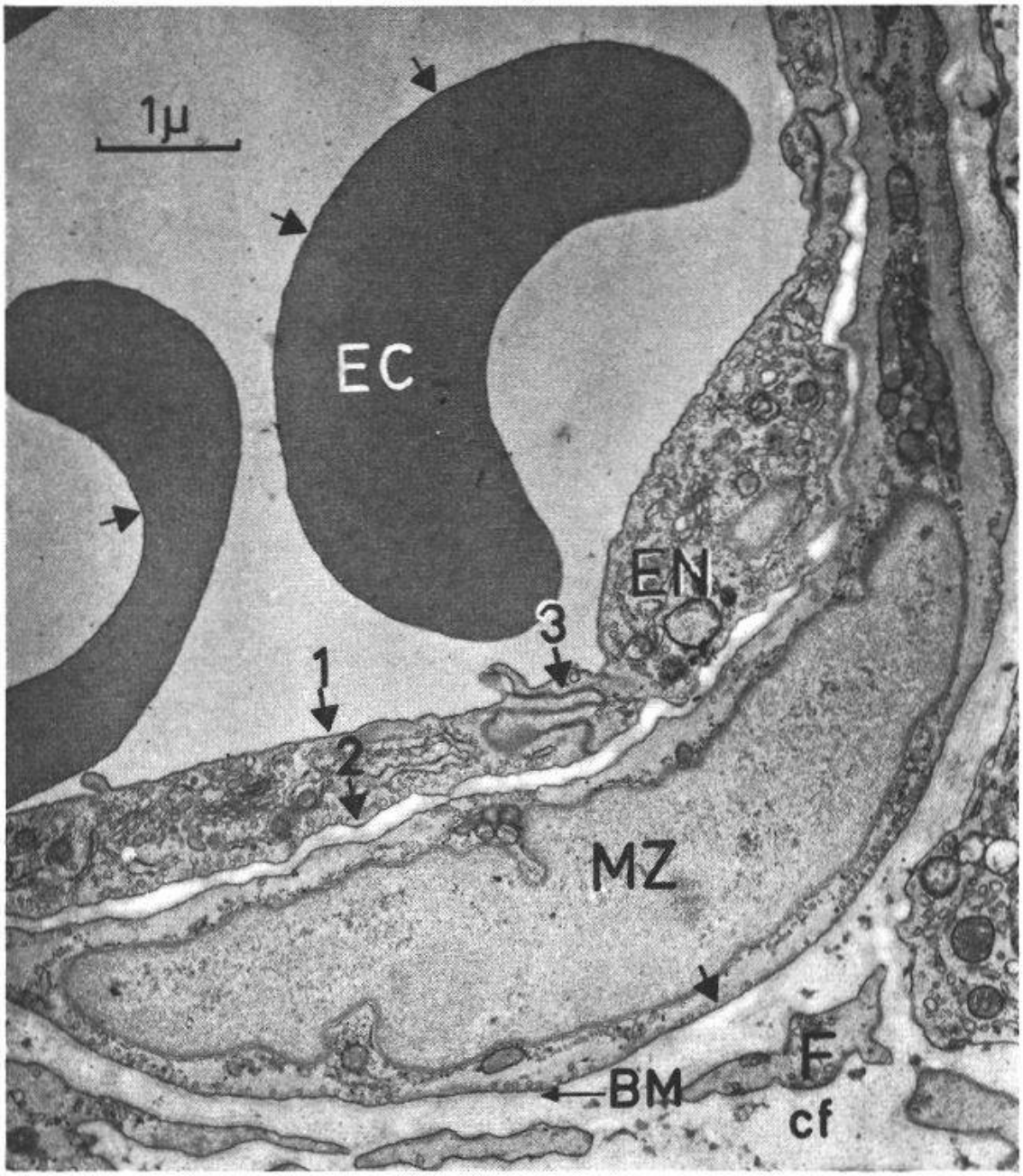

Abb. 2. Ausschnitt aus einer Arteriole mit zwei Erythrocyten (EC) in der Lichtung, die von einer kontinuierlichen Zellmembran (Pfeile) umhüllt sind. Auch die Endothelzellen (EN), die glatten Muskelzellen (MZ) sowie die Fibroblastenfortsätze (F) sind von einer Plasmamembran umschlossen, die als dunkle Linie erscheint. Die Pfeile 1, 2 und 3 bezeichnen die blutplasmawärts (1) und gegen das Interstitium gerichteten Membranen (2) der Endothelzellen sowie die Kontaktmembranen (3) zwischen benachbarten Endothelzellen. Fibroblasten haben enge Beziehungen zu Kollagenfibrillen (cf). Die Zellmembran der glatten Muskelzelle ist von einer Basalmembran (BM) überzogen. Vergr. 15 000 fach.

aufnehmen. Die Endothelzellen der Abb. 2 haben einerseits Beziehungen zum Blutplasma, anderseits solche zum anliegenden Gewebe, d. h. zum feinen interstitiellen Spaltraum, der hier Endothel- und Muskelzelle voneinander trennt. Außerdem treten benachbarte Endothelzellen in

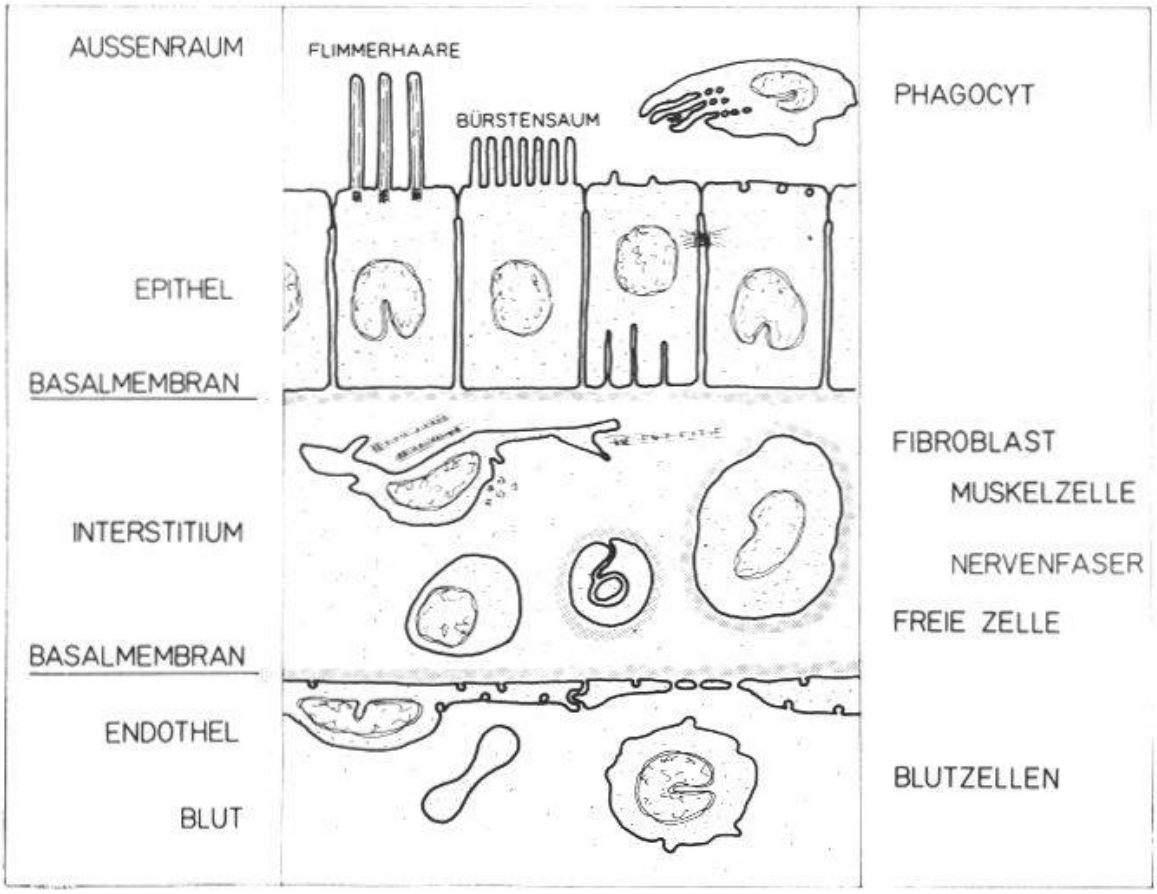

Abb. 3. Schematische Darstellung der Beziehungen der Zellen untereinander und zum Geweberaum.

engen Kontakt miteinander, um so einen dichten Zellverband zur Auskleidung der Blutgefäße zu bilden. Bei solchen Nahtstellen liegen die Membranen benachbarter Zellen einander dicht an.

2. Der Einbau der Zellen in das Gewebe

Die Beziehungen der Zellen zu ihrer Umwelt sind sehr mannigfaltig, was im Schema der Abb. 3 auszugsweise an ein paar typischen Beispielen erläutert ist. Neben den Zellagen, die als Endothel die Blutgefäße auskleiden, sind andere Zellgruppen zu Epithelien zusammengefaßt, die in einem dichten Zellverband gewöhnlich irgendwelche Außenräume auskleiden – seien dies Luftwege, Darmlichtungen, Drüsenschläuche usw. Wir finden nun zwischen Epithelien und Endothelien einen Geweberaum eingeschoben, das Interstitium, der gegen das Epithel wie gegen das Endothel durch eine sogenannte Basalmembran abgegrenzt ist. Die Basalmembran kann also einerseits als Auflage- und Bindefläche für Epithelien und Endothelien angesehen werden, anderseits auch als Grenzmembran des Interstitiums gegen diese Zellverbände. Das Grenz-

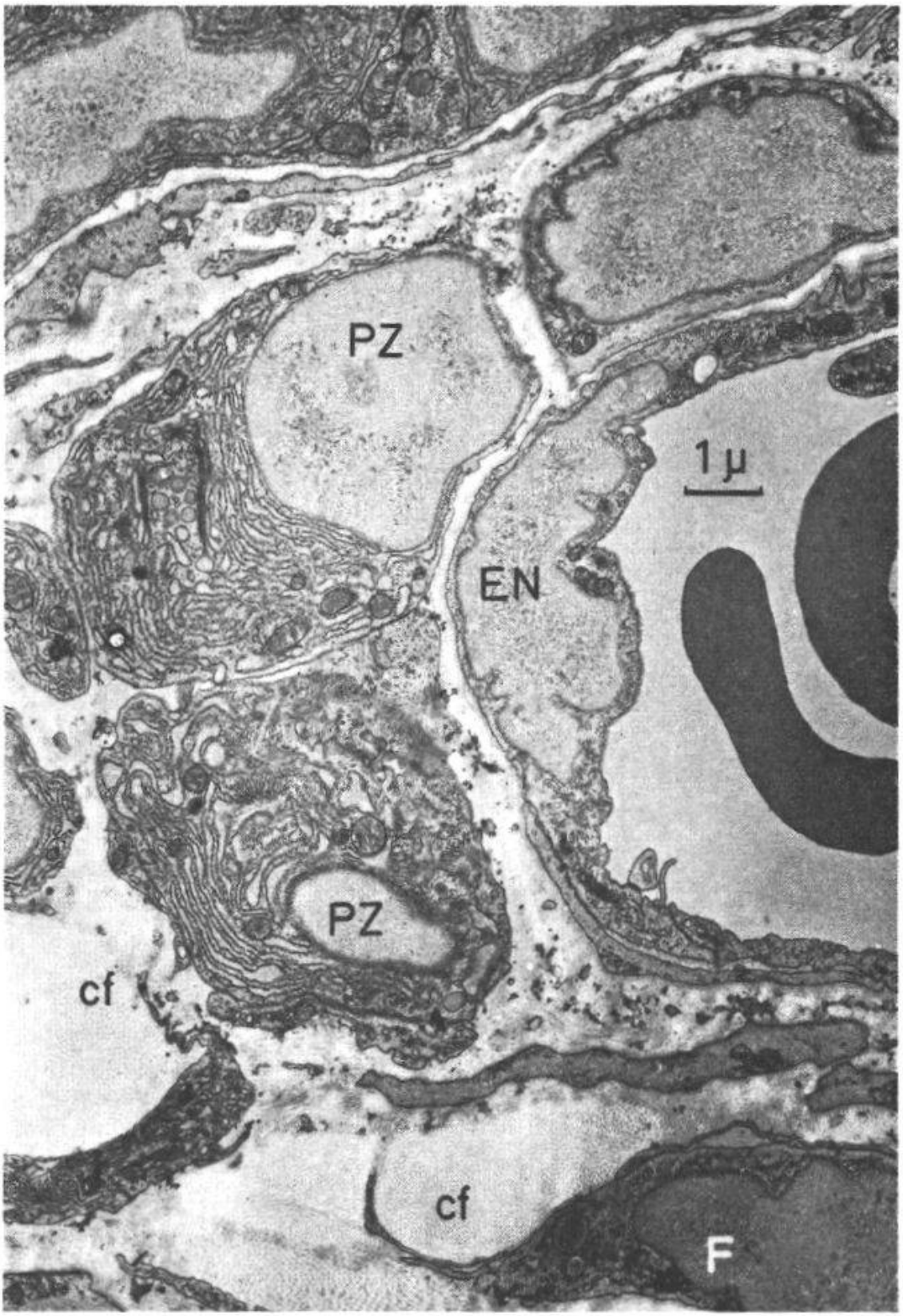

Abb. 4. Das Interstitium, das an ein kleines Blutgefäß mit Erythrocyten und einer Endothelauskleidung (EN) angrenzt, enthält zwei Plasmazellen (PZ), die sich durch großen Reichtum an endoplasmatischem Reticulum auszeichnen. Fibroblasten (F) finden sich angelagert an Bündel von Kollagenfibrillen (cf), die meist quer geschnitten sind. Vergr. 9000fach.

membrankonzept, das von *Low* postuliert wurde, wird dadurch bestärkt, daß gewisse interstitiell gelegene Zellen mit hochdifferenzierter Funktion, wie Muskelzellen, und Nervenfasern mit ihrer Schwannschen Scheide ebenfalls durch eine solche Grenzmembran vom eigentlichen Interstitium abgesetzt sind. In das Interstitium direkt eingelagert finden wir Fibroblasten in Anlagerung an Bindegewebsfasern und verschiedene Typen von freien Zellen.

In Abb. 4 grenzt ein breites Interstitium an ein kleines Blutgefäß mit Erythrocyten an. Das Interstitium enthält hier reichlich Bündel von kollagenen Fibrillen, die zumeist quer und schräg angeschnitten sind. In enger Anlagerung an diese kollagenen Fibrillenbündel finden sich Fibroblasten, deren Cytoplasma in lange dünne Lamellen ausläuft. In Abb. 2 sind solche Fibroblastenausläufer bei stärkerer Vergrößerung zu erkennen.

In dieses Bindegewebe eingelagert finden sich weiterhin zwei Plasmazellen, die durch einen exzentrisch gelegenen Zellkern und durch besonderen Reichtum an endoplasmatischem Reticulum gekennzeichnet sind. Diese Plasmazellen grenzen mit ihrer Zellmembran direkt an das Interstitium, sind also nicht von einer Basalmembran umhüllt. Sie haben auch keine festen Beziehungen zu irgendwelchen geformten Elementen des Interstitiums und müssen deshalb als freie interstitielle Zellen angesehen werden.

Demgegenüber stehen beispielsweise Muskelzellen nicht in direktem Kontakt mit der interstitiellen Flüssigkeit. Die in Abb. 2 gezeigte glatte Muskelzelle weist an der Außenfläche ihrer Zellmembran einen Überzug durch eine feine Basalmembran auf, die als feines graues Band erscheint. Bei Skelettmuskelfasern bildet diese Basalmembran das schon im Lichtmikroskop erkennbare Sarkolemm.

3. Der epitheliale Zellverband

Abb. 5 zeigt einen Ausschnitt aus dem einschichtigen Epithel, welches ein kleines Nierenkanälchen auskleidet. Wir müssen bei solchen Zellen drei Arten von Beziehungen zur Umgebung unterscheiden: a) die oberflächliche Beziehung der Zellmembran zur Lichtung des Kanälchens, also gegen einen Außenraum hin, b) die Beziehung der Zellbasis zur Basalmembran und (c) die Kontaktfläche zwischen benachbarten Zellen des Epithels.

Betrachten wir zunächst die freie Oberfläche, so fällt uns die Ausbildung einer großen Zahl von feinen Cytoplasmazotten auf, den Mikrovilli, die wir bei sehr vielen Zellen antreffen. Solche Mikrovilli dienen der Vergrößerung der Kontaktoberfläche der Zellmembran mit dem äußeren

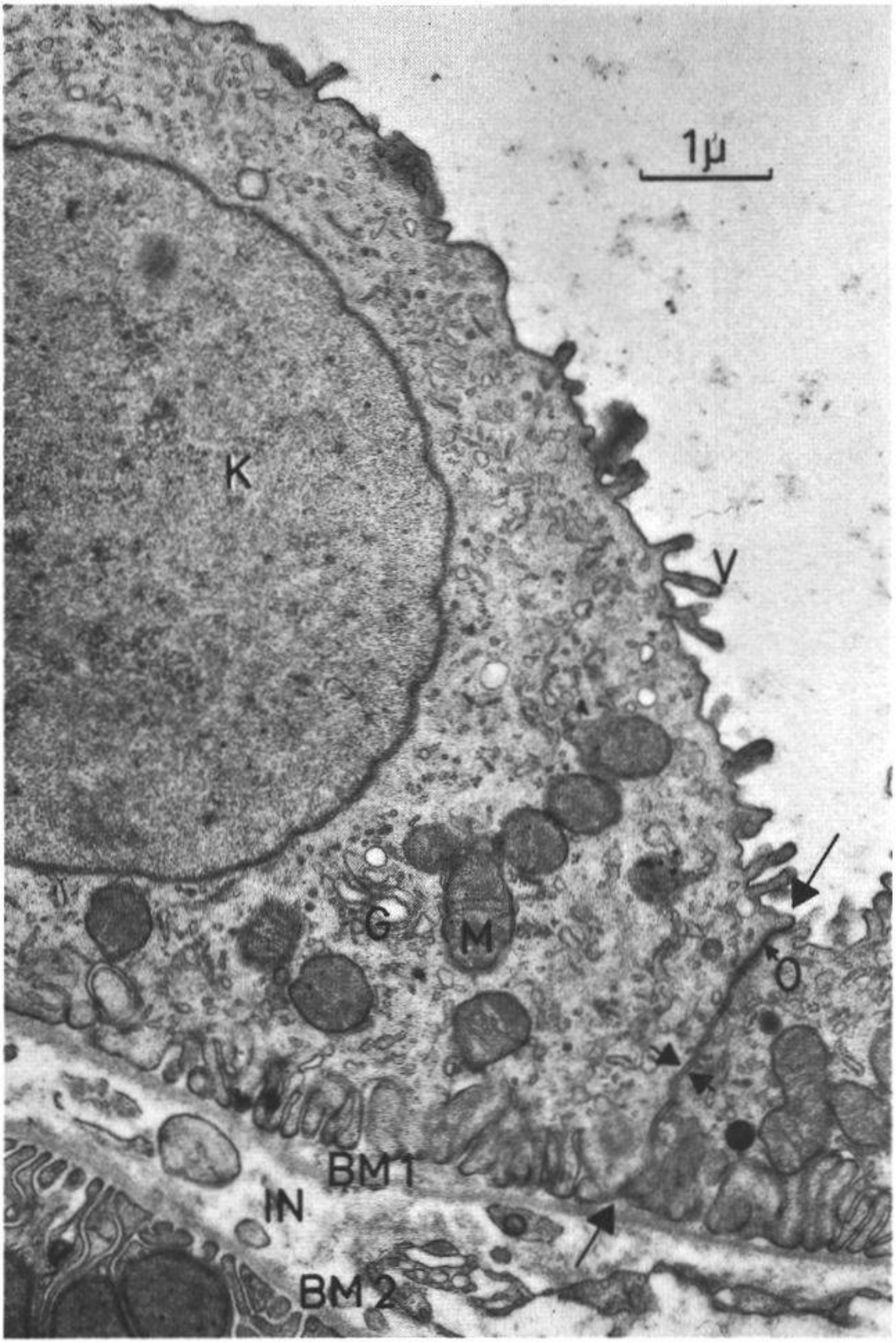

Abb. 5. Teil einer Epithelzelle aus Nierenkanälchen, mit Zellkern (K), Mitochondrien (M) und Golgi-Apparat (G). Die lumenwärts gerichtete Zelloberfläche weist feine Cytoplasmazotten (Mikrovilli V) auf, die von der Zellmembran überzogen sind. Die basale Zellmembran liegt der als graues Band erscheinenden Basalmembran (BM 1) auf und zeigt Einfaltungen gegen das Cytoplasma. An der Grenze zwischen zwei Epithelzellen (Pfeile) sind die Zellmembranen durch einen schmalen Intercellulärraum voneinander getrennt mit Ausnahme des oberflächlichen Abschnittes, wo sie miteinander verklebt sind (O). Das Interstitium (IN) ist von zwei Basalmembranen (BM 1 und 2) begrenzt und enthält verschiedene Zellfortsätze. Vergr. 16 600 fach.

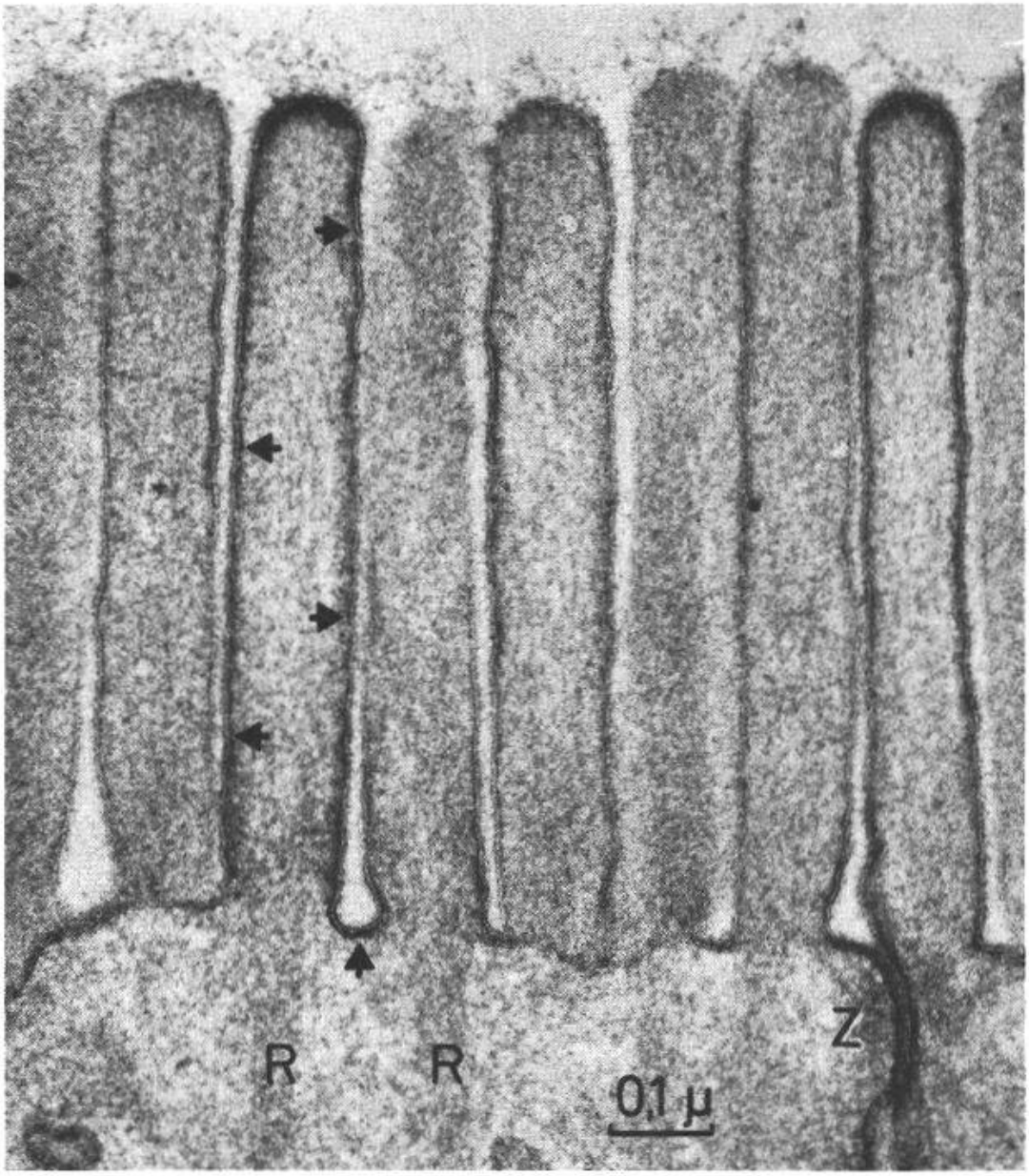

Abb. 6. Mikrovilli aus Bürstensaum einer Dünndarmepithelzelle. Beachte den Überzug der einzelnen Mikrovilli mit einer kontinuierlichen Plasmamembran (Pfeile). Das Innere der Mikrovilli enthält längsgerichtete tubuläre Strukturen, die sich als «rootlets» (R) in das Cytoplasma fortsetzen. Bei Z findet sich eine Kontaktstelle zwischen zwei benachbarten Zellen; beachte die enge Anlagerung und Verklebung der beiden Zellmembranen im oberflächlichsten Bereich zu einer Verschlußleiste (Zonula occludens). Vergr. 102 500fach.

Milieu. Sie sind deshalb in jenen Zellen besonders stark ausgebildet, denen eine Resorptionsfunktion zugedacht ist, so in Nierentubuli und Darmepithelzellen.

Abb. 6 zeigt einige Mikrovilli, die in überaus regelmäßiger und dichter Anordnung die Oberfläche einer Dünndarmepithelzelle besetzen. Sie sind gleichmäßig dick, haben zylindrische Form mit einer halbkugelig ausgebildeten Spitze und sind einzeln von einer ununterbrochenen Zell-

membran überzogen. Im Innern weisen diese Mikrovilli eine feine tubuläre Struktur auf, die sich an der Basis als «Wurzelfüßchen» («rootlets») eine kurze Strecke weit in das Cytoplasma hinein fortsetzen. Es handelt sich bei diesen Gruppen von Mikrovilli um spezielle Einrichtungen zur Verbesserung der Stoffresorption, die in ihrer Gesamtheit als Bürstensaum bezeichnet werden (*Fawcett*, *Sjöstrand*, *Brown*).

Die basale Zellmembran solcher Epithelzellen liegt der als graues Band erscheinenden Basalmembran auf (Abb. 5 und 7), verläuft meist glatt entlang dieser Basalmembran, kann aber gelegentlich Einfaltung in das Cytoplasma hinein aufweisen. Abb. 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem basalen Teil einer Epithelzelle eines Mittelstückes des Nephron. Bei dieser Zelle sind die basalen Einfaltungen der Zellmembran außerordentlich stark ausgeprägt; sie reichen tief in das Cytoplasma hinein und können mit dem intracytoplasmatischen Membransystem, besonders mit Elementen des Golgi-Apparates, kommunizieren. Zwischen diesen Einfaltungen, die mit intercellulärer Flüssigkeit gefüllt sind, finden sich zahlreiche lang ausgezogene Mitochondrien. Solche basale Faltenbildungen führen wiederum zu einer Vergrößerung der Zelloberfläche und kommen besonders in Zellen vor, die einen sehr aktiven Wasser- und Elektrolyttransport zu bewältigen haben (*Pease* 1956, *Fawcett*), so neben diesen Nierenepithelzellen auch bei den Salzdrüsenepithelien von Meervögeln (*Fange* u. Mitarb.).

Wir wenden uns nun der Kontaktfläche zwischen benachbarten Epithelzellen zu. In Abb. 5 können wir eine solche Kontaktfläche von der Zelloberfläche bis zur Basalmembran durchverfolgen, und es fällt uns auf, daß die beiden Zellmembranen bis auf einen schmalen intercellulären Spaltraum einander angenähert sind. Die Kontaktfläche ist nicht immer gerade durchgezogen, sondern es kann zu Verzahnungen der Zellen gegeneinander kommen.

In Abb. 8 ist ein solcher Intercellulärspalt bei starker Vergrößerung wiedergegeben. Man erkennt in Abb. 8a die beiden benachbarten dreischichtigen Zellmembranen, die durch einen gleichmäßigen zwischengelagerten Intercellulärspalt von etwa 100 Å Breite voneinander getrennt bleiben. Es sind also im Bereich einer solchen Kontaktzone jeweils vier dunkle Schichten vorhanden, die den beiden Proteinlamellen der zwei benachbarten Zellmembranen entsprechen.

Betrachten wir jetzt aber einen Schnitt durch den oberflächlichen Teil einer Kontaktzone (Abb. 8b), dann sehen wir, daß in einem bestimmten Abschnitt nur mehr drei dunkle Schichten zu erkennen sind, und zwar zwei kräftige, die sich in das innere Proteinblatt der beiden Zellmembranen verfolgen lassen, und eine feinere dazwischengelagerte, die in die

Abb. 7. Basaler Ausschnitt einer Nierenepithelzelle aus dem Mittelstück des Nephron. Die basale Zellmembran ist bei dieser Zelle zu tiefen Taschen in das Cytoplasma eingefaltet (Pfeile), zwischen denen sich zahlreiche lange Mitochondrien (M) finden. Eine Basalmembran (BM) grenzt die Epithelzelle gegen das Interstitium ab, in welchem ein Cytoplasmafortsatz einer freien Zelle (FZ) zu erkennen ist. Im Bereich des Golgi-Apparates (G) findet sich ein Lysosom (L). Vergr. 24 000fach.

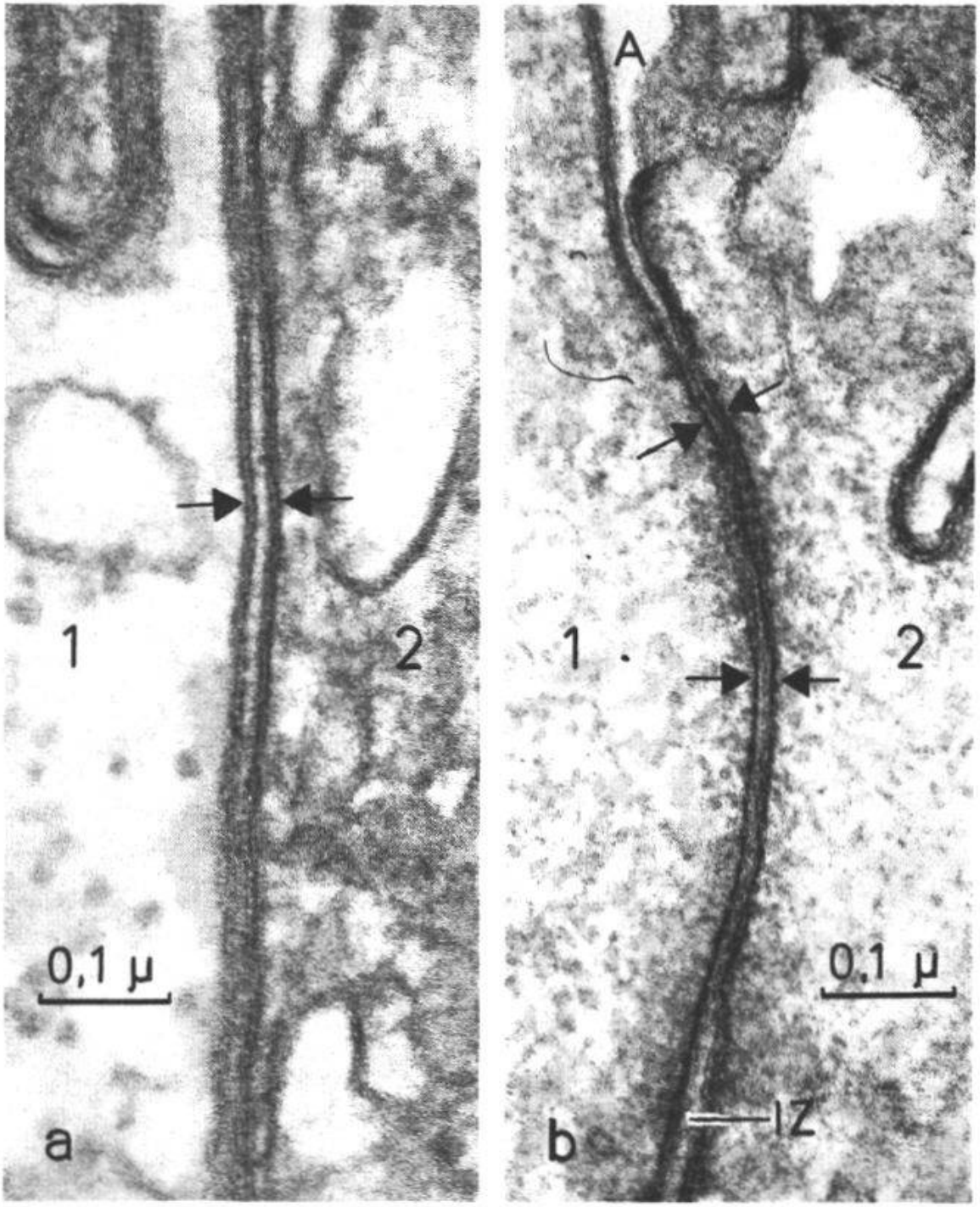

Abb. 8. Kontaktstelle zwischen zwei Nierenepithelzellen (1 und 2). Vergr. 151 000fach. – a) Ausschnitt aus tiefer Region. Die beiden Zellmembranen bleiben durch einen feinen intercellulären Spaltraum von etwa 100 Å Breite voneinander getrennt. – b) Ausschnitt aus oberflächlicher Region, wo sich durch Verklebung der äußeren Blätter (Pfeile) eine Zonula occludens bildet, die den Außenraum (A) vollständig gegen den Intercellulärraum (IZ) abschließt.

beiden äußeren Blätter der Membranen übergeht. An solchen Stellen sind also die beiden äußeren Proteinblätter der Zellmembranen miteinander verschmolzen, wodurch es zur Ausbildung eines Verklebungsbandes kommt, das den tiefergelegenen Intercellulärspalt zwischen be-

nachbarten Epithelzellen vollständig gegen den Außenraum abriegelt. Solche Verschlußbänder sind im Bereich des ganzen Epithels ohne Unterbruch zu finden und werden deshalb als Zonula occludens bezeichnet (*Farquhar* und *Palade*). Es konnte von *Miller* experimentell gezeigt werden, daß sie ein Eindringen von Material aus dem Außenraum in den intercellulären und damit in den interstitiellen Raum zu verhindern vermögen.

Schlußbemerkungen

Diese kurze Darstellung der Beziehungen der Zellen zu ihrer Umgebung ist notwendigerweise fragmentarisch. Es wurden im wesentlichen nur «statische» Beziehungen aufgezeigt, während beispielsweise nichts über die mehr «dynamischen» Bezugnahmen der meisten Zellen zu ihrer Umgebung in Form von Phagocytose, Pinocytose, Sekretion usw. ausgesagt werden konnte. Die Mannigfaltigkeit der Zellen, die mit der Differenzierung der Gewebe einhergeht, führt auch zu einer entsprechenden Mannigfaltigkeit in der Art, wie sich diese Zellen zu ihrer Umgebung verhalten.

Zusammenfassung

Alle Zellen besitzen eine äußere Begrenzung in Form einer Zellmembran von 80 Å Dicke, die im Elektronenmikroskop als dreischichtiges Blatt erscheint. Es werden epitheliale Zellverbände beschrieben, deren Zellen Beziehungen zu Außenräumen, zu Basalmembranen und unter sich selbst aufweisen. Endotheliale Zellverbände liegen ebenfalls einer Basalmembran auf und grenzen an den Blutraum. Epitheliale und endotheliale Basalmembranen begrenzen den interstitiellen Raum, der neben extracellulären Faserelementen Fibroblasten und freie Zellen enthält. Muskelzellen und Nervenfasern sind ebenfalls durch Basalmembranen vom interstitiellen Raum abgegrenzt.

Résumé

Toutes les cellules sont délimitées vers l'extérieur par une membrane de 80 Å d'épaisseur, qui se présente comme lamelle à trois couches au microscope électronique. Les cellules qui appartiennent aux couches épithéliales possèdent des relations avec l'espace extérieur, avec la membrane basale, et des relations entre elle. Les cellules des couches endothéliales sont également apposées à une membrane basale et sont en relation avec l'espace sanguin. Les membranes basales épithéliale et endothéliale délimitent l'espace interstitiel, qui contient des fibres con-

jonctives extracellulaires, des fibroblastes et les cellules libres. Les cellules musculaires et les fibres nerveuses sont séparées de l'espace interstitiel par des membranes basales.

Riassunto

Tutte le cellule sono limitate all'esterno da una membrana cellulare dello spessore di 80 Å, la quale si presenta al microscopio elettronico come un foglietto a tre strati. Sono descritti dei gruppi di cellule epiteliali, le cui cellule sono in rapporto con gli spazi esterni, con la membrana basale e fra di loro stesse. I gruppi di cellule endoteliali si trovano pure su di una membrana basale e confinano con lo spazio sanguigno. Le membrane basali (epiteliale ed endoteliale) delimitano lo spazio interstiziale, il quale oltre a fibre extracellulari contiene pure fibroblasti e cellule libere. Le cellule muscolari e le fibre nervose vengono separate dallo spazio interstiziale pure mediante la membrana basale.

Summary

All cells possess an outer limiting membrane of lipoproteins which appears as a triple-layered sheet of 80 Å thickness in the electron microscope. Cells of epithelial layers show relations towards the exterior space, towards basement membranes, and relations to their own neighbours. Endothelial cell layers are likewise apposed to a basement membrane and are adjacent to the blood space. Epithelial and endothelial basement membranes form the boundaries to the interstitial space which contains extracellular fibrous elements, fibroblasts and free cells. Muscle cells and nerve fibres are separated from the interstitial space by basement membranes.

Brown jr. A. L.: Microvilli of the human jejunal epithelial cell. J. Cell Biol. *12*, 623 (1962).

Davson H.: Growth of the concept of the paucimolecular membrane, in: Symposium on the plasma membrane. Circulation *26*, 1022 (1962).

Davson H. et *Danielli J. F.:* The permeability of natural membranes. 2nd ed. Cambridge University Press 1952.

Fange R., Schmidt-Nielsen K. et *Osaki H.:* The salt gland of the herring gull. Biol. Bull. *115*, 162 (1958).

Farquhar M. et *Palade G. E.:* Junctional complexes in various epithelia. J. Cell Biol. *17*, 375 (1963).

Fawcett D. W.: Physiologically significant specializations of the cell surface, in: Symposium on the plasma membrane. Circulation *26*, 1105 (1962).

Low F. N.: A boundary membrane concept of ultrastructure applicable to the total organism. Proc. 3rd European Regional Conference on Electron Microscopy, Vol. B, 115 (1964).

Luft J. H.: Improvements in epoxy resin embedding methods. J. biophys. biochem. Cytol. *9*, 409 (1961).
Miller F.: Hemoglobin absorption by the cells of the proximal convoluted tubule in mouse kidney. J. Cell Biol. *8*, 689 (1960).
Palade G. E.: A study of fixation for electron microscopy. J. exp. Med. *95*, 285 (1952).
Pease D. C.: Infolded basal membranes found in epithelia noted for their water transport. J. biophys. biochem. Cytol. Suppl. *2*, 203 (1956).
Pease D. C.: Histological techniques for electron microscopy. Academic Press, New York 1960.
Reynolds E. S.: The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. J. Cell Biol. *17*, 208 (1963).
Sjöstrand F. S.: The ultrastructure of the plasma membrane of columnar epithelium cells of the mouse intestine. J. Ultrastruct. Res. *8*, 517 (1963).
Stoeckenius W.: Structure of the plasma membrane, in: Symposium on the Plasma Membrane. Circulation *26*, 1066 (1962).

Diskussion:

H. Fischer (Zürich): Welche Vorstellung macht man sich heute auf Grund der elektronenoptischen Befunde von den Funktionen des Golgi-Apparates?

E. R. Weibel (Zürich): Der Golgi-Apparat wird heute besonders als Membrandepot der Zelle angesehen, wobei sich seine Membranbläschen an der Bildung verschiedener plasmamembranumhüllter Organellen beteiligen. Die kleinen Golgi-Bläschen stellen im besonderen dynamische Verbindungen zwischen den Lysosomen, dem endoplasmatischen Reticulum und der Zellmembran her. Auf diese Weise muß auch die von Herrn *Rouiller* aufgeführte Beziehung des inneren Membransystems der Zelle mit der oberflächlichen Zellmembran im allgemeinen als dynamische und nicht als statische Beziehung angesehen werden. Pino- und Phagocytosebläschen nehmen Stoffe an der Oberfläche auf, schnüren sich von der Zellmembran ab, durchwandern das Cytoplasma, können sich dann z. B. mit der Hüllmembran von Lysosomen verbinden und ihren Inhalt in das Lysosom hinein abgeben. Der umgekehrte Prozeß ist bei der Bildung von Sekretprodukten in Drüsenzellen bekannt. Das Sekret wird im endoplasmatischen Reticulum gebildet, im Golgi-Apparat in Bläschen «verpackt», die schließlich Verbindungen mit der Zellmembran eingehen und ihren Inhalt in die Drüsenlichtung ergießen.