

beschränken können, sind wir heutzutage nicht mehr und noch nicht im Stande. Beobachtungen aber, dass derlei Ableitungen mit Milderung des Krankheitsfortschrittes, besonders solcher Prozesse verbunden sind, die auf Allgemeinleiden, Constitutionsanomalien basiren, sind zu allen Zeiten von vorurtheilsfreien Aerzten gemacht worden. Auch was man nicht erklären kann, kann sehr wohl wahr sein. Ich selbst habe übrigens niemals davon Gebrauch gemacht.“

Ich gebe mich der Hoffnung hin, dass durch diese Publication der eine oder andere Leser zur Nachahmung sich aufgefordert fühlen wird, und dass dadurch manches Menschenleben wird erhalten werden.

III.

Weitere Beiträge zur Erkenntniss der Durchströmbarkeit des Zellenmaterials selbst.

Von Dr. Otto Preiss in Hamburg.

(Hierzu Taf. I.)

I. Das Verhältniss der Hornhautfasern (oder Lymphröhrenchen) zu den Hornhautzellen.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Hornhautgrundsubstanz.

Auf S. 357—359 des Archivs für mikroskopische Anatomie Bd. I entwickelte Waldeyer seine Anschauung über die Bildungsart der Knochengrundsubstanz und ihr Verhältniss zu den Knochenkörperchen im Anschluss an seine Erfahrungen über die Entwicklung der Zähne. Er erzielte eine Uebereinstimmung mit den Resultaten M. Schultze's¹⁾ und Beale's¹⁾ für die Bildung der Intercellularsubstanz des Bindegewebes, sowie mit denjenigen Landois²⁾ über das Bindegewebe der Sehnen. — Später konnte Spina²⁾ diese Erfahrungen auch für den Knorpel bestätigen.

¹⁾ Das Literaturverzeichniß für M. Schultze, Beale, Landois befindet sich an der citirten Stelle des Waldeyer'schen Aufsatzes.

²⁾ Spina, Sitzungsbericht der kais. Akademie d. Wissensch. in Wien 1880. Bd. 81. S. 28.

Diese Uebereinstimmung so zahlreicher Beobachter für Knochen-, Knorpel- und Bindegewebe muss für alle folgenden Untersuchungen insofern als Richtschnur dienen, als neuere Erfahrungen in diesem Gebiete wohl nur dann beachtet werden dürften, wenn sie entweder mit jenen übereinstimmen, oder, wenn davon abweichend, doch die Erklärung dafür nicht schuldig bleiben.

Als das Wesentliche dieser Erfahrungen kommt hier in Betracht, dass aus dem embryonalen Zellmaterial die Intercellularsubstanzen derart hervorgehen, dass Zellenformen verschwinden, und die Grundsubstanz an ihre Stelle tritt. Dabei können einerseits ganze Zellen samt Kern diese neue Erscheinungsform zeigen; andererseits bleiben aber auch Zellen in ihrer Form bestehen als Bindegewebs-Knorpel-Knochenzellen. Zwischen diesen beiden Extremen scheinen Uebergänge vorzukommen, auf die wir an geeigneter Stelle zurückkommen werden.

In neuerer Zeit ist nun, gegenüber älteren Angaben, die Theilnahme der Grundsubstanz an den Lebensprozessen, namentlich von Stricker, betont worden. Er kam zu dem Schluss, dass diese Substanz, sowie sie auf embryonales Zellmaterial zurückzuführen sei, so auch unter Umständen in diesen Zustand wieder zurückkehren könne. — Die Hornhaut war für diese Frage ein vielbenutztes Untersuchungsobject, und es ist erst vor Kurzem eine Uebersicht der einschlägigen Literatur in dem Aufsatze von P. Haensell (Wien), „Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten der Hornhautgrundsubstanz bei traumatischer Keratitis“¹⁾, publicirt worden, auf welche hier verwiesen wird. Dort wird sodann durch zahlreiche Beobachtungen die von Stricker betonte Aktivität der Grundsubstanz weiter beleuchtet. Dieselbe verliere nicht die Fähigkeit, wieder das Aussehen zelliger Theile anzunehmen. Dies seien oder werden dann die Eiterkörperchen oder Wanderzellen. Ein principieller Unterschied zwischen denjenigen Körperchen, welche da von den eigentlichen Hornhautzellen, und denen, welche von der Grundsubstanz stammen, sei wahrscheinlich nicht anzunehmen. — Daraus wäre also zu abstrahiren, dass auch im erwachsenen Organismus die zwischen den Zellen sichtbare Substanz unter Umständen mit den Zellen selbst eine gewisse Gleichwerthigkeit verrate.

¹⁾ P. Haensell, Arch. f. Ophth. Bd. 27. II. S. 55. (Siehe Seite 83 ff.)

Die folgenden Untersuchungen werden, wie ich glaube, für die Beurtheilung der kurz berührten Fragen nicht ohne Interesse sein. —

Die an früherer Stelle¹⁾ begründete Erkenntniss, dass die Pigmentzellen der Hornhaut höchst wahrscheinlich als Ausdruck vitaler Strömungsrichtungen aufzufassen seien, erschien bei weiterem Studium derselben neben anderen neu gewonnenen Gesichtspunkten als besonders wichtiges Hülfsmittel für das Verständniss des Baues der Hornhaut, und die Resultate fielen namentlich deshalb befriedigend aus, weil sie sich an den Sinn der vorausgeschickten Sätze anzuschliessen scheinen.

Eine solche Durchströmbarkeit des Zellmaterials selbst, wie sie die Beobachtung der Lymphröhren an der Membrana Descemeti²⁾ ergab, musste offenbar in die Beurtheilung wichtiger Fragen eingreifen, und wenn die Pigmentzellen als ein von der Natur selbst geliefertes, scharf markirtes Beobachtungsobject dieser Art gelten durften, so war der grosse Werth derselben nicht zu verkennen. Jeder Einwand des Kunstproductes ist dabei ausgeschlossen, und wir werden gerade diese natürlichen Bilder als Controle für alle künstlichen, und als Prüfstein für die mannichfachen Auffassungen derselben willkommen heissen.

Im folgenden 1. Abschnitt versuchen wir, den Gesichtspunkt des Strömungseinflusses zunächst an den natürlichen Pigmentzellen zu studiren, und die an ihnen festzustellenden Typen auf einige Ansichten über das Verhältniss von Zellen und Zellentheilen zu Fasern oder Grundsubstanz zu beziehen. Hierbei wird sich, wie ich hoffe, ein Resultat erzielen lassen, und zwar auf Grund der Erkenntniss, dass sich die Fasern der Hornhaut gar nicht von den Zellen derselben getrennt auffassen lassen, sondern dass Zellenform einerseits, und Faser- oder Röhrchenform andererseits nur zwei Erscheinungsformen für ein und dasselbe Material sind.

Die Untersuchungen wurden an Ochsen-, Kalbs- und Hammelaugen vorgenommen. Eine Hornhaut ist meistens schon ausreichend, um alle folgenden Typen daran zu erkennen. — Um auch für das Menschenauge die Geltung des Folgenden festzustellen, ist

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 87. S. 167.

²⁾ Die Lymphbahnen der Membrana Descemeti etc. Dieses Archiv Bd. 87. S. 158.

an Leichenaugen der Hornhautrand kein geeigneter Ort, weil da-selbst kein, oder nur äusserst spärliches Pigment angetroffen wird. Jedoch genügt es, mit der Hornhaut einen breiten Scleralsaum auszuschneiden, die Iris davon abzuziehen, und dann die Gegend der Sclerocornealgrenze nach der Sclera hin zu verfolgen. Man wird da trotz der mehr netzförmigen Pigmentanordnung sich von der Analogie der Verhältnisse überzeugen. Im Uebrigen verweise ich auf die folgende Abhandlung über die Blutschlingen des Hornhautrandes.

1. Pigmentzellen und Pigmentfasern.

Fig. a zeigt uns die gewöhnliche Form rundlicher oder länglicher Zellen. Jedoch muss erwähnt werden, dass die grosse Mehrzahl dieser dichtgedrängten Pigmentgebilde als Combinationen aus dem Terrain mehrerer benachbarter Zellenfelder aufzufassen sind, und dass es schon einiger Kritik bedarf, um solche Stellen zu constatiren, an denen der braune Theil zu dem weissen Kern in dem Verhältniss eines einzelnen, in seiner Form nur etwas beeinflussten Zellenfeldes steht. Es genügt festzustellen, dass solche Stellen mit ganzer Sicherheit aufgefunden werden. Als Kriterium dienen dabei das Grössen- und Lagerungsverhältniss des braunen Theils zum weissen Kern, ferner hie und da deutlich erhalten gebliebene Spuren der früheren Grenze des Zellenfeldes.

b zeigt, dass im Zellenleibe eine Gruppierung des Pigments vorhanden ist, und zwar derart, dass mehrere röhrchenartige Reihen bis zum Kernrande hinlaufen. Wir werden gewiss nicht zweifeln, dass b und a eine gemeinschaftliche Grundlage haben. Diese Eigenschaft des Zellenleibes, zu Röhrchenformen sich zu gruppieren, ist gleichbedeutend mit dem, was wir früher die Canalisation der Zellen genannt haben. — Das was dabei von den Zellenleibern weiss bleibt, haben wir, nach unendlich zahlreichen Uebergängen zu schliessen, als ganz gleichartige, nur zufällig nicht durch Pigment markirte Theile des Zellenleibes aufzufassen, auch wenn dieser weisse Theil manchmal nur an einer vereinzelten Stelle als scharfrandiger weisser Fortsatz sich präsentiert, und auch dann, wenn es den Eindruck macht, als ob die weissen Theile eine andersartige Zwischensubstanz zwischen den braunen Röhrchen vorstellen.

In c erkennen wir, dass eines der Röhrchen von b seine Richtung über den Rand der Zelle hinaus fortsetzt. Da ist also

die regelrechte Grenze zwischen zwei Zellenfeldern schon an einer Stelle durchbrochen. Die Fortsetzung des Röhrchens der einen Zelle ist als eine durch Strömungseinfluss hergestellte Anastomose mit einem gleichartigen Röhrchen einer benachbarten Zelle aufzufassen, wie auch in den früheren Lymphröhrenbildern auf Taf. II Bd. 87 dieses Archivs; dort hat die Druckwirkung die Richtung ebenso bestimmt wie hier die Strömung. — Wenn dieses Anastomosenverhältniss sich über mehrere Zellenfelder forterstreckt (Fig. d), so stellt sich an vielen Stellen schon von selbst der Begriff der Faser neben dem des Röhrchens ein; ich möchte aber glauben, dass der letztere Begriff der maassgebende ist, und dass wir in b, c und d von der Natur markirte Schemata für denjenigen Vorgang erblicken dürfen, welcher die Vorstellung einer Zerfaserung des Zellenleibes hervorrufen kann (Schwann). — Breitere derartige forlaufende Röhrchen sind immer eine Summe benachbarter schmäler Röhrchen, die trotzdem zusammen als ein einheitliches Ganzes functioniren. Also können, wie erwähnt, die zwischenliegenden weissen Theile in Fig. b kaum als etwas Andersartiges aufgefasst werden. —

In Fig. e ist eine genaue Copie einer Pigmentfigur zu sehen, welche ein vollkommenes Pendant bildet zu einer Stelle der früheren Fig. 13 Taf. III, Bd. 87 dieses Archivs, wie überhaupt der Werth jener Lymphröhren als wirklich natürlicher Formen immer mehr hervortritt. Wenn zwei entfernt von einander liegende Zellen anastomosiren, so haben wir uns die anastomosirenden Röhrchen als durch dazwischenliegende Zellenfelder hindurchlaufend vorstellen, wenn auch deren Form nicht mehr erhalten geblieben ist. —

In Fig. f finden die früheren Lymphröhrenformen 9 c ihre natürliche Anwendung. Da sind diejenigen Theile benachbarter Zellenfelder, welche den deutlichen Kern enthalten, zu einem forlaufenden breiten Rohr geworden. Der Kern hat sich trotz der Strömung an Ort und Stelle und unpigmentirt erhalten; das Pigment, oder die Körper, welche es enthielten, passirten zu seinen beiden Seiten. Die Stellung der Kerne kann dabei auch quer gerichtet sein. — Wenn nun die ungeheuer langen Fortsätze der Fig. d auch an und für sich in keiner Weise zeigen brauchen, dass sie zu einer ganzen Reihe von Zellenfeldern Beziehungen haben, so ist doch daran Angesichts dieser natürlichen Bilder nicht zu zweifeln. Wir

sehen an zahlreichen Stellen auch in den nicht durch Pigment markirten Theilen hie und da die Lage von Kernen neben solchen langen Fortsätzen angedeutet, und müssen ohne Zweifel als das typische Bild diejenigen Stellen betrachten, wo das Netz der Pigmentzellen am dichtesten ist. Die Möglichkeit dieser Zeichnung müssen wir auf alle Stellen übertragen; die Strömung bringt eben nicht überall hin so viel Pigment, oder das, woraus es sich erst an Ort und Stelle bildet — eine Frage, die später beantwortet wird, die aber für unsere Auffassung in diesem Capitel nicht entscheidend ist.

Da nun in diesen Formen der Fig. f die Grenzen der einzelnen Zellenfelder durch die ganze Breite der Anastomosen verwischen sind, und wir zwischen je zwei Kernen nur eine gleichartige Masse vor uns sehen, so resultirt hieraus die Angabe derer, welche in einer homogenen Masse nur hie und da Kerne vorhanden sein lassen (Henle), oder die Grundsubstanz aus einer Secretion der Zellen ableiten, aber schliesslich ebenfalls nur die Kerne in der gleichartigen Grundsubstanz übrig lassen (Reichert). — Der Begriff der Grundsubstanz macht sich jedenfalls immer mehr auf Kosten der Zellenfelder geltend; wir wollen aber den Begriff der letzteren nicht ganz aufgeben, weil er an vielen Stellen immer noch in die Erscheinung tritt.

Hier muss noch besonders die Vorstellung befestigt werden, wie aus den Bildern in f die Lageverhältnisse von Kernen zu Röhrchen sich ergeben. Es kann eine grössere Strecke des Röhrchens ohne Kern sein, weil ein den Kern nicht enthaltender Theil der Zellenfelder in die Formation des Röhrchens einbezogen wurde. So kommt eine Anzahl von Kernen dicht an die Aussenwand des Röhrchens zu lagern. — Andererseits können aber die Kerne nebst einem Streifen von Zellmaterial innerhalb des Röhrchens liegen, und so auch nach einwärts diese Kerne wandständig erscheinen, wie auch in zahlreichen Lymphröhrenformen (z. B. 9 b). —

Können wir bei solchen Formationen des Zellmaterials von einer „Wand“ sprechen? Wir werden, wie ich glaube, besser thun, nur von den Contouren solcher Röhrchen zu reden; denn durch die ganze Breite hindurch herrscht die gleiche Beschaffenheit! —

Diese Röhrchen der Fig. f, welche die Kerne enthalten, zeigen sich aber noch in anderer Gestalt. g zeigt den Kern ausserordent-

lich schmal und lang, offenbar durch die Strömung selbst oder ihren seitlichen Druck beeinflusst. Dasselbe beobachteten wir an dem Oelinjectionsbilde (Fig. 19 Taf. IV 1. c.). — In Fig. h sehen wir deutlich, dass 2 bis 3 Pigmentröhren in den Kernrand übergehen; der Kern ist aber mit Sicherheit als weiss gebliebener Theil zu erkennen; er bildet oft den Mittelpunkt unzähliger Ausstrahlungen. — Auch in i ist die Deutung des weissen Zwischenstückes als Kern nicht zweifelhaft. Ohne daher nach den bisherigen Beobachtungen das Schicksal der Kerne weiter zu verfolgen, so geht jedenfalls aus der Uebersicht hervor, dass der Kern in Fasern oder Röhren eingeschaltet ist, und selbst in denjenigen Fällen nicht die Continuität des Transports verhindert hat, wo wir seinen Rand nicht durch Pigment markirt sehen. — Beim Ochsen fanden sich hier und da Hornhäute, wo nur diese spießartigen Formen vertreten waren. —

Fig. k illustriert eine Stelle, welche die gleiche Form wie mehrere dicht daneben liegende deutliche Pigmentzellen hat, d. h. sich ohne Weiteres auf eine Combination aus denselben zurückführen lässt. Es bietet hier eine grössere Strecke ein grobfaseriges Aussehen dar, und an einer Stelle schimmert noch der Kern durch. Wir erkennen hieran, dass eine grössere Strecke weder Zelle noch Kern zeigen braucht, sondern ein fasriges oder homogenes, jedenfalls ein gleichartiges Aussehen zur Schau trägt; sie entspricht aber doch wieder einer Combination aus mehreren Zellterritorien. Vielleicht beziehen wir solche Stellen mit Recht auf die Erfahrungen Waldeyer's und Spina's über die Umwandlungsfähigkeit ganzer Zellen zu Grundsubstanz. Mit dem homogenen Aussehen, das gewöhnlich dem frischesten Zustande, natürlich nur an den nicht pigmentirten Stellen, entspricht, dürfen wir hier niemals den Begriff der Structurlosigkeit verbinden. —

In l und auch in f sehen wir selbst ganz feine Röhren immer wieder in noch feinere sich zerspalten; aber obgleich man sie wegen ihrer Feinheit kaum nachzeichnen kann, so enthalten sie dennoch stets in sich das Pigment. Hier wird es uns klar, dass wir es mit Gebilden zu thun haben, welche wir nach allgemeiner Auffassung bezeichnen müssen als Fasern, die sich in Fäserchen oder Fibrillen zerspalten, und dennoch functionirte ein Complex von lauter solchen Fäserchen wie ein Hohlrohr! — Es kommen dabei 3 Formen vor: gestreckte, wellige und korkzieherartige, ent-

sprechend ebenso verlaufenden gröberen Röhrchen. — Oft ist auch bei ihnen die Zusammensetzung aus Bruchstücken deutlich ausgeprägt; darauf sind die häufig vorkommenden Continuitätsunterbrechungen der Pigmentfüllung zurückzuführen. Eine starre Form kommt dieser Anordnung nicht zu, da sie ganz untermengt vorkommt mit den continuirlich erfüllten Röhrchen oder Fasern. — Wenn mehrere solche Fasern mit Continuitätsunterbrechung neben einander liegen, so erscheint zuweilen ein auffälliges Bild von Querstreifung (wie in I). Namentlich aber tritt eine solche in die Erscheinung, wenn zwei zu einander senkrechte Strömungen sich treffen. Nur in diesem Sinne glaubte ich die regelmässig vorkommenden Formen der Fig. m deuten zu müssen. Da schieben sich die Fasern verschiedener Richtung durch einander hindurch. Gewissermaassen haben wir es hier mit quergestreiften Zellen zu thun. In der Iris der Vögel werden quergestreifte Muskelzellen und überhaupt quergestreifte Musculatur angetroffen (Leuckardt, Faber); auch werden daselbst nach übereinstimmenden Angaben von Iwanoff, Faber, Köllicker, Michel pigmentirte Zellen beschrieben, welche als Muskelzellen gedeutet werden. Die darüber vorliegenden Zeichnungen¹⁾ lassen erkennen, dass auch hier wieder der Farbstoff deutlich seine Beziehungen zum Kernrande manifestirt.

Die Richtung der Pigmentfasern zeigt von der radiären bis zur circulären vielfache Uebergänge. Oft kommen aus ganz anderen Richtungen Fasern benachbarter Schichten dazwischen, und durchkreuzen in ihrem weiteren Verlauf die Faserrichtung der betreffenden Schicht; jedoch kommen auch in der gleichen Schicht recht- und spitzwinklige Abzweigungen vor. — Oft finden sich ganz weit vorgeschoßene Ausläufer bis fast in's Centrum der Hornhaut. — Hier und da fallen aber besonders schlingenförmige Pigmentfiguren auf, welche uns später beschäftigen werden.

Ein Begriff muss, wenn auch schon berührt, noch hervorgehoben werden, welcher sich am besten als Formbarkeit des Zellmaterials bezeichnen lässt; er wird in den manichfachsten Er-

¹⁾ Gräfe-Sämis, Handb. I. S. 286, — ferner die Tafeln bei Faber, der Bau der Iris des Menschen und der Wirbelthiere. Leipzig, Vogel. 1876. Fig. 5. — Vergl. auch die Zeichnungen Michel's, Arch. f. Ophth. 1881. Bd. 27 II.

scheinungsformen an den natürlichen Pigmentbildern beobachtet. Der Typus dafür ist in Fig. n ausgedrückt. Eine Faser kann von anderen Faserrichtungen direct durchschnitten werden, d. h. die einzelnen Bruchtheile einer Faser sind nicht immer blos im Sinne der Längsrichtung der ganzen Faser dienstbar, sondern können sich auch als selbständige Theilstücke anderen Richtungen accomodiren. Aus dieser Erkenntniss lassen sich eine grosse Zahl natürlicher und künstlicher Bilder erklären. Bei den früheren Lymphröhren der Membrana Descemeti sahen wir überall Stellen wie in Fig. o. Da ist die Längsrichtung des Materials der Zellzwischenräume direct im Sinne einer anderen Richtung durchschnitten; der betreffende Bruchtheil des Zellzwischenraumes hat sich also der neuen Richtung angeformt, und wird sich daher kaum als etwas Andersartiges auffassen lassen; er geht, gleicher Function dienend, in das Material der Zellen selbst über. — Rücksichtlich der Durchströmbarkeit gelangen wir zu der Ansicht, dass in einer solchen Zellenschicht offenbar nur zu unterscheiden ist zwischen Kernen und einem anderen Material, das als Zellenleib, Röhrchen, Faser erscheinen kann, und auch in Zellen- und Faserzwischenräumen vertreten ist. Da wir nehmlich breite Röhrchen als eine Summe schmalster Röhrchen erkannten, so bezieht sich das von den Zellzwischenräumen Gesagte auch auf die Röhrchen- oder Faserzwischenräume. Wir erkennen stets nur die Summirung des gleichen Vorganges von den kleinsten Gewebsteilen bis zu beliebig grossen Complexen derselben.

Der erläuterte Begriff der Formbarkeit ist ferner auszudehnen auf Zellmembran und Kernmembran, wie es Fig. p erläutert. —

Wenn wir nun von den Randpartien, an denen sich Pigmentzellen finden, ein Fetzen herausreissen, da sehen wir sich kreuzende Faserzüge, gestreckt oder wellig, die meisten Fasern farblos, eine entsprechende Anzahl aber mit Pigment erfüllt. Dabei ist es uns ganz klar, dass die pigmentirten Fasern sich eben nur durch den zufälligen Pigmentgehalt von den nichtpigmentirten unterscheiden. Das Pigment fällt sehr leicht heraus, sobald die Fasern aus ihrer strammen Fügung gelockert werden.

Welche Schlüsse gestatten uns diese bisher betrachteten Pigmenttypen?

Wir schliessen, dass aus den Leibern der Zellen sich Röhrchen formiren, dass zwar der Zellenrand der Weiterleitung ein Ziel setzen kann, welches aber leicht überwunden wird, und dass sich so ohne Respectirung der Zwischenräume fortlaufende Röhrchen bilden, welche die Eintheilung der Schichten in Zellenfelder verwischen, und nur ein Hinderniss zu respectiren scheinen, das ist der Kernrand. — Ferner dass die Röhren wieder in feinste Röhrchen oder Fäserchen sich zerspalten können, dass aber unter allen Umständen der Transport, den wir bisher schon intracellulär gekannt haben, nun sich auch als *intrafasciculär* und *intrafibrillär* erweist; niemals dagegen als *intercellulär*, *interfasciculär*, *interfibrillär*. — Begriffe, die sich auf Räume, Substanzen, Vorgänge zwischen den constituirenden Elementen beziehen sollen, werden hierbei nirgends erweckt, und das sind doch natürliche Bilder. Rücksichtlich der Eigenschaft der kleinsten Bruchtheile — mögen sie nun den Zellen selbst oder den Zwischenräumen angehören — jederzeit zum continuirlichen Anschluss an beliebige Strömungsrichtungen bereit zu sein, scheint uns der Begriff einer Verkittung durch andersartige Massen aus diesen Bildern nicht hervorgehen zu können. Was wir zwischen pigmentirten Theilen weiss bleiben sehen, sind ganz gleichartige, blos nicht pigmentirte Theile; denn selbst die Continuitätsunterbrechungen, welche das quergestreifte Aussehen bedingten, sind nur eine vorübergehende Erscheinungsform, da sie dennoch continuirlich Stoffe leiten und auch die gleichartige Füllung wieder zeigen können. — Mit dem Begriff der Kittsubstanz scheint diese Lebenseigenschaft der Theile sich nicht in Einklang bringen zu lassen, da wir gewohnt sind, denselben nur auf formgebende Masse zu beziehen. Hier sahen wir die Schichten, wenn auch oft scheinbar aus lauter festgefügten Fasern bestehend, durch prägnante Kernformen ausgezeichnet und durch ihre ursprüngliche Eintheilung in Zellenfelder charakterisiert. Ueberdies liegt auch von Seiten der Chemie kein Grund vor, eine wesentlich von Zellmaterial abweichende Kittsubstanz anzunehmen; im Gegentheil spricht, wie Waldeyer hervorhebt, sowohl das Vorkommen von Myosin (Kühne) als auch die Lössbarkeit in 10prozentiger Kochsalzlösung (Schweigger-Seidel) für die Gleichartigkeit mit der Substanz der Zellen. — Somit werden wir in den Hornhautschichten die strenge Scheidung zwischen Zellen und Grundsubstanz abschwächen müssen, und auch

in der Grundsubstanz eine lebensfähige, funktionirende, formbare Substanz erblicken, die auch, wie es scheint, unter Umständen wieder aus der Röhrchen- oder Faserform in die Zellen- und Kernform übergehen kann. — Wir werden aber ausserdem nicht noch nach Lymphgefässen der Hornhaut suchen. Mit Rücksicht darauf, dass selbst die feinsten Fäserchen noch als Röhrchen funktioniren, möchte ich glauben, dass diese nun schon für die Lymphröhren der Membrana Descemeti angewandte Bezeichnung für die gleichartige celluläre Erscheinungsform in der Hornhaut beibehalten werden kann. Aber vor Allem auch die Gleichartigkeit ihrer Function im Vergleich zu kleinsten blutführenden Röhrchen, lässt, wie wir noch erkennen werden, diese Bezeichnung unentbehrlich erscheinen. —

Wenn wir uns nun die geschilderte Zusammensetzung der Fasern durch entzündlichen Einfluss gelockert denken, so ist es möglich, dass wir hiermit eine richtige Definition für den Begriff der Schmelzung oder des Zerfalls des Hornhautgewebes gewonnen haben; jedenfalls führt uns diese Vorstellung auf Aeusserungen Stricker's und Haensell's hin, welche betonen, dass bei der Keratitis kleine Zellen und „Protoplasmastückchen“ in die Erscheinung treten auf Kosten der Hornhautzellen, wie der Hornhautgrundsubstanz. Dabei können mitten durch die Stellen des Zerfalls hie und da brückenartige Röhrchen oder Faserzüge erhalten geblieben sein. —

Noch ein Punkt kann hier erörtert werden; derselbe betrifft die Erhaltung der runden Zellenfelder an der Endotheloberfläche. — Die Fig. 8 (Taf. IV. Bd. 87 dieses Archivs) zeigt uns an einer Stelle, dass an der Oberfläche die Pigmentablagerung den Zellzwischenräumen entspricht. Das Gleiche lehrt die künstlich herbeigeführte Aufnahme chinesischer Tusche (l. c. Fig. 11). Ferner zeigt dasselbe Verhältniss die Stomata-Figur 3 a (Taf. II. l. c.). Wenn demnach stets nur die Zwischenräume der Zellen für den Stoffverkehr an der äussersten Oberfläche in Betracht kommen, so scheint uns dies nach den gewonnenen Erfahrungen des Strömungseinflusses auf die Formenbildung, mit der Erhaltung der regelrechten Zellenfelder gleichbedeutend zu sein. — Unmittelbar unter der Oberfläche kommt aber schon die Schichtenströmung zur Geltung; da bekommen wir sogleich Figuren mit ausgesprochener Richtung zu sehen, insofern das Präparat vom Leben herstammt, oder die Kraft

der Strömung durch eine andere ähnlichen Sinnes ersetzt wurde. Und gerade der Querschnitt Fig. 16 (l. c.) scheint die Richtigkeit dieser Annahme zu illustrieren; denn hier ist die ungewohnte Strömungsrichtung eben wieder durch eine in diesem Sinne wirkende Kraft, den vorderen Epithelverlust, vorgeschrieben worden. Hierfür dürfen, wie es scheint, in den Wegen, welche das Hypopyon nimmt, natürliche Beispiele erblickt werden. Die seitliche Fortsetzung jenes in bekannter Weise die Zellenfelder durchlaufenden Röhrchens an der Hornhautgrenze kommt dort nicht für die Auffassung des gesammten Hornhautquerschnitts in Betracht (s. l. c. S. 186 oben). Mit dieser Möglichkeit der Communication zwischen Hornhaut und vorderer Kammer werden wir sicherlich rechnen müssen. Was dagegen die früher berührte Pigmentaufnahme aus der vorderen Kammer in die tieferen Hornhautschichten betrifft, wofür die Zone der Pigmentzellen event. der Ausdruck sein sollte, so habe ich in diesem Punkte jetzt eine andere Anschauung gewonnen, über welche ich in der folgenden Abhandlung Aufschluss gebe. Hier sei nur erwähnt, dass zwischen den Endothelzellen einerseits und den tieferen Hornhautschichten andererseits die Pigmentzonen niemals in der Weise übereinstimmen, dass wir die Aufnahme in die letzteren mit Wahrscheinlichkeit aus der vorderen Kammer ableiten könnten. Wir können dieselben, wie wir sehen werden, nur durch Strömung vom Rande her erklären, und beziehen die Resorption aus der vorderen Kammer auf die oberflächlichen Schichten der Membrana Descemeti. — Die Hauptsache muss einstweilen die sein, dass wir die Bedeutung der Gewebe und Gewebstheile selbst für Strömungen und den Transport fester Theile weiter begründet haben. In Fig. 15 Taf. III l. c. stellt die gezeichnete blaue Linie die hintere Grenze einer ganzen flüssigkeitsleitenden Schicht dar, welche die Membran senkrecht durchsetzt. Wir können daran sehen, welch' breiten Geltungsbereich dasjenige gewinnt, was wir von den intracellulären Kanälchensystemen gesagt haben; es resultirt daraus eine ganz vollkommene und nach allen Richtungen mögliche Durchströmbarkeit. Daraus aber, dass wir diesen Einfluss der Strömungen auf die Formenbildung berücksichtigen, geht, wie ich glaube, nicht nur eine bedeutende Vereinfachung für die Auffassung des Hornhautbaues hervor, sondern es scheint daraus auch auf das Verhältniss von Zellen zu Zwischensubstanzen in allgemeinerer Bedeutung ein helleres Licht zu fallen.

2. Ein Erklärungsversuch der Silber- resp. Berlinerblau-Bilder.

Zwei Dinge sind es, welche den natürlichen Bildern der Pigmentzellen des Hornhautrandes ihr Gepräge geben:

- 1) die ausgesprochene Richtung, welche als vitale Strömungsrichtung zu deuten ist;
- 2) die Leitung von Kernrand zu Kernrand, wodurch lauter scharfe Kernzeichnungen entstehen.

Bei den künstlichen Darstellungsmethoden hat aber der Strömungseinfluss aufgehört; die färbenden oder Suspensionsflüssigkeiten werden da auf die freie Fläche gebracht, sie wirken zunächst senkrecht gegen die Verbreitungsfläche, und gerathen dann in die Bahnen, welche intra vitam den Schichtenströmungen gedient hatten. Jetzt participiren zahlreiche Richtungen an der Weiterverbreitung z. B. von Pigmentkörnchen. Unter Anderem kann auch allenthalben in den früheren Strömungsrichtungen ein Fortschritt stattfinden, aber selbst in diesem Falle braucht die Erreichung des Kernrandes keineswegs typisch zu sein. Der Zwang, von Kernrand zu Kernrand vorzudringen, ist aufgehoben: wir erhalten hierbei nicht mehr nothwendig Kernzeichnungen.

Diese Vorstellung möchte ich der Auffassung der Berlinerblau- und Silberbilder zu Grunde legen. — Gehen wir von der Endothelhaut von der Epithelseite aus, weil wir für die richtige Auffassung der daselbst herrschenden Verhältnisse schon eine grössere Zahl von Anhaltspunkten besitzen. — Die gewöhnlich geübte Darstellungsweise ist die, dass wir in möglichst sanfter Weise die oberflächlichen Schichten entfernen. Wir haben dann eine Fläche vor uns, wo die Anastomosen der Röhrchen oder Fasern gewissermaassen frei zu Tage liegen. Da kann überall die Flüssigkeit eindringen. Unter Anderem ist es dabei begreiflich, dass wir bei solchen Bildern so zahlreiche insel förmig von weissen Stellen abgegrenzte schwarze resp. blaue Stellen sehen.

Das was bei derartigen Präparaten weiss geblieben ist, entspricht hier und da einmal einem Kern, meistens einem Kern sammt einer nicht näher abzugrenzenden Partie um ihn herum, es kann auch einmal eine solche weisse Figur sich abgrenzen, ohne dass darin ein Kern zu suchen ist.

Ferner sind an der einen Stelle die weissen Figuren inselförmig von gefärbtem Gebiet abgegrenzt, ohne dass kanälchenartige Fortsätze sichtbar sind; an der anderen Stelle, die wir als die gelungenste anzusehen gewöhnt sind, erübrigen eine grosse Zahl weisser kanalartiger Anastomosen, und zwischen diesen beiden Fällen kommen alle erdenklichen Uebergänge vor. — Die Betrachtung der Pigmentzellen hat uns gelehrt, dass in solchen gleichartig beschaffenen Schichten nur der Kernrand als Grenze respectirt wird, wenn eine richtungbestimmende Kraft wirkt. Ferner haben wir an ihnen gelernt, dass einmal dieses, einmal jenes Röhrchen zum Weitertransport benutzt wird, und dass nur dieser Umstand die benutzten Wege hervortreten lässt. Halten wir also auch hier daran fest, dass bestimmte Bahnen von den Saftströmungen vorzugsweise, oder doch eine Zeit lang inne gehalten wurden, ohne dass diese Bahnen im Uebrigen sich inmitten der anderen Substanz principiell verschiedenartig verhielten, so werden die Contouren dieser zuletzt benutzten Saftwege, obgleich von allen Seiten von völlig gleichartigem Material begrenzt, dennoch, wie ich glaube, drei Gründe liefern, welche erklären können, dass dieselben auch bei den künstlichen Bildern als Grenze zur Geltung kommen.

Erstens herrscht in ihnen eine durch die Strömung bedingte bestimmte Richtung der constituirenden Theile, welche für die Nachbarschaft nicht in Betracht kommt. Die Verbreitung der färbenden Flüssigkeiten kann, sobald sie an diesen Contouren anlangt, dieselben als Grenze respectiren, resp. an dieser Grenze entlang sich weiter verbreiten.

Zweitens kann die Strömung bis zu einem gewissen Grade eine Verdichtung der Grenzschichten der Röhrchen hervorgerufen haben, welche die Abgrenzung gegen die Nachbarschaft noch verschärft.

Drittens muss in den zuletzt durchströmten Theilen eine etwas andere physikalische Beschaffenheit der Säfte und des Materials herrschen, als überall in der Umgebung. Dieses muss zur Erklärung genügen, dass nicht nur für die sogenannte negative Darstellung, sondern unter gegebenen Umständen auch für die positive, der Inhalt dieser zuletzt benutzten Saftwege sich von der Umgebung abweichend verhält. —

Hiernach würde also im Allgemeinen der Schluss richtig sein,

dass die scharf abgegrenzten kanalartigen Theile jedenfalls zu denen gehörten, welche zuletzt vorzugsweise den Saftströmungen gedient haben. Dieser Umstand scheint uns namentlich auch in dem negativen Bilde der Fig. 10 (Taf. III. Bd. 87 dieses Archivs) klar entgegen zu treten, indem sich da offenbar in den weissen gleichgerichteten Röhrchen kurz vorher die Druckwirkung fortgepflanzt hatte.

Die geschilderte negative Zeichnung der Hornhautschichten sieht an guten Präparaten bekanntlich oft so aus, als ob sie in eine vollkommen homogene, glasige Fläche eingezeichnet wäre; oft aber sieht man auch in den gefärbten Stellen lauter kleine Risse oder Faserrungen. — Wenn man nun eine solche möglichst dünne Schicht oder nur ein Fetzen davon abzieht und untersucht, so kann die Zeichnung vollständig verschwunden sein, und wir sehen da im Präparat blos gleichmässig gefärbte Faserzüge. Auch Haensell macht hierauf mit Nachdruck aufmerksam. — Meistens aber, bei leidlich sanftem Verfahren, ist mindestens bie und da noch Zeichnung vorhanden, und da treffen wir dieselbe an zahlreichen Stellen in deutlich zerfasertem Zustande an, in der in Fig. q ausgeprägten Weise. Hier gehen die Fasern durch schwarze, resp. blaue, wie durch weisse Theile hindurch, was zugleich die Hohlraumnatur der weissen Theile auszuschliessen scheint, und es ist ganz klar, dass die jetzt erschienene Faserform und die früher vorhanden gewesene Zellenform nur als zwei verschiedene Erscheinungsformen für ein und dasselbe Material gelten können. v. Recklinghausen's Zeichnungen (die Lymphgefässe etc. S. 59) bedeuten, glaube ich, dasselbe. Diese Fasern oder Röhrchen sehen wir in breiten wie schmalsten Formen, bald regelmässig mit gefärbten und ungefärbten Bruchstücken abwechselnd, bald mehr gleichmässig gefärbt, oder in ungefärbte Fasern sich fortsetzend, bald nur vereinzelte gefärbte Fasern mitten in einem ganzen Zuge ungefärbter Fasern, bald gestreckt, bald wellig verlaufend u. s. w. — ganz so, wie dies bei den natürlichen Pigmentfasern erläutert wurde. Dies scheint doch zu zeigen, dass zwischen allen Erscheinungs- und Darstellungsformen eine wünschenswerthe Uebereinstimmung vorhanden sei, und dass die im 1. Abschnitt geschilderte Auffassung des Verhältnisses von Fasern zu Zellen berechtigt war. —

Nun kommen die Oberflächenbilder der Membrana Descemeti an die Reihe. Hierzu müssen wir uns die Figg. 1 und 8 a Taf. VII

Bd. 84 dieses Archivs gegenwärtig halten. Die letztere ist in kleinerem Maassstabe gezeichnet. — Dort lagen also Stellen, wo die Färbung wirklich bis zum Kernrande sich ausgedehnt hat, und solche, wo das nicht der Fall ist, in derselben Schicht neben einander. Es war nicht überall eine scharfe Kernzeichnung eingetreten, sie konnte aber eintreten. Ein Analogon hierzu liegt auch in dem Oelinjectionsbilde Fig. 19 Taf. IV Bd. 87. — Für die Auffassung der Zeichnungen liegt in der Erhaltung der intacten Endothelschicht kein principieller Unterschied; denn hier führen die Stomata an den Knotenpunkten der Zellen ebenfalls in die gleichen, die Kerne verbindenden Verbreitungsbahnen. Aber das Eindringen der Stoffe ist dabei nur an den vorgeschriebenen Stellen möglich, nicht an der ganzen freien Fläche. Deshalb ist die Zeichnung viel schwerer zu erreichen. Sobald durch Abschaben oder anderweitige Beseitigung der oberflächlichsten Schicht der natürliche Zusammenhalt der Theile gestört wird, so tritt auch an der Membrana Descemeti das gleiche Verhältniss ein, das wir in den tieferen Schichten geschildert haben. — Auch ist noch zu erwähnen, dass in den Schichten der eigentlichen Hornhaut sich Anastomosen zahlreich vorfinden, wie wir sie in Form der blauen Linie der Fig. 15 Taf. III Bd. 87 von der Membrana Descemeti beschrieben haben.

Anhangsweise geschehe auch noch der künstlichen Injectionsbilder Erwähnung, jedoch ist es nicht nothwendig, hierauf ausführlich einzugehen, weil die dabei zum Vorschein kommenden Formen sich auf Grund unserer bisherigen Erfahrungen entweder auf das Zellen- oder auf das Röhrchenschema leicht zurückführen lassen. Vorausgesetzt wird ein einigermaassen sanftes Verfahren, das überhaupt nur klare Bilder liefern kann — dann ist auch bei dieser Darstellungsmethode stets die intracelluläre und intrafibrilläre Fortpflanzung der Stoffe ersichtlich.

II. Der Capillarkreislauf am Hornhautrande — eine intracelluläre Strömung.

Von dem Nachweise der Durchströmbarkeit des Zellmaterials auch für corpusculäre Gebilde war nur ein Schritt zu der Annahme, dass auch das Blut mit seinen körperlichen Bestandtheilen in solchen

