

XXV.

Beiträge zu der Entwicklung der Blutcapillaren.

Mitgetheilt von Prof. Dr. J. Arnold in Heidelberg.

III. Artikel.

Entwicklung der Blutcapillaren im embryonalen Glaskörper.

(Hierzu Taf. XVIII. Fig. I—VI.)

Wie aus den folgenden Mittheilungen hervorgeht, haben die Untersuchungen ergeben, dass bei der Entwicklung der Gefäße im embryonalen Glaskörper dieselben Entwicklungsphasen sich nachweisen lassen, wie bei der Gefässentwicklung in dem sich regenerirenden Froschlarvenschwanz und in der entzündeten Hornhaut. Ich nehme deshalb keinen Anstand, den Bericht über diesen Gegenstand hier anzureihen, und zwar um so weniger, als die Befunde an dem Glaskörper diejenigen an den beiden anderen Untersuchungsobjecten nicht nur einfach bestätigen, sondern auch in dem Grade ergänzen, dass auf Grund der Wahrnehmungen an den 3 genannten Objecten eine ziemlich klare Anschauung über die Vorgänge bei der Gefässentwicklung gewonnen werden kann.

Als Untersuchungsobjecte dienten die Glaskörper von Kalbsembryonen der verschiedensten Altersperioden (von 4,5—20 Ctm. Länge). Die Sklerotica wurde durch einen im Aequator geführten Kreisschnitt eröffnet, nach vorn und hinten umgeschlagen, Chorioidea und Retina in derselben Richtung vorsichtig eingerissen und abgelöst. Glaskörper und Linse wurden dann im Zusammenhang in Müller'sche Flüssigkeit für einige Stunden eingelegt, die letztere durch Einschneiden oder Abtragen der vorderen Linsenkapsel entfernt und das so zubereitete Object auf einer Glasplatte mit einem Deckgläschen bedeckt. Durch Verdunstung der Feuchtigkeit des Glaskörpers tritt eine so bedeutende Volumensreduction des Präparates ein, dass es seine kuglige Form einbüsst und später als ein feines durchscheinendes Plättchen sich präsentirt, dessen Untersuchung mit den stärksten

Vergrösserungen möglich ist. Auch die Tinctionen mit Carmin oder Haematoxylin sind leicht ausführbar, nur muss zuvor die Müller'sche Flüssigkeit durch Wasser ausgezogen und nach der Färbung das Präparat in absolutem Alkohol längere Zeit conservirt werden.

Bei der Anwendung dieser Methode erhält man Objecte, die uns nicht nur über die Gefässe an der hinteren Linsenkapsel, sondern auch über diejenigen an der Oberfläche und in dem Centrum des Glaskörpers Aufschluss geben. Auf eine Erörterung ihres Verlaufes etc. werde ich hier nicht eingehen; in dieser Beziehung darf auf die bekannten Mittheilungen von H. Müller verwiesen werden. Hier sollen nur diejenigen Befunde eine Berücksichtigung erfahren, welche den Bau und die verschiedenen Entwicklungsphasen der Gefässe betreffen.

An der hinteren Linsenkapsel sowohl als an der Oberfläche des Glaskörpers finden sich zwischen offenbar canalisirten und in der Entwicklung mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Gefässen solide Fäden, die an der erstgenannten Stelle kürzer, an der letztgenannten länger, ja zuweilen von enormer Länge, bei jüngeren Embryonen sehr zahlreich, bei älteren spärlicher zu sein pflegen. Ihre Dicke wechselt von der eines sehr feinen Fadens bis zu der eines ziemlich dicken Stranges (Taf. XVIII. Fig. I—IV). Die ersteren bestehen aus feinkörnigem Protoplasma und zwar nur einer oder einiger Reihen solcher Körner, in die von Stelle zu Stelle grössere glänzende rundliche Körper eingeschoben sind. Sie sind meist kernlos und zwar bei beträchtlicher Länge des Fadens; seltener enthalten sie in grossen Abständen einzelne sehr kleine Kerne. Da, wo die Fäden sich an das canalisirte Gefäss ansetzen, erscheinen sie fast immer in Form eines Dreieckes verbreitert, in dem Kernbildungen häufiger vermisst als getroffen werden. Die dickeren Stränge sind aus einer grösseren Zahl nicht regelmässig reihenförmig aufgestellter Protoplasmakörner zusammengesetzt; auch sie sind da, wo sie an das canalisirte Gefäss sich ansetzen, dreieckig gestaltet. In diesen dreieckigen Enden der Stränge, sowie in den übrigen Abschnitten derselben liegen Kerne, die immer grösser sind, als die in den feineren Fäden befindlichen; doch habe ich wiederholt dicke Protoplasmastränge von beträchtlicher Länge getroffen, welche kernlos waren. Nicht immer setzen sich die beiden Enden eines Stranges an ein bereits canalisirtes Gefäss

an; sehr häufig ist dies nur bei dem einen Ende der Fall, während das andere mit einem anderen gleichfalls noch soliden Faden sich verbindet. Die Verschmelzungsstelle ist gewöhnlich dreieckig geformt, bald kernhaltig, bald kernlos. Scheinbar frei endende Fäden kommen gleichfalls vor; doch liessen die meisten derselben Spuren einer stattgehabten Zerreissung erkennen, so dass bei der Annahme solcher mit der grössten Vorsicht wird verfahren werden müssen, obgleich ihr Vorkommen wohl kaum zu bezweifeln sein wird, da ich bei ganz jungen Embryonen kurze Sprossen und frei endende Fäden in grösserer Zahl nachzuweisen im Stande war.

Neben den feinen Fäden laufen beiderseits lichte Contouren, so dass es den Anschein hat, als wären dieselben in feinen Spalten des Gewebes gelegen. Die Contourirung ist keine scharfe und die Contouren stehen nur wenig von den Fäden ab. Nur an den verbreiterten Enden werden diese beiderseits schärfer und gehen in die entsprechenden äusseren Contouren des canalisirten Gefässes über (Taf. XVIII. Fig. I u. II). Die dickeren Stränge zeigen die Contouren auf beiden Seiten viel deutlicher; ja nicht selten werden in ihnen stellenweise kleine spindelförmige Kerne sichtbar; die Beziehung dieser Contouren zu denen der Adventitia der canalisirten Gefässe ist an ihnen unverkennbar (Taf. XVIII. Fig. III). Dagegen gehen die Contouren des Protoplasmastranges in diejenigen der inneren Wand des canalisirten Rohres über. Dem entsprechend erhalten wir an den verbreiterten Ansatzstellen der dickeren Protoplasmastränge an die canalisirten Gefässe eine eigenenthümliche Zeichnung in der Weise, dass innerhalb eines lichterem Trichters, dessen Contouren in die der Adventitia des Gefässes auslaufen, eine dreieckige feinkörnige Masse gelegen ist, die mit der inneren Röhre des Gefässes in continuirlichem Zusammenhang steht (Taf. XVIII. Fig. II und III).

Ausser diesen soliden Gebilden trifft man solche, die im Zustande einer mehr oder weniger vorgeschrittenen Canalisation sich befinden. Die canalisirten Abschnitte liegen fast immer nächst dem Blut führenden Gefäss, mit dem sie in Verbindung stehen; und zwar kann die Canalisation nur an dem einen oder an beiden Enden, sie kann nur an einem kleinen oder einem grösseren Abschnitt des Stranges erfolgt sein. So erklärt es sich, dass man Protoplasmastränge findet, die nur an dem einen Ende auf eine

mehr oder weniger grosse Strecke canalisirt sind, während das andere solide ist, dass ferner an anderen Strängen nur der mittlere Abschnitt solide erscheint, während an diesen nach beiden Seiten canalisirte Röhren sich anschliessen. Ausnahmsweise kann die Canalisation auch zuerst in der Mitte eintreten; zu den häufigeren Ereignissen möchte dieses aber nicht gehören (Fig. III).

Während die soliden Abschnitte der Stränge aus einer gleichmässig vertheilten feinkörnigen Masse bestehen, in der Kerne fehlen oder nur in sehr grossen Abständen gelegen sind, ist an denjenigen Theilen, an denen die Canalisation begonnen, eine ungleichmässige Vertheilung des Protoplasmas in der Weise wahrzunehmen, dass die Mitte des Stranges lichter, die Randpartien dunkler erscheinen, als ob die Protoplasamassen nach den Seiten gedrängt worden wären. Kernbildungen können auch in dieser Periode der Entwicklung noch mangeln; zuweilen trifft man aber in dem wandständigen Protoplasma kleine Kerne in regelmässigen Abständen aufgestellt (Fig. V b.). Je weiter die Canalisation fortschreitet, um so breiter wird der centralgelegene lichte Streifen, um so schmaler werden die randständigen körnigen Massen, um so deutlicher und grösser die Kerne. Bei dem Auftreten der letzteren walten gewisse Unregelmässigkeiten ob, indem zuweilen schon vor der Canalisirung Kerne in grösserer Zahl auftreten, häufig aber auch bereits canalisirte Abschnitte kernlos sind und so als kernlose Protoplasmaröhren sich darstellen.

In demselben Maasse als der solide Strang canalisirt wird, können auch an seiner lichten Bekleidung Veränderungen nachgewiesen werden. Ihre Contourirung wird immer schärfer, es treten in ihr spindelförmige Kerne, ja zuweilen rundliche und eckige kernhaltige Zellen auf; ihre Contouren entfernen sich etwas mehr von denjenigen des Protoplasmarohres (Fig. III u. V.). Gewöhnlich pflegen die Entwicklung dieser Bekleidung und die Canalisirung des Stranges gleichen Schritt zu halten; es kann jedoch auch die Entwicklung der ersteren im Vergleich zu dem letztgenannten Vorgang ungewöhnlich vorgeschritten oder zurückgeblieben sein.

An jungen Gefässen, deren Canalisirung soeben beendet ist, findet man in der Mitte einen lichten oft mit Blutkörperchen angefüllten Raum, nach beiden Seiten feinkörniges Protoplasma, das nach innen gegen den lichten Raum nicht scharf begrenzt, nach aussen

aber scharf contourirt ist, in ihm in regelmässigen Abständen nicht deutlich contourirte Kerne. Die Röhre wird eingehüllt von einem lichten kernhaltigen Gebilde, dessen Contouren in diejenigen der Adventitia des entwickelten Gefässes auslaufen (Fig. V. c). Da wo das frischcanalisirte Gefäss in das letztere einmündet, liegen ineinander 2 trichterförmige Gebilde; das äussere lichtere mit seinen Contouren in die der Adventitia des entwickelten Gefässes auslaufende umschliesst das innere körnige, das mit der inneren Gefässwand continuirlich zusammenhängt. (Fig. III.).

Je mehr ein Gefäss dem Entwicklungszustande sich nähert, der für die hier in Rede stehenden Gefässe als der vollkommenste gelten muss, um so breiter wird in ihm der centrale lichte Streifen, um so dünner der Contour des randständigen Protoplasmas, um so deutlicher werden die Kerne in ihm und in der äusseren lichten Bekleidung, die schon jetzt häufig das Gepräge einer aus Zellen aufgebauten Membran annimmt.

An den entwickelten Gefässen grösseren Calibers ist der lichte Streifen in der Mitte breit und manifestirt sich deutlich als Lumen durch die Anwesenheit von Blutkörpern. Die wandständige Protoplasamasse ist nur durch einen mässig feinen Contour kenntlich, aber noch deutlich gekörnt; die Kernbildungen in ihr sind gross, länglich, an den Enden abgerundet und in regelmässigen Abständen aufgestellt; wenn sie randständig anliegen, springen sie bald nach aussen, bald nach innen vor (Fig. V, a).

Die lichte Bekleidung steht ziemlich weit von dem inneren Gefässrohr ab und zeigt an allen Gefässen mittleren und grösseren Calibers einen eigenthümlichen Bau in der Weise, dass in regelmässigen Abständen Kerne getroffen werden, um die eine feinkörnige Masse angelagert ist. Die letztere zeigt in vielen, wenn nicht in den meisten Fällen eine Anordnung der Art, dass um jede Kernbildung eine gewisse Menge einer feinkörnigen Substanz gruppirt ist, die peripherisch scharf sich begrenzt; in manchen Fällen war ich allerdings nicht im Stande eine solche Begrenzung nachzuweisen. Dennoch macht es den Eindruck, als hätte sich die lichte Bekleidung aus kernhaltigen Zellen aufgebaut, und als müsste ihr somit der Charakter einer sogenannten Zellhaut zuertheilt werden (Fig. V, a). Während an den Bekleidungen jüngerer Gefässe die peripherischen Contouren der Zellen sich nahe zu berühren oder wenigstens

nur durch schmale Leisten einer Kittsubstanz getrennt sind, werden diese an den Scheiden älterer Gefässe breiter, glänzender und stellen sich in Form starrer Fäden, die netzförmig sich verbinden und in deren Maschen die kernhaltigen körnigen Körper liegen, dar; ja zuweilen bleibt nur die Kernbildung nebst spärlichem Protoplasma zurück, oder erhält nur diese sich. Ob auch sie später verschwinden können, wage ich nicht zu behaupten, so plausibel auch ein solcher Vorgang erscheinen mag.

Durch eine grosse Zahl von vollkommen gelungenen Injectionen, die ich an Embryonen aus den verschiedensten Perioden ausführte, gewann ich die Ueberzeugung, dass durch Einspritzung von Silberlösungen der verschiedensten Concentrationen (1:500—800—1000) eine Endothelzeichnung wie an anderen Gefässen nicht zu Stande kommt. Die mittelgrossen und kleineren Gefässe sind einfache schwarzgefärbte Röhren, deren dunkeltingirte Substanz eine Theilung in kleinere Felder nicht einmal andeutungsweise erkennen lässt, in denen sogar die Kernbildungen nur schwer aufzufinden sind. Nur in den grössten Gefässen können Andeutungen von einer Endothelzeichnung nachgewiesen werden; aber auch hier wollte es mir in keinem Falle gelingen, eine klar und bestimmt auf die Anwesenheit von Plättchen deutende Zeichnung zu finden wie dies an anderen Gefässen so leicht ausführbar ist. Erwähnt sei noch, dass selbst bei Rinds-embryonen von 20 Cm. Länge eine Endothelzeichnung in den Gefässen des Glaskörpers fehlt.

Bei dem Versuche, sich auf Grund der oben mitgetheilten Thatsachen eine Anschauung von den bei der Entwicklung der Glaskörpergefässe nachweisbaren Vorgängen zu machen, muss man von dem Umstande ausgehen, dass dieselben aus einer äusseren Hülle und einem inneren Rohre bestehen. Dass man zu der Annahme von zwei für sich bestehenden Röhren berechtigt ist, beweist der Befund von Gefässen, bei denen die innere Röhre durch Einreissen und Zurückziehen der äusseren Hülle zur isolirten Wahrnehmung gelangt (Fig. V, d).

Nach den Befunden an Glaskörpern von ganz jungen Embryonen ist die Annahme wohl gestattet, dass auch hier die Neubildung des inneren Rohres mit dem Austreiben von kleinen Sprossen beginne, die durch fortgesetztes Wachsthum in längere Fäden und durch gegenseitige Verbindung in Bögen umgewandelt werden. Be-

sonders berücksichtigenswerth ist, dass diese Bildung von Sprossen und Fäden ausschliesslich von dem inneren Rohr bereits canalisirter Gefässe oder von Protoplasmasträngen, niemals von den adventitialen Scheiden der ersteren oder den lichten Bekleidungen der letzteren ausgeht. Die Befunde im embryonalen Glaskörper scheinen mir namentlich deshalb so werthvoll, weil sie diesen Vorgang so unzweifelhaft darthun. An keinem Objecte ist die Beziehung der Protoplasmafäden zum inneren Gefässrohr deutlicher zu demonstrieren als an diesem.

Was die weiteren Entwicklungsvorgänge betrifft, so beziehen sich dieselben zunächst auf eine Zunahme der feinkörnigen Substanz des Protoplasmafadens und auf eine Ueberführung desselben in einen dickeren Protoplasmastrang. Dieser wird durch Einschmelzung der centralgelegenen Masse zu einer Röhre, deren Lumen ursprünglich klein ist und von dicken wandständigen Protoplasmalagen begrenzt wird, später aber in demselben Maasse zunimmt als die letzteren eingeschmolzen werden. Gleichzeitig mit beginnender Canalisirung pflegen in dem Protoplasma auch Kernbildungen aufzutreten; sie können aber auch schon früher oder erst später zum Vorschein kommen. Dieselben sind ursprünglich klein und undeutlich, werden aber später grösser und schärfer begrenzt. Indem die gewöhnlich an den beiden Enden beginnende Canalisirung gegen die Mitte fortschreitet wird endlich mit beendeter Canalisirung des mittleren Abschnittes der frühere solide Strang in eine Röhre mit protoplasmatischer Wand übergeführt, in der früher oder später in regelmässigen Abständen Kernbildungen auftreten. Als solche kernhaltige Protoplasmaröhre scheint sich das innere Rohr des Gefässes in dem Glaskörper während seiner ganzen Dauer zu erhalten; wenigstens war es mir selbst bei sehr grossen Embryonen nicht möglich, eine Anordnung in Plättchen, welche weitere Furchungsvorgänge in der Protoplasmaröhre voraussetzen würde, nachzuweisen. Es ist gewiss eine bedeutungsvolle Thatsache, dass Gefässe durch lange Zeit in diesem Stadium der Entwicklung persistiren und vielleicht nie durch weitere Metamorphose aus kernhaltigen Protoplasmaröhren zu röhrenartigen Gebilden sich umgestalten, deren Wände aus Plättchen aufgebaut sind.

Was die Entwicklung der äusseren Röhre resp. die Hülle betrifft, so sind meines Erachtens bezüglich dieser zwei Vorgänge

denkbar, nemlich entweder der, dass dieselbe von der Adventitia eines bereits entwickelten Gefässes ausgeht, oder aber, dass sie ein Product des benachbarten Gewebes ist. Ich bin nicht im Stande darüber zu entscheiden, welcher dieser Vorgänge statt hat. Der Befund von Anhäufungen von Zellen in der Nachbarschaft der Hüllen möchte der letzteren Annahme mehr Wahrscheinlichkeit verleihen. Wiederholt habe ich nemlich nachweisen können, dass die angrenzenden Gewebstheile an solchen Stellen, wo adventitiale Bekleidungen von Gefässen in der Entwicklung begriffen waren, Zellen in grösserer Zahl enthielten als in anderen Abschnitten. Ich bescheide mich darauf hingewiesen zu haben und verzichte einen bestimmten Schluss daraus zu ziehen.

Bemerkenswerth ist die Zusammensetzung der Scheide aus kernhaltigen Zellen, welche bald sich sehr nahe liegen, bald durch Leisten einer glänzenden Kittsubstanz getrennt werden. Am meisten erinnert diese Anordnung an den Bau der Hüllen vieler Ganglienkugeln, sowie an denjenigen der adventitiale Bekleidungen der Gefässe in manchen Neubildungen, namentlich den Sarkomen. Besonders gross ist die Uebereinstimmung zwischen den adventitiale Hüllen der Gefässe des Glaskörpers und mancher Sarkome. Ich verweise in dieser Beziehung auf die von mir im 51. Bd. dieses Archives gemachten Mittheilungen, insbesondere auf das in Fig. 6 Taf. VIII. abgebildete Gefäss. Aber auch die Aehnlichkeit zwischen den Hüllen der Ganglienzellen und den Scheiden der Gefässe des Glaskörpers wird kaum verkannt werden können (cf. Band 41. d. Arch.). Vor einer Täuschung muss ich hier noch warnen, dass man nemlich die Zeichnung der Adventitia nicht für eine dem inneren Gefässrohr zukommende erachte. Ich selbst wurde vor einem solchen Irrthum dadurch bewahrt, dass mir wiederholt Gefässe zur Wahrnehmung gelangten, an denen die äussere Scheide eingerissen war und sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen zurückgezogen hatte, so dass das innere Rohr mit seinen Kernen isolirt zur Beobachtung gelangte. Von einer Abtheilung in Plättchen war an solchen Stellen des inneren Rohres nichts nachzuweisen, dagegen waren sehr deutlich die länglichen Kerne und körnigen Einstreuungen in der Wand zu sehen.

Die Uebereinstimmung der beschriebenen Vorgänge bei der Gefässneubildung im Glaskörper mit denjenigen der Entwicklung

von Gefässen in dem sich regenerirenden Froschlarvenschwanz und in der entzündeten Hornhaut ist wohl kaum zu verkennen. Immer wird dieselbe eingeleitet durch Austreiben solider Sprossen von der Wand präexistirender Gefässe, und zwar, wie sich gerade hier am Glaskörper besonders klar zeigen lässt von der inneren Röhre aus. Diese soliden Sprossen werden durch fortgesetztes Wachsthum zu soliden frei endenden Fäden, durch gegenseitige Vereinigung zu soliden Fäden, die mit verbreiterten Enden an zwei bereits mehr oder weniger vollkommen entwickelte Gefässe sich anschliessen. Aus diesen soliden Strängen werden an der Hornhaut, am Glaskörper und in dem sich regenerirenden Froschlarvenschwanz nach vollkommen analogen typischen Vorgängen d. h. durch Einschmelzung der centralen Protoplasmamasse Röhren, die von protoplasmatischen kernhaltigen Wänden begrenzt sind. Ein wesentlicher Unterschied ist aber allerdings dadurch gegeben, dass im Glaskörper die Röhre auf diesem Entwicklungsstadium stehen bleibt, während in der Hornhaut durch weitere Metamorphosen eine Umwandlung der kernhaltigen Protoplasmarröhre in einen aus kernhaltigen Plättchen zusammengesetzten Schlauch erfolgt. Ob die Gefässe des Froschlarvenschwanzes diese letzte Umwandlung gleichfalls eingehen oder gleich den Glaskörpergefässen sich verhalten, war ich nicht im Stande zu ergründen.

Bezüglich der Existenz einer Hülle stimmen die Glaskörpergefässe gleichfalls mit den in der entzündeten Hornhaut neugebildeten Gefässen überein. Dagegen variiren die Hüllen beider bezüglich ihrer Zusammensetzung, indem die Bekleidungen der letztgenannten Gefässe nicht einen so gleichartigen Aufbau aus Zellen erkennen lassen, welcher die Adventitia der Glaskörpergefässe so eigenartig macht.

Es ist noch die Frage zu erörtern, ob der beschriebene Typus der Gefässneubildung im Glaskörper der einzige ist oder nicht? Wiederholt habe ich nemlich namentlich an den grösseren Gefässen seitliche Ausbuchtungen von länglicher oder rundlicher Form, die durch ein weites Lumen mit dem Gefäss communicirten, während das kuppenförmige Ende dem Gefässe abgewandt war, getroffen. Ihr Bau war derselbe, wie derjenige der Gefässwand, welcher das Gebilde aufsass (Fig. VI).

Es liegt nahe anzunehmen, dass wir es hier mit partiellen Ausbuchtungen der einen Gefässwand zu thun haben, die

durch fortgesetztes Wachsthum in der Längenrichtung zu röhrigen Gebilden sich umwandeln, welche endlich durch gegenseitige Verbindung mit einem anderen Gefäss zur Bildung neuer Gefässe führen und so einen anderen weiteren Typus der Gefässentwicklung repräsentiren. Ich will diese Möglichkeit nicht bestreiten; doch möchte ich auf einen Umstand aufmerksam machen, der darthut, dass man in der Annahme solcher Ausstülpungen speciell für den Glaskörper vorsichtig sein muss. An vielen dieser vermeintlichen Ausbuchtungen war ich nehmlich im Stande, Spuren einer stattgefundenen Zerreiſung aufzufinden, so dass sie nur als abgetrennte Abschnitte eines Gefässes aufgefasst werden durften. Ob diese Deutung nun ausschliesslich die richtige ist, oder ob wirkliche Ausstülpungen existiren, will ich nicht entscheiden.

Die in den bisherigen Artikeln mitgetheilten Beobachtungen zeigen uns, dass in dem sich regenerirenden Froschlarvenschwanz, in der entzündeten Hornhaut, sowie in dem embryonalen Glaskörper die Gefässe nach ein und demselben Typus sich entwickeln, welcher mit der Bildung solider Sprossen und Stränge beginnt, durch Canalisirung dieser zu der Entstehung protoplasmatischer Röhren führt und mit der Metamorphose der protoplasmatischen Wand in kernhaltige Plättchen abschliesst. Die an den bis jetzt untersuchten Objecten gesammelten Erfahrungen lehren uns die einzelnen Phasen dieses Entwicklungstypus in so klarer und anschaulicher Weise, dass der Versuch gerechtfertigt erscheinen mag, auf Grund der mitgetheilten Beobachtungen ein zusammenhängendes Bild der einzelnen Phasen dieses Entwicklungsvorganges zu unterwerfen. Es bestimmt mich dazu ausserdem der Umstand, dass in der Publication dieser Arbeiten eine grössere Pause, welche ich mit der Schwierigkeit des Gegenstandes zu entschuldigen bitte, eintreten wird. Wenn ich in den folgenden Zeilen nur diesen Typus der Sprossenbildung berücksichtige und von anderen Arten der Gefässentwicklung absehe, so geschieht dies deshalb, weil in den vorstehenden Arbeiten nur Material für die Beurtheilung des ersteren niedergelegt ist, nicht etwa deshalb weil ich das Vorkommen anderer Entwicklungstypen ausschliesse.

Wie in der Mittheilung des Beobachtungsmateriales, so muss auch bei diesen resumirenden Erörterungen die Thatsache zum

Ausgangspunkt gewählt werden, dass eine grosse Zahl von Capillargefässen aus zwei ineinander gefügten Röhren einer äusseren adventitialen Hülle und einer inneren endothelialen Röhre aufgebaut ist. Dass man zu einer solchen Scheidung beider Gebilde berechtigt ist, geht unzweifelhaft aus der Thatsache hervor, dass man im Stande ist, beide aus einander zu lösen, sowie aus dem Umstande, dass beide von verschiedenen Gebilden ihren Ausgangspunkt nehmen und verschiedene Typen bei ihrer Entwicklung einhalten.

His hat schon vor längerer Zeit darauf hingewiesen, dass sehr vielen Blutcapillaren eine adventitiäle Hülle zukomme, Iwanoff, Eberth u. A. haben ihr Vorkommen an verschiedenen Stellen bestätigt.

Der Bau derselben ist nach meinen Erfahrungen ein etwas verschiedener, indem die adventitiäle Hülle in den einen Fällen aus dicht stehenden Zellen, deren Contouren sich berühren, zusammengesetzt ist, während in den anderen zwischen den Zellen starre glänzende Fäden gelegen sind, die netzförmig anastomosiren und in deren Zwischenräumen die kernhaltigen Zellen sich finden. Sehr häufig lassen sich in der Adventitia nur netzförmig anastomosirende dunkle Fäden nachweisen, die helle kernhaltige oder kernlose Felder einschliessen, und nur an spärlichen Stellen werden noch körnige kernhaltige Plättchen getroffen.

Diese Differenz in der Erscheinung entspricht den verschiedenen Metamorphosen, welche die Zellen der Adventitia eingehen können und die dadurch charakterisirt sind, dass die peripherischen Abschnitte der Zellen zu starren Fäden sich umgestalten, während die übrigen Theile zu einer homogenen ursprünglich noch kernhaltigen später kernlosen Platte umgewandelt werden. Wir müssten uns somit vorstellen, dass alle adventitialen Hüllen ursprünglich aus kernhaltigen und körnigen dicht an einander gefügten Zellen bestehen, dass später zunächst aus den peripherischen Theilen jene starren glänzenden Fäden werden, wie sie sich in der Adventitia immer finden und erhalten, während die übrige körnige Masse zu einem lichten Gebilde umgewandelt wird, das ursprünglich noch kernhaltig ist, dessen Kern sich erhalten oder später gleichfalls zu Grunde gehen kann. So entstehen die von den Fäden eingeschlossenen lichten Plättchen, wie sie jeder Adventitia eigen sind. Die in dieser befindlichen körnigen und kernhaltigen Zellen aber wären wohl nichts anderes als Adventitiazellen, an denen diese Metamorphose nicht

erfolgt ist; bei einer allerdings verhältnissmässig geringen Zahl scheint diese regelmässig auszubleiben. In dieser Weise erklärt es sich, dass die Adventitia in den oben angedeuteten verschiedenen Formen auftritt; diese repräsentiren lediglich verschiedene Stadien der Entwicklung.

Das oben beschriebene Verhalten ist nun keineswegs ein der Adventitia der Capillaren eigenartiges, wir finden es vielmehr überall da, wo anders gebaute Gewebe in bindegewebigem Boden eingelassen oder eingescheldet sind. An den Scheiden der Ganglienzellen habe ich vor längerer Zeit ausführlich dieselben Verhältnisse beschrieben und begründet, warum wir an den Zellen des Ganglion Gasseri des Kalbes eine eigentliche Zellscheide, an den Ganglienzellen des Sympathicus Scheiden mit anastomosirenden Fasernetzen, die lichte Plättchen einschliessen, treffen.

Was die Entwicklung der adventitialen Hüllen betrifft, so geht sie aus von dem benachbarten Bindegewebe respect. dem bindegewebigen Mutterboden. Sie beginnt mit der Bildung von lichten Spalten in diesem oder mit einer eigenthümlichen Streifung desselben: Erscheinungen, die vielleicht auf eine Erweichung oder partielle Einschmelzung der Intercellularsubstanz zu beziehen sind. Später beginnen die neben den Streifen gelegenen Zellen an zuzunehmen, sich dichter zu gruppiren und gegen das benachbarte Gewebe abzugrenzen, mit dem sie aber durch fadige Ausläufer fast immer in Verbindung bleiben. Diese letztgenannten Beziehungen zwischen den Theilen der Adventitia und dem benachbarten Gewebe thun meines Erachtens ihre Zusammengehörigkeit klar dar.

Die Entwicklung der adventitialen Hülle hält im Allgemeinen mit der Entwicklung des Gefässes gleichen Schritt. So kommt es, dass die feinen Fäden nur in lichten Spalten liegen, während neben den dickeren Strängen jederseits weiter abstehende Contouren verlaufen, die durch eingefügte Zellen häufiger unterbrochen sind. Im Zustande der beendeten Canalisation ist das Gefäss schon von einer deutlich differenzirten Hülle umgeben, die mit vollendeter Canalisation und Metamorphose des inneren Rohres dieselben Eigenschaften besitzt, wie die adventitialen Hüllen der vollkommen entwickelten Gefässe.

Ob in allen Fällen eine vollkommene Adventitia sich entwickelt, ist mir zweifelhaft. Sehr häufig mögen nur gewisse Veränderungen Streifungen und Zellenanhäufungen in dem benachbarten Gewebe erfolgen, ohne dass es zu einer vollständigen Differenzirung einer

adventitialen Hülle kommt. Das sind Differenzen wie sie im Gebiet der Histogenese zur Regel gehören.

Bei der Erörterung der Entwicklungsvorgänge des Endothelschlauches beziehungsweise des inneren Rohres muss man von dem Satz ausgehen, dass seine erste Anlage in Form solider Sprossen erfolgt, welche mit dem Endothelrohr eines präexistirenden und vollkommen entwickelten oder mit dem Protoplasma eines in der Entwicklung mehr oder weniger vorgeschrittenen Gefässes continuirlich zusammenhängen. Dass dem wirklich so ist, dafür sind zahlreiche Belege in den Mittheilungen über Gefässneubildung in der entzündeten Hornhaut, an dem sich regenerirenden Froschlarvenschwanz und in dem embryonalen Glaskörper niedergelegt. Insbesondere war es an der letztgenannten Stelle möglich, den Zusammenhang zwischen den Gefässsprossen und dem inneren Rohr mehr oder weniger vollkommen entwickelter Gefässe klar nachzuweisen, weil durch das weitere Abstehen der adventitialen Hüllen die in diesen gelegenen Gebilde zu einer isolirten Wahrnehmung gelangten. Doch haben auch die Beobachtungen an dem erst genannten Object keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, dass die Austreibung von Sprossen immer von der inneren Röhre präexistirender mehr oder weniger entwickelter Gefässe ausgeht. Es muss somit für diesen Typus der Gefässentwicklung jede Betheiligung des benachbarten Gewebes, insofern sie die Entstehung der Sprossen und Fäden betrifft, ausgeschlossen werden. Für die ästigen Bindegewebskörper des sich regenerirenden Froschlarvenschwanzes war dieser Ausschluss durch unmittelbar am lebenden Object angestellte Beobachtungen ermöglicht, indem es gelang nachzuweisen, dass nicht nur bei der ersten Entstehung der Sprossen, sondern auch bei dem fortgesetzten Wachsthum zu keiner Zeit die Sprossen zu den Bindegewebskörpern in Beziehung treten, dass sie vielmehr über, unter und neben diesen sich verschieben. In dem Froschlarvenschwanz und in der Hornhaut waren wir zwar Anhäufungen von Blutbestandtheilen in Lücken und Räumen des Bindegewebes begegnet. Die unmittelbare Wahrnehmung hatte uns aber belehrt, dass an dem ersten Objecte solche Räume durch Austreten von Blutbestandtheilen durch die offenbar sehr weiche protoplasmatische Wand zu Stande kommen, dass ferner nach längerer oder kürzerer Zeit die Blutbestandtheile wieder in das Gefäss eintreten oder im Gewebe weitere Metamor-

phosen eingehen, dass sie aber niemals zu Theilen der capillaren Gefäßbahn sich umgestalten. Diese Erfahrungen wurden auf die analogen in der Hornhaut getroffenen Gebilde angewendet und diese somit als kleine Blutextravasate aufgefasst, denen eine Bedeutung für die Entstehung von capillaren Blutbahnen gleichfalls nicht zuerkannt werden konnte. Diese Auffassung wurde speciell für die Hornhaut noch damit begründet, dass solche blutführende Räume immer nur in der Nähe von Blutgefäßen und zwar namentlich von solchen mit weicher noch nicht weiter metamorphosirter Wand getroffen werden, dass ein scheinbar isolirtes Vorkommen immer an Injectionspräparaten sich als Täuschung erweist. In Anbetracht dieser Thatsachen ist der Standpunkt gewiss gerechtfertigt, diese blutführenden Räume solange als Blutextravasate zu deuten, bis der Nachweis beigebracht sein wird, dass die blutführenden Räume nicht durch Austreten von Blutbestandtheilen aus einem blutführenden Gefäße zu Stande gekommen sein können. Indem ich bezüglich der näheren Begründung auf die im ersten und zweiten Artikel mitgetheilten Thatsachen und Erörterungen verweise, möchte ich hier nur noch einmal den Satz betonen, dass bei dem Typus der Sprossenbildung die erste Anlage der Sprossen von der Wand präexistirender Gefäße oder von dem Protoplasma präexistirender Stränge den Ausgangspunkt nimmt.

Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, durch welche Vorgänge diese Bildung von Sprossen vermittelt wird. In jenen Fällen, in denen dieselbe an einem bereits vorhandenen Protoplasmafaden und Protoplasmastrang auftritt, sind es lediglich die Phänomene der Vermehrung und des Auswachsens des Protoplasmas des betreffenden Stranges oder Fadens, die zur Bildung von Sprossen führen. Aber auch in denjenigen Fällen, in welchen das Endothelrohr eines ausgewachsenen Gefäßes zum Ausgangspunkt der Sprossenbildung dient, war ich nur im Stande eine Anhäufung von Protoplasma, die als buckelförmige Erhebung sich darstellte, nachzuweisen.

Es hatte den Anschein, als ob die in der Gefäßwand befindlichen Protoplasmakörner sich vermehrten und an der Stelle, wo später die Sprosse zum Vorschein kam, sich concentrirten. Es liegt ja nahe zu vermuthen, dass die Sprosse ihre Entstehung einem Vorgang verdanke, der im Wesentlichen als Kerntheilung und Ver-

mehrung der präexistirenden Endothelien des Gefässes sich charakterisiren liesse. Golubew hat auch in der That von solchen an den Endothelien der Gefässe wahrnehmbaren Vorgängen berichtet. Leider muss ich mich mit der Versicherung bescheiden, dass die beschriebene Protoplasmaanhäufung das einzige Phänomen war, das ich nachweisen konnte. Sehen wir von diesen Differenzen, welche sich auf das Schicksal der Kerne der Endothelzellen beziehen, ab, so bliebe als immerhin bedeutungsvoll die Thatsache bestehen, dass die Sprossenbildung von einer Protoplasmaanhäufung an präexistirenden Protoplasmasträngen und -fäden oder an der Endothelröhre eines bereits blutführenden Gefässes eingeleitet wird.

Das weitere Wachsthum der Sprossen d. h. deren Umwandlung in dickere und längere Fäden wird vermittelt durch eine Zunahme des Protoplasmas in der Dicke und Länge. Indem mehr Protoplasmakörner im Dickendurchmesser der Sprossen auftreten, indem ihre vordersten Körnerreihen in den lichten Spalten oder den Streifen des Gewebes sich verschieben, werden dieselben zu dicken und langen körnigen Fäden. Kerne fehlen in ihnen selbst bei beträchtlicher Länge sehr häufig; kommen solche zum Vorschein, so sind sie ursprünglich immer klein und in grossen Entfernungen von einander und von der Wand des Gefässes, welchem die Sprosse aufsitzt, gelegen. Ein Verhalten, dessen Deutung Schwierigkeiten macht, wenn man den Faden als einfachen Auswuchs einer Endothelzelle und die Kernbildungen in ihm als Abkömmlinge des Kerns dieser Zelle auffassen zu müssen glaubt.

Eines der interessantesten Phänomene ist jedenfalls die Bildung der Protoplasmaabögen und -stränge, welche zwischen zwei Gefässen ausgespannt sind. Wie ich in dem ersten Artikel nachgewiesen habe, kann sie auf verschiedene Weise vor sich gehen, mehmlich einmal in der Art, dass zwei Fäden von gleicher oder ungleicher Länge zusammentreten und ihre äussersten Reihen von Protoplasmakörnern unter einander zusammenfliessen oder aber so, dass das freie Ende eines Fadens in die Wand eines blutführenden Gefässes sich einsetzt, ohne dass von diesem zuvor eine Sprosse ausgetrieben wurde. In dem ersten Falle handelt es sich lediglich um ein Zusammenfliessen der äussersten Körnerreihen beider Fäden, nicht um ein Uebereinanderschieben wie dies Golubew beschreibt. Wenigstens habe ich diesen Vorgang bei der Gefässneubildung in dem sich re-

generirenden Froschlarvenschwanz nicht beobachtet, obgleich man gerade an diesem Objecte nicht selten Gelegenheit hat, die Verbindung zweier Fäden unmittelbar unter dem Mikroskope wahrzunehmen. Vielleicht erklärt sich die Differenz zwischen den Golubew'schen und meinen Wahrnehmungen aus der Verschiedenheit des Beobachtungsobjectes. Auch dieser Vorgang der Vereinigung der Enden der Fäden bietet der Deutung derselben als einfache Zellenausläufer einige Schwierigkeit, da es meines Wissens noch nicht unzweifelhaft festgestellt ist, ob zwei Zellen dauernd durch Fortsätze in Verbindung treten können, während das Zusammenfliessen von Protoplasmamassen eine viel geprüfte Erscheinung ist. — Dasselbe gilt in erhöhtem Maasse für jene Fäden, deren freie Enden in die Wandung eines blutführenden Gefässes sich einsetzen.

Golubew erörtert in sehr ausführlicher Weise die Ursachen, warum die Vereinigung der Fäden so häufig in Form von Bögen stattfindet und findet dieselben in gewissen Eigenschaften des Gewebes. Durch die in obigen Artikeln geschilderten Befunde von Spalten und Streifen im Gewebe, deren Bildung dem Vorschieben von Sprossen und Fäden vorhergeht, wird diese Anschauung wesentlich gestützt und erweitert.

Die Bögen und Stränge sind selbst bei beträchtlicher Länge häufig vollkommen kerulos; zuweilen liegen in ihnen Kerne, welche meist grösser sind, als die früher in den Fäden getroffenen, immer in grossen Abständen stehen und fast nie in grösserer Zahl und dichter Gruppierung sich finden. Auf sehr lange Stränge kommen höchstens zwei bis drei längliche axial gelegene Kerne. Sie als Abkömmlinge der Kernbildungen von Endothelzellen zu bezeichnen, möchte in Anbetracht ihrer gegenseitigen Gruppierung und ihrer Entfernung von den Wänden der Gefässe mit denen der Protoplasmabogen in Verbindung steht, nicht ohne weiteres gestattet sein.

Die Canalisirung der Protoplasmafäden und Protoplasmastränge beginnt immer in der Achse dieser Gebilde und zwar in der Weise, dass einzelne Protoplasmakörnchen, nachdem ihre Verbindung zuvor offenbar gelockert wurde, sich ablösen. In Folge dessen entsteht ein centraler lichter Streifen, der erweichte Protoplasmamasse enthält. Diese Erscheinungen der Erweichung und Ablösung des Protoplasmas schreiten von der Mitte des Stranges gegen die

Peripherie weiter vor und dadurch wird der in der Mitte gelegene Streifen immer breiter, die wandständige Protoplasamasse immer spärlicher. Die Canalisirung des Fadens beginnt gewöhnlich an dem Ende, mit dem er dem blutführenden Gefässe aufsitzt und schreitet von hier gegen das Ende des Fadens beziehungsweise gegen die Mitte des Stranges fort; nur ausnahmsweise beginnt sie an der letztgenannten Stelle. In dem ersteren Falle pflegen die erweichten und abgelösten Protoplasamassen in den Blutstrom zu gelangen, während die Blutkörperchen selbst aus dem blutführenden Gefäss in den neugebildeten Kanal eintreten und unter vor- und rückstossenden Bewegungen in diesem in demselben Maasse vorrücken, als die Canalisirung fortschreitet. Die Vorgänge der Canalisirung können nur an einem oder an beiden Enden eines Stranges auftreten, sie können auf beiden Seiten gleichmässig oder ungleichmässig fortschreiten, so dass die beiden Kanäle bald in der Mitte, bald nach der einen oder anderen Seite sich vereinigen. Diese Vereinigung geschieht dann zuweilen in der Art, dass ein ziemlich langer Protoplasmapfropf einfach in das eine oder andere Gefäss durchgestossen wird oder aber in der Weise, dass die zwischen beiden Kanälen gelegene protoplasmatische Scheidewand immer dünner wird und endlich ganz verschwindet, indem immer mehr Protoplasamassen sich von ihr ablösen. Bezüglich der Einzelheiten der bei der Canalisirung stattfindenden Vorgänge verweise ich auf den ersten Artikel.

Der Bau dieser frisch canalisirten Röhren ist nicht immer derselbe. Sie besitzen alle eine deutlich gekörnte protoplasmatische Wand, deren Dicke etwas verschieden ist, je nachdem die Canalisirung mehr oder weniger weit im Dickendurchmesser des Gefässes vorgeschritten ist. Die meisten derselben lassen mit beginnender Canalisirung in regelmässigen Abständen kleine Kernbildungen erkennen, deren Begrenzungen aber noch wenig scharf sind. In manchen Gebilden habe ich diese Kerne schon vor beginnender, in anderen erst nach weit vorgeschrittener Canalisirung auftreten sehen; doch ist das letztere Verhalten, soweit meine Erfahrungen reichen, seltener, als die ersterwähnten Befunde. Von Kerntheilungen oder Kernanhäufungen oder gruppenweiser Lagerung von Kernen ist an solchen Gefässen nichts nachweisbar, immer liegen die Kerne in regelmässigen Abständen von einander. Bei der Ausspritzung mit

schwachen Silberlösungen werden die frischcanalisirten oder noch nicht vollständig canalisirten Abschnitte der Gefässe gleichmässig braun, ihre Kerne undeutlich. Eine unzweifelhafte Abtheilung in Plättchen, war ich an Gefässen, deren Canalisation noch nicht vollkommen beendet war, nicht im Stande nachzuweisen.

Diejenigen, welche die Sprossen als Ausläufer von Endothelzellen, die Stränge als durch Verbindung solcher Ausläufer zu Stande gekommen sich denken, werden diese Kanäle mit körniger Wand als ausgehöhlte Zellen betrachten müssen, deren centralgelegene Masse geschwunden, während die peripherische als Wand zurückgeblieben ist. Dass solche Zellenröhren, deren hohle Beschaffenheit auf eine Einschmelzung der centralen Masse zurückzuführen ist, sonst noch im Gebiete der Histologie vorkämen, ist mir nicht bekannt. Wir hätten es somit hier mit sehr eigenartigen Gebilden zu thun, wenn wir uns nicht zu der einfacheren Auffassung entschliessen können, dass ein Protoplasmastrang durch Einschmelzung der in der Achse gelegenen Protoplasamasse zur Protoplasmaröhre geworden ist. Die Erklärung des Ursprunges der Kernbildung und deren Entstehungsweise machen bei der Auffassung des Gewebes als Zellröhre gewiss keine kleineren Schwierigkeiten als bei der Deutung desselben als Protoplasmaröhre, da auf einen Ursprung derselben aus den Kernen der Endothelzellen bei den gleichen Abständen der Gebilde von einander und von diesen, sowie in Anbetracht des Mangels der Erscheinungen von regelmässigen Kerntheilungen nicht Bezug genommen werden darf.

Während nun einzelne der Gefässe auf diesem Zustande der Entwicklung stehen bleiben und durch ihr ganzes Leben als kernhaltige Protoplasmaröhren persistiren, erfahren die Wandungen anderer Gefässe jene Metamorphosen, welche die Bildung einer aus kernhaltigen lichten Plättchen aufgebauten Röhre vermitteln. Nach den Untersuchungen, die an den in der entzündeten Hornhaut neugebildeten Gefässen angestellt wurden (cf. II Art.), geht diese Umwandlung in der Weise vor sich, dass die früher gleichartige kernhaltige Protoplasamasse so zu sagen eingefurcht wird. Die Abtheilung des Protoplasmas erfolgt in der Art, dass um jede Kernbildung eine gewisse Menge der körnigen Substanz sich gruppirt. So entstehen kernhaltige körnige Körner von ursprünglich rundlicher später eckiger oder länglicher Form. Diese Gebilde erfahren nun

weitere Umwandlungen und zwar zunächst in ihren peripherischen Abschnitten, indem die körnige Masse verschwindet und sie dadurch lichter werden, so dass zu dieser Zeit die körnige Masse, in deren Centrum die Kernbildung gelegen ist, von einem lichten Saum umfassen wird. Dieser wird später immer breiter, die körnige Masse nimmt immer mehr ab, die früher gegen den Kern wenig scharfe Begrenzung dieser wird deutlicher, der Kern selbst erscheint jetzt grösser. In diesem Zustande scheinen sich die Plättchen lange zu erhalten; wenigstens konnte ich an den meisten Plättchen der schon längere Zeit canalisirten Gefässe noch diese Körneranhäufung um den Kern nachweisen. Gleichzeitig mit diesen Umwandlungen im Bau der Plättchen vollziehen sich auch solche in der Form; sie werden aus rundlichen oder eckigen Gebilden zu mehr länglichen.

Was die Kittleisten betrifft, so dürfen sie vielleicht als zwischen den Zellen stehengebliebene Reste des früheren Protoplasmas aufgefasst werden.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, noch einmal diese Anschauung über die Entstehung der Endothelzeichnung zu begründen, weil in dem zweiten Artikel die Thatsachen niedergelegt sind, welche zu der eben entwickelten Auffassung meines Erachtens nothgedrungen führen. Dieser zufolge tritt an Stelle des kernhaltigen Protoplasmas durch eine in loco erfolgende Metamorphose dieses eine aus kernhaltigen Plättchen aufgebaute Wand: Der sogenannte Endothelschlauch. Dass viele neugebildete Gefässe einen solchen Endothelschlauch besitzen, bedarf dem Gesagten zufolge keiner besonderen Betonung, die Wichtigkeit dieser Thatsache keiner besonderen Beleuchtung.

Sind wir bei der Deutung der Sprossen, Fäden und Stränge als Abkömmlinge der Endothelzellen schon auf Schwierigkeiten gestossen, so sind diese doch verschwindend im Vergleich mit denen, welche sich in Anbetracht der Thatsache erheben, dass der früher solide, später canalisirte Protoplasmastrang schliesslich noch mit einer grossen Zahl von kernhaltigen Plättchen sich ausgekleidet zeigt. — Nehmen wir den einfachsten Fall, es sei ein Protoplasmastrang durch die Verschmelzung der Ausläufer zweier Endothelzellen entstanden und es seien in jedem Ende als Abkömmlinge der Kernbildungen zweier Endothelzellen zwei Kerne gelegen, so fragt es sich, wie entsteht aus diesen zwei kernhaltigen Ausläufern nach

ihrer Verschmelzung und Umwandlung zu einer Zellröhre jenes complicirte aus kernhaltigen Plättchen aufgebaute Gebilde: der Endothelschlauch? Selbst wenn wir einräumen wollten, dass jene beiden Kerne durch Theilung sich vermehren könnten, was aber, wie hervorgehoben wurde, nicht nur nicht nachgewiesen werden kann, sondern sogar wegen der immer gleichen Abstände der Kerne unwahrscheinlich ist, so bliebe immer noch räthselhaft, durch welche Vorgänge die Abtheilung des Inhaltes einer Zelle, deren centrale Abschnitte eingeschmolzen wurden, vermittelt werden. Wie soll man sich die Theilungsvorgänge in einer Röhrenzelle vorstellen? Derselben aber würden wir bedürfen, um die Anwesenheit eines Endothels zu erklären? Dass die Deutung in jenen Fällen noch viel schwieriger sich gestaltet, in denen lange Stränge kernlos sind, oder in denen netzförmig angeordnete Stränge zu Kanälen sich umgestalten, brauche ich wohl kaum näher zu begründen.

Aehnliche Bedenken mögen Golubew vorgeschwebt haben, als er sich zu der Annahme entschloss, dass das Protoplasma des Stranges verschwinde und die Endothelbekleidung in die canalisirte Röhre vom entwickelten Gefäss aus sich hereinschiebe, das Protoplasma der Röhre gleichsam verdrängend und an dessen Stelle tretend. Er denkt sich den Vorgang vermittelt durch Kern- und Zellentheilung der Endothelien des entwickelten Gefässes, mit welchem die frisch canalisirte Röhre in Verbindung steht. Wenn dieser Vorgang existirte, wäre er in der That die einzige, ohne Opferung der gangbarsten Anschauungen mögliche Lösung des Räthsels. Leider ist die Annahme eines solchen mit den Thatsachen nicht vollkommen vereinbar. Denn einmal habe ich nachgewiesen, dass die Metamorphose des Protoplasmas sich in loco vollzieht, indem die Bestandtheile desselben zu den kernhaltigen Plättchen werden, zweitens aber haben wir gesehen, dass man von dem frischcanalisirten bis zum vollständig umgewandelten Gefäss sämtliche Stufen der Metamorphosen demonstrieren kann. Dazu kommt noch, dass ein Befund vollkommen räthselhaft bliebe, es ist der von Gefässen die auf dem Entwicklungsstadium der kernhaltigen Protoplasmaröhren stehen bleiben. Woher kommen in diesen Fällen die Kerne?

In den vorstehenden Zeilen habe ich die Vorgänge namhaft gemacht, welche bei der Gefässneubildung nach dem Typus der Sprossenbildung nachweisbar sind, ich habe die Schwierigkeiten

hervorgehoben, welche deren Erklärung mit Zugrundelegung der gangbaren Anschauungen veranlasst, ich habe ferner angedeutet, welche Annahme uns durch die Thatsachen meines Erachtens aufgenöthigt ist. Diese liesse sich dahin formuliren, dass von den Zellen des Endothelschlauches entwickelter Gefässe ein keimfähiges d. h. zur selbstständigen weiteren Entwicklung befähigtes Protoplasma producirt wird, durch dessen Auswachsen Sprossen und Fäden entstehen, die durch gegenseitiges Zusammenfliessen ihrer Protoplasmakörner in Stränge sich umwandeln: Ein Protoplasma, aus dem durch Einschmelzung der centralen Masse Protoplasmarröhren entstehen, die durch weitere Metamorphose der Wand, d. h. Kernbildung in ihr, durch Abfurchung der körnigen Masse um diese etc. in aus kernhaltigen Körpern aufgebaute Röhren und schliesslich in aus kernhaltigen Plättchen zusammengesetzte Schläuche umgewandelt werden.

Ich hatte wiederholt bemerkt, dass sich alle meine Auseinandersetzungen nur auf die Gefässneubildung nach dem Typus der Sprossenbildung beziehen. Zum Schluss möchte ich noch einmal betonen, dass ich andere Arten der Gefässneubildung, wenn ich sie auch nicht in den Kreis meiner Erörterungen aufgenommen habe, deshalb doch keineswegs ausschliesse. Nur auf einen Punkt möchte ich hier noch aufmerksam machen, dass alle jene Typen der Gefässneubildung, welche die Beziehung der neuzubildenden Gefässabschnitte zu präexistirenden Gefässen nicht voraussetzen, in ihrer Deutung in sofern auf nicht unbedeutende Schwierigkeiten stossen werden, als es sich um die Erklärung der Entstehung des Endothels handelt. Dieses scheint ein eigenartiges in seiner Entstehung an die Präexistenz analoger Formbestandtheile gebundenes Gebilde zu sein, dessen Anbildung von anderen Geweben aus nach den in obigen Mittheilungen enthaltenen Einzelheiten mehr als fraglich ist, ja in jenen Fällen, in denen die Gefässe eine eigene adventitielle Hülle besitzen, geradezu unmöglich erscheint. Bekennen wir es offen durch den Nachweis der Endothelzeichnung an pathologisch neugebildeten Gefässen ist eine Revision des Capitels über pathologische Gefässneubildung unumgänglich geworden.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVIII. Fig. I — VI.

Fig. I. Zwischen dem kleineren Gefässe a und dem grösseren b ist ein Protoplasmastrang c ausgespannt, der mit verbreiterten Enden der inneren Röhre der beiden Gefässe aufsitzt, während die Adventitiae dieser an diesen Stellen lichte Fortsätze aussenden, welche den Protoplasmastrang eine Strecke weit umhüllen.

Dasselbe Verhalten zeigt der in Fig. II abgebildete Protoplasmastrang, der mit den Gefässen a und b in Verbindung steht. Auch hier stehen die verbreiterten Enden desselben mit den inneren Röhren der Gefässe in continuirlichem Zusammenhang, während die adventitialen Hüllen der Gefässe Fortsätze aussenden, welche den Protoplasmatrichter umschliessen.

Der in Fig. III abgebildete Protoplasmastrang (c) bietet schon ein weiter vorgeschrittenes Entwicklungsstadium dar. Das mit der inneren Röhre des Gefässes a in Verbindung stehende Ende desselben ist noch solide, während das andere bereits Anfänge einer Canalisirung zeigt. Der ganze Strang wird von einer lichten Scheide eingehüllt, die in die Adventitiae der Gefässe a und b übergeht.

Fig. IV zeigt einen langen bogenförmigen Strang, der an den beiden Enden bereits canalisirt ist, während die mittleren Abschnitte noch sehr fein und solide sind. Ungefähr in der Mitte liegt ein spindelförmiges Kerngebilde.

Fig. V. Der Protoplasmastrang a ist noch solide, ohne deutliche Kernbildungen, aber mit einer lichten Hülle versehen. Dagegen zeigt das Gefäss b bereits Anfänge der Canalisirung und in regelmässigen Abständen Kernbildungen; seine Hülle ist gleichfalls von kleinen Kernen durchsetzt. In der Mitte des Gefässes c findet sich bereits ein breiter lichter Streifen, das wandständige Protoplasma ist noch ziemlich massig und enthält in regelmässigen Abständen Kerne. Bei dem Gefäss d hat sich die adventitiale Hülle etwas zurückgezogen, sie ist aus körnigen kernhaltigen Plättchen aufgebaut. Die innere etwas vorspringende Röhre besteht aus einer dunklen körnigen Masse, die in regelmässigen Abständen Kerne enthält.

Fig. VI soll eine Anschauung von den blindsackförmigen Ausstülpungen, wie sie an den Glaskörpergefässen zuweilen getroffen werden, geben.

