

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefäße nebst Beobachtungen aus der Königlichen chirurgischen Universitäts-Klinik zu Berlin

Billroth, Theodor

Berlin, 1856

Entwicklung der Blutgefäße im Schwanz der Froschlarven

Entwicklung der Blutgefässe im Schwanze der Froschlarven.

(Hierzu Taf. I. Fig. 13—25. Vergrösserung 350.)

Der Schwanz der Froschlarven ist seit Schwann vorzugsweise zu Beobachtungen über Gewebsentwicklung überhaupt verwandt worden, und es lässt sich nicht leugnen, dass es in Bezug auf die Gefässentwicklung eins der besten, vielleicht das beste Beobachtungsobject ist. Da es jedoch hier sowohl, wie in dem Gefässhof des bebrüteten Hühner-Eies verschiedene Arten von Gefässbildung giebt, so ist es[•] durchaus nöthig, den ganzen Process von Anfang an zu verfolgen. Die einseitige Berücksichtigung des einen oder andern Zeitpunktes der Entwicklung, die hier um so eher vorkommen konnte, als die Entwicklung langsam vor sich geht und die einzelnen Stadien länger andauern, hat auch hier mannichfache Controversen herbeigeführt; jeder Beobachter scheint bemüht gewesen zu sein, den ganzen Vorgang in einer allzu klaren verlockenden Einfachheit darzustellen, um schon dadurch eine Art von Beweis für die Richtigkeit seiner Behauptungen zu geben. — Am besten eignet sich zu diesen Beobachtungen die Larve von *Hyla arborea*; auf diese beziehen sich fast ausschliesslich die Beobachtungen, deren Resultate ich in Folgendem kurz zusammenstelle. Man muss durchaus die frischen lebenskräftigen Thiere ohne Betäubungsmittel und ohne Deckglas untersuchen; dies erschwert zwar die Beobachtung, doch wird man über manche Gegenstände mit viel grösserer Klarheit zu urtheilen im Stande sein.

Gleich nachdem die jungen Larven aus dem Ei geschlüpft sind, zeigt sich der ganze Schwanz aus Dotterkörperchen zusammengesetzt, die zusammen eine dunkle Masse bilden, in welcher man nichts weiter unterscheiden kann. Nach einiger Zeit fangen dieselben an einzeln deutlicher zu werden und zwar, wie es scheint, durch Auftreten einer grösseren Menge von strukturloser Intercellularsubstanz; man unterscheidet ausser der in der Mitte verlaufenden Chorda und der Anlage der jene umgebenden Muskelzellen dunklere dicke Stränge zu beiden Seiten der Achse und von diesen ausgehend baumartige Verzweigungen (Taf. I. 13 u. 14.) nach Art von Drüsenanlagen, welche mit stumpfen Enden auswachsen; sie verbinden sich demnächst unter einander und setzen ein Netz von soliden Cylindern zusammen. Je mehr die Dotterzellen der Schwanzsubstanz scheinbar verschwinden, und die homogene Intercellularsubstanz an Masse zunimmt, lässt sich an diesen Cylindern eine zarte strukturlose Hülle unterscheiden,

Primäre Gefässbildung.

und von dieser umgeben einzelne ovale mit dunklen Körnchen gefüllte Körper (14. a.), die embryonalen Blutkörperchen. Diese Gefässanlagen sind am vollkommensten dem Körper zunächst ausgebildet; nach dem Schwanzende zu fehlen sie in diesem Stadium ganz. In den Achsengefässen machen sich zuerst die Herzcontractionen sichtbar und pflanzen sich von hier allmählig auf die übrigen Gefässe fort. Die Dotterkugelchen bei *Hyla* haben eine schön smaragdgrüne Färbung, welche allmählig in eine mattgelbliche übergeht; den Larven der übrigen Froscharten fehlt eine derartige Färbung durchaus.

Während in den Gefässbogen der Kreislauf schon geregelt ist, bestehen noch einige solide mit Dotterkörperchen gefüllte cylindrische Fortsätze, in denen die einzelnen Blutkörperchen noch nicht gesondert sind (Taf. I. 15. a.); auch unterscheidet man jetzt Fortsätze, welche mehr spitzig zulaufen (15. e.). Die sich immer mehr aufklärende Grundsubstanz zeigt nun auch in sich deutlich isolirte Zellen, welche theils rund sind, theils Ausläufer aussenden (15. b. c. d.); sie sind anfangs ebenfalls mit Dotterkörnchen gleichmässig gefüllt; bald unterscheidet man jedoch auch in diesen ein oder mehrere rundliche Körper, welche so sehr mit den übrigen embryonalen Blutkörperchen übereinstimmen, dass sie kaum für etwas anderes gehalten werden können. Die spitz auslaufenden Fortsätze der Gefässe verschmelzen zum Theil mit diesen Zellen, und ziehen letztere mit in den Bereich des Gefässsystems, indem die dortgebildeten Blutkörperchen durch den Impuls des Herzstosses in Bewegung gesetzt werden; es entstehen in der Regel mehrere Blutkörperchen in einer Zelle (15. c. d.). Diejenigen Zellen, welche jetzt nicht mit zur Gefässbildung verwandt worden, bilden einen einfachen Kern in sich, senden Ausläufer aus, und sind die später so reichlich in der Substanz des Schwanzes liegenden sternförmigen Zellen; sie werden entweder später noch zur Weiterentwicklung der Gefässe benutzt, oder werden zu Pigmentzellen oder bleiben endlich unbenutzt als Bindegewebskörperchen im Gewebe liegen.

Wir glauben den so eben beschriebenen Vorgang im Wesentlichen mit der primären Gefässbildung im bebrüteten Hühner-Ei identificiren zu dürfen. Hier so wie dort entstehen zunächst solide Cylinder, deren Zusammensetzung aus Zellen wir für den Schwanz der Larven allerdings nicht so direct beobachten können, da hiezu das Object in den betreffenden Stadien zu dunkel ist, doch aber wohl aus den folgenden Vorgängen voraussetzen dürfen. Dass die embryonalen Blutkörperchen auch hier nur dem Zellinhalt und nicht der ganzen Zelle entsprechen, ist weniger deutlich; doch habe ich an mehreren dieser Gefässe anfangs unvollständige Septa in dem Gefässrohr gesehen, die vielleicht als Reste der Zellmembranen zu betrachten sind (Taf. I. 14. a.). Auch hier entsteht ein Nachschub von Blutkörperchen, welche sich aus dem Inhalt einzelner anfangs isolirter, später mit den Gefässen in Verbindung tretender Zellen hervorbilden.

Dass in den Blutkörperchen die Dotterkugelchen allmählig verschwinden, um einer homogenen gelblich glänzenden Substanz Platz zu machen, ist ebenso leicht zu sehen, als es schwer ist, die chemischen Veränderungen nachzuweisen, welche hierbei vorgehen. Zugleich

mit dieser Ausbildung der Blutkörperchen gewinnt das Gefässsystem und der Kreislauf eine gewisse Abrundung; die Gefässe werden gleichmässiger, ihre Wandungen glatter, ihre Contouren schärfer. Es hat das so entstandene Gefässnetz vom Körper an ungefähr zwei Drittheil der Schwanzlänge eingenommen; auch reicht es seitlich bei Weitem nicht bis an die Peripherie.

In diesem Stadium macht nun die Entwicklung des Blutgefässsystems einen Stillstand, indem jetzt die Bildung des Lymphgefässsystems beginnt. Ausser durch ihren Inhalt, oder vielmehr den Mangel an körperlichem Inhalt zeichnen sich diese Gefässe bekanntlich durch ihre rauhen zackigen Contouren und durch den Mangel von Anastomosen aus. Die Bildung auch dieser Gefässe geht von zwei dicht an der Schwanzachse neben den Blutgefässen liegenden Stämmen aus, deren erste Entstehung wegen der zu grossen Undurchsichtigkeit dieser Gegend unklar bleibt. Von diesen Stämmen wachsen fast rechtwinklig neue Canäle aus, und zwar unter Vermittlung von langgestreckten mit vielen Fortsätzen versehenen Zellen, in seltneren Fällen durch eine Art einfacher Ausbuchtung der Gefässmembran (Taf. I. 49.). Die Art und Weise, wie die Zellen zur Bildung der Gefässe hier beitragen, ist nicht immer so einfach, wie dies von den meisten Beobachtern dargestellt ist, wonach die Zellhöhle immer zum Gefässcanal werden soll. Dies scheint hier allerdings so vorzukommen (Taf. I. 48.); wäre es jedoch die Regel, so müssten die in Entwicklung begriffenen Gefässe immer in einer Zelle oder einem erweiterten Zellenfortsatz endigen. Bei weitem am häufigsten wird man das Ende des Gefässes offen und durch parallel verlaufende Zellenfortsätze gebildet finden (Taf. I. 46. a. 47. a.), so wie denn auch die Art und Weise, wie die Zellen mit ihren Fortsätzen in der Gefässwand liegen, eine solche ist, dass sie selbst mehr einen Theil der Gefässwandung, als das ganze Gefässrohr zu bilden scheinen, so dass diese Gefässe vielleicht eher durch neben einander her wachsende Zellen, als durch ein Hohlwerden der Zellkörper und Fortsätze entstehen (Taf. I. 46. 47.). Wie bei dem gleichen Vorgange im Gefässhof des bebrüteten Hühner-Eies ist auch hier nicht recht einzusehen, auf welche Weise bei einem solchen Vorgange der Verschluss des Gefässrohrs doch immer gleichmässig erfolgt; vielleicht umspinnen auch hier die vielen feinen Fortsätze das Lumen so, dass anfangs eine netzartige, später eine solide Membran daraus wird; oder es wird durch die Zellen nur die Richtung der Canäle angedeutet, während die Wandung derselben durch die Substanz des Schwanzes selbst gebildet wird.

Was die Entstehung der Lymphkörperchen betrifft, so findet dieselbe zweifellos auch hier durch Differenzirung des Zellinhalts zu einem oder mehreren rundlichen Körpern Statt, welche auf eine unbekante Weise in das Lumen ergossen werden (Taf. I. 46. b.). Diese Lymphgefässe anastomosiren an der Peripherie nie mit einander oder mit den Blutgefässen. Bewegte Körper habe ich nur höchst selten in ihnen gesehen, niemals gefärbte Blutkörperchen, sondern nur farblose runde Lymphkörperchen, welche von der äussersten Peripherie kamen, und höchst wahrscheinlich aus den zuletzt mit in den Bereich des Gefässes gezogenen Zellen herstammten; ihre Bewegung war eine langsame, stossweise; sie fingen sich häufig in den vielen kleinen Ausbuchtungen der Wandungen. Dass diese Gefässe ein farbloses Plasma führen.

welches aus den Blutgefässen durch die Substanz des Schwanzes in sie hineingelangt, lässt sich wohl annehmen; es ist kaum zu glauben, dass ihre Function mit der Bildung von wenigen Lymphkörperchen beendigt sein sollte.

Tertiäre Gefässbildung.

Sobald die Lymphgefässe die Peripherie fast erreicht haben, beginnt nun ein neues Entwicklungsleben an den Blutgefässen, und zwar von diesen selbst ausgehend; es treten sehr zahlreiche Ausläufer der Gefässwände auf, die anfangs solide feine Fäden, später ausgehöhlte meist spitzig zulaufende Auswüchse darstellen, und durch ihren Zusammenstoss und ihre Vereinigung zu neuen Gefässnetzen Anlass geben. Dies ist das Stadium, welches J. Meyer beobachtet und in allen seinen Nüancen so ausführlich historisch und kritisch bearbeitet hat, dass nichts zu thun übrig bleibt. Die Aushöhlung und Erweiterung dieser Sprossen wird hauptsächlich durch den Impuls der Blutsäule zu Stande gebracht, wovon man sich bei einiger Geduld durch directe Beobachtung überzeugen kann. Die Bildung von secundären Zellkörpern an den Theilungstellen (*generatio aequivoca?*) ist hier völlig zweifellos (Taf. I. 20.). Nicht so leicht ist dagegen zu entscheiden, ob nicht manche der sternförmigen Zellen noch mit in den Bereich der Gefässbildung gezogen werden; ich glaube allerdings, dass dies zuweilen geschieht, wenngleich die grösste Anzahl der jetzt sich entwickelnden Gefässe auf Rechnung der Gefässausläufer kommt, die in diesem Stadium in einer enormen Menge vorhanden sind, sich so rasch theilen und so reichlich verzweigen, dass allerdings die Einschaltung von Zellen zwischen sie und die Blutgefässe nicht nothwendig erscheint. Ausser diesen spitzen Gefässausläufern kommt noch auf andere Weise eine Vergrösserung des Canalsystems zu Stande durch eine rundlich kolbige Ausstülpung der Gefässwandungen, wodurch blindendigende kolbige Anhänge bedingt werden; in diesen häufen sich anfangs die Blutkörperchen an und stagniren hier zum Theil (Taf. I. 22.); je mehr diese Kolben jedoch erweitert werden, stellt sich in ihnen eine Art von Kreislauf her, indem die Blutkörperchen an der einen Wand entlang hineinflaufen, am Ende ihren Stoss auf den angesammelten Haufen fortpflanzen, und eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung an der andern Wand aus dem Kolben heraus veranlassen. Auf diese Weise kommt in einem solchen kolbigen Anhang ein Kreislauf wie in einer Gefässschlinge zu Stande, ja es scheint sogar, als wenn ein solcher Kolben durch das Auftreten einer Zwischenwand in der Mitte wirklich zu einer Gefässschlinge umgewandelt werden könne (Taf. I. 23.); freilich lassen solche Bildungen auch eine andere Deutung zu, nemlich, dass sie nur eine zufällige Form einer äusserst nahen Anastomose darstellen; doch sind diese Formationen sehr häufig. — Noch eine andere Art von Gefässschlingenbildung kommt hier vor: der spitz auslaufende Gefässfortsatz kann sich nämlich in dasselbe Gefäss, von welchem er ausgegangen ist, wieder einsenken (Taf. I. 24.); es entsteht hiedurch ein Kreis, der anfangs noch theilweise solide ist, später aber einen Kreiscanal, eine Gefässschlinge eigner Art darstellt. Wir kommen später bei der Gefässknäulgeschwulst noch wieder auf die Entwicklung der Gefässschlingen zurück.

Dass in diesem Stadium im Schwanze noch neue Blutkörperchen gebildet werden,

scheint mir aus manchen Bildern sehr wahrscheinlich. Man findet nämlich in der Nähe von Gefäßausläufern recht häufig eine Menge höchst unregelmässiger rundlicher, theils zusammenklebender und verschmolzener Blutkörperchen, die gewöhnlich kleiner sind, als die im Kreislauf befindlichen, frei in der Substanz des Schwanzes liegend (Taf. I. 24. a.); daneben treten auch glänzende gleichgrosse und gleichgeformte zellenartige farblose Körper auf, welche als Vorstufen dieser Blutkörperchen gelten können (24. b.). Ich habe diese Bildungen anfangs für Extravasate in die weiche gallertige Substanz genommen, wie sie bei diesen sehr empfindlichen Thierchen sehr leicht vorkommen können, wenn sie lange im Zimmer gehalten werden, wobei ihre Blutbildung theils modificirt, theils auch der Kreislauf erheblichen Störungen unterworfen ist. Seit ich jedoch ganz dieselben Erscheinungen an völlig frischen Thieren sah, neige ich mich der Ansicht zu, dass hier vielleicht auch eine Neubildung von gefärbten Blutkörperchen aus farblosen glänzenden homogenen Zellen frei in der Substanz vorliege, wobei es freilich etwas räthselhaft erscheint, wie dieselben in den Kreislauf gelangen sollen; vielleicht geschieht dies so, dass sie von einem Fortsatz getroffen werden, welcher mit ihrer Zellwandung verschmilzt, zum Canal ausgedehnt wird und sie so in den Blutstrom hineingelangen lässt.

Eine Theilung der bereits im Kreislauf bewegten Blutkörperchen habe ich hier ebenso wenig wie im bebrüteten Hühner-Ei und bei Natterembryonen, die mir später zur Beobachtung kamen, gefunden. Remak meint, man dürfe nicht erwarten, die Theilungsformen hier haufenweise zu finden; dies kann ich durchaus nicht für richtig halten; überall wo ich bei lebhafter Production (besonders in Geschwülsten) Theilung der Zellen beobachtete, waren die in Theilung begriffenen Zellen häufiger als die ausgebildeten Formen.

Die Folgen der Bluterkrankungen, welche die Froschlarven bei Entbehrung passender Nahrung und bei längerem Aufenthalt im Zimmer zeigen, habe ich ebenso wie Remak beobachtet: einerseits treten nemlich braune Pigmentkörner in den Blutkörperchen, auch Fetttropfen in den Capillaren auf; andererseits findet man bei dem sehr verlangsamten Kreislauf und bei dem sich entwickelnden Hydrops eigenthümlich zusammengeballte Blutkörperchen im Herzen und in der Leber, welche völlig den s. g. Blutkörperchen haltigen Zellen entsprechen. Die Blutkörperchen nehmen hierbei eine mehr rundliche Form und eine intensiver rothgelbe Farbe an, und umgeben sich zu einzelnen rundlichen Häufchen von sechs bis acht mit einer homogenen Substanz, welche allerdings oft täuschend das Bild einer umhüllenden Zellmembran darbieten kann.

Blutkörperchen haltige Zellen.