

Aus dem zoologisch-vergleichend-anatomischen Institut
der Universität Zürich.

Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Blutgefässsystems bei *Tubifex tubifex* (Müll.).

Von

FRIEDA MEYER.

(Als Manuskript eingegangen am 25. April 1915.)

Nachstehendem kurzen Auszug liegen Untersuchungen zugrunde, die am zoologisch-vergleichend-anatomischen Institut unter der Leitung der beiden Herren Professoren Dr. Arnold Lang und Dr. Karl Hescheler ausgeführt worden sind. Die vollständige als Dissertation der hohen philosophischen Fakultät II der Universität Zürich eingereichte Arbeit wird in der „Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft“ erscheinen.

Auch an dieser Stelle möchte ich dankbar meiner hochverehrten Lehrer gedenken.

Topographie des Blutgefässsystems. Beim erwachsenen *Tubifex tubifex* (Müll.) sehen wir folgende Anordnung der Blutgefäße: Dorsal vom Darm verläuft von hinten nach vorn das Rückengefäß; in zwei Dritteln des Körpers liegt es dem Darm nahe auf; im Vorderende, vom IX. Segmente an, liegt es frei im Coelom. Im Kopfsegment gabelt sich das Rückengefäß, zieht unter dem Gehirn auf die Bauchseite, wo es in die Gabeläste des Bauchgefäßes übergeht. Die letzteren vereinigen sich im III. Segment (die Numerierung der Segmente betrifft die borstentragenden Segmente, welche auf das Kopfsegment folgen) zum einheitlichen Bauchgefäß, welches frei unter dem Darm bis zum äussersten Hinterende verläuft und hier in das Rückengefäß übergeht. Den eigentlichen Übergang bildet ein Sinus mit weiten Kammern.

Parallel den beiden Hauptgefässstämmen verlaufen, dem Darmlumen anliegend, erweiterte Abschnitte des Darmlumensinus: das Supraintestinalgefäß und das Subintestinalgefäß.

Der Darmlumensinus behauptet sich vom Hinterende an bis zum

VI. Segment. Die Supra- und Subintestinalgefäße verstreichen nach vorn und hinten zu, sie gehen im Darmblutsinus auf. Das Subintestinalgefäß findet sich nur im ersten Drittel des Wurmes. Im VIII. Segment steht das Bauchgefäß durch einen dünnen Seitenzweig mit dem Subintestinalgefäß in Verbindung.

Seitenschlingen sind in jedem Segment ein Paar vorhanden. Sie verbinden meist die zwei grossen Längsgefäße.

Im VIII. Segment gehen die Seitenschlingen — und zwar in Form pulsierender Ampullen — vom Supraintestinalgefäß aus und treten zu Beginn des IX. Segmentes in das Bauchgefäß ein.

Auch in einigen Segmenten nach dem IX. verbinden die Seitenschlingen das Supraintestinalgefäß mit dem Bauchgefäß.

Histologisches.

Was die Wandungen der Gefäße und die des Sinus anbetrifft, so finden wir an den Hauptgefäßen nur Ringmuskulatur, am Sinus — dementsprechend auch an den Supra- und Subintestinalgefäßen — Ring- und Längsmuskulatur. Ebenso liegen einige Längsmuskulaturbänder der Ringmuskulatur der pulsierenden Seitenschlingen auf.

Nirgends sah ich ein Endothel, das die Gefäße innen auskleidete; auch konnte ich keine Intima konstatieren.

Embryologische Untersuchungen.

Die Befunde entsprechen fast schematisch den theoretischen Ausführungen von Arnold Lang. Die aus dem Darm herausdiffundierende Flüssigkeit drängt die Splanchnopleura vor sich her, so dass auf diese Weise ein neuer Spaltraum sui generis entsteht: die erste Komponente des Blutgefäßsystems, der Darmblutsinus. In der späteren Entwicklung des Darmblutsinus strecken einzelne Darmepithelzellen, zuweilen auch die Ersatzzellen, Fortsätze durch den Darmblutsinus zur gegenüberliegenden Wandung und kammern ihn auf diese Weise in grössere und kleinere Abschnitte. Wahrscheinlich liegt hier eine Übergangsform zum eigentlichen Darmgefäßnetz vor. Schon früh findet sich auf der Bauchseite des Darmes eine stärkere Ansammlung von Blut; die Wandungen der zusammenschliessenden Coelomblasen werden dadurch etwas zurückgedrängt und lassen einen (im Querschnitt dreieckigen) Spaltraum frei — die Anlage des Bauchgefäßes. Vorübergehend bilden die verschmelzenden Wandungen der Coelomsäcke zwischen Bauchgefäß und Bauchmark ein Mesenterium.

Die Wandungen der Coelomblasen begrenzen das Bauchgefäß ventral, der dorsale Teil der Wandung wird noch vom Darmepithel repräsentiert. Allmählich rücken die Coelothelwandungen zusammen, das Gefäß schnürt sich ab und verläuft frei im Coelom. Seine Wandung wird ausschliesslich vom Coelothel gebildet.

Durch starke Kontraktion (bei der Fixierung) legt sich die Splanchnopleura dem Darmepithel an. Der Darmblutsinus ist dann meist nur noch als ein äusserst schmaler Spaltraum zwischen Darmepithel und Coelomblase zu konstatieren (zuweilen kommt er zum vollständigen Verschwinden). Bald nach dem ersten Auftreten des Bauchgefäßes sieht man rechts und links vom Darm Erweiterungen des Darmblutsinus, die Lateralgefässe. Diese erweisen sich als die doppelte Anlage des Rückengefäßes. Sie rücken allmählich aufwärts der dorsalen Seite des Darmes zu und verschmelzen hier zum einheitlichen Rückengefäß. Bis zu diesem Zeitpunkt werden die Wandungen der Lateralgefässe von der Splanchnopleura einerseits und dem Darmepithel andererseits gebildet. Die Wandungen der dorsal zusammenstossenden Coelomblasen bilden vorübergehend ein Mesenterium.

Das Rückengefäß kann, je nach dem Alter des Embryo, bis weit nach vorn in dem doppelten Zustande verharren. (Die Gefäßbildung geht von vorn nach hinten vor sich.) Nach der Abschnürung verläuft das Rückengefäß frei im Coelom, nahe über dem Darm; auch dann werden die Wandungen nur vom Coelothel gebildet.

Solange das Rückengefäß noch in seiner doppelten Anlage vorhanden ist, sieht man bald rechts, bald links die Seitenschlingen abgehen, deren Wandungen eine direkte Fortsetzung derjenigen der Lateralgefässe sind. Auf frühen Stadien ist die Entstehung der Seitenschlingen aus den Spalträumen zwischen den aufeinanderfolgenden Coelomblasen deutlich zu beobachten.

Somit würde also das Blutgefäßsystem bei *Tubifex tubifex* (Müll.) auf Embryonalstadien aus folgenden Komponenten bestehen: aus dem Darmblutsinus, den Septalsinussen (Seitenschlingen) zwischen den aufeinanderfolgenden Coelomblasen und den Mesenterialsinussen (die beiden Längsgefässe), d. h. „Verlängerungen des Darmsinus in sagittaler Richtung“ (Lang) zwischen den Coelomsäcken der rechten und linken Seite.

In den Gefässen finden sich Blutzellen, entweder frei im Lumen flottierend oder der Wandung anliegend. Ich glaube, dass die Blutzellen bei der Bildung der Blutgefässe miteingeschlossene Mesenchymzellen sind. Der tatsächliche Nachweis ist natürlich schwer zu erbringen; indessen habe ich auch in der Literatur entsprechende

Angaben gefunden (Gungl, Freudweiler, Sterling). Die Blutzellen vermehren sich durch einfache Zweiteilung.

Ausser einzelnen Blutzellen finden sich auch Derivate derselben, kompakte Gebilde, welche dazu dienen, das Blut am Zurückfliessen zu verhindern: die Klappen und der Herzkörper. Über den letzteren konnte ich wenig in Erfahrung bringen. Schon De Bock sagt, dass der Herzkörper bei *Tubifex rivulorum* (identisch mit *Tubifex tubifex* (Müll.)) nicht immer vorkommt und sehr variabel ist. Meist besteht er aus einzelnen Zellen oder kleinen Zellgruppen. Bei erwachsenen *Tubifex tubifex* (Müll.) sah ich kleine Gruppen von Zellen, welche ein hellgranuliertes Plasma und einen grossen dunklen Kern aufwiesen. Sie fanden sich stets auf der dem Darmrohr genäherten Seite des Rückengefässes.

Bei Embryonen sah ich öfter (auf Quer- und Längsschnitten) hintereinanderliegende grosse helle Zellen im Lumen des Rückengefässes (entsprechend der schematischen Abbildung bei De Bock). Schon in den Lateralgefässen findet sich vereinzelt diese Art Zellen. Ich glaube mit De Bock, dass es umgewandelte Blutzellen sind, die sich dann festsetzen, wenn ein temporärer Verschluss des Gefässes erforderlich scheint. Ich habe in diesen Zellen keinerlei Einschlüsse beobachtet und glaube, dass sie wenigstens bei *Tubifex tubifex* (Müll.) ausschliesslich die Funktion einer Klappe haben, ebenso wie die eigentlichen Klappen. Es finden sich zwei Klappen, je eine rechts und links vom Darm an der Übergangsstelle vom Supraintestinalgefäss zu den pulsierenden Seitenschlingen. Die Klappen ragen in das Lumen der Seitenschlingen hinein. (Je nach dem Zeitpunkt der Fixierung erscheinen die Klappen in den Präparaten entweder in die Länge gestreckt parallel zu der Wandung der Seitenschlinge oder gedrunken, rundlich der Kommunikationsöffnung vorgelagert.) Die Klappen bestehen aus einer fein gestrichelten Plasmamasse, in der Kerne liegen, welche eine grosse Ähnlichkeit mit denjenigen der Blutzellen aufweisen. Bei Färbung mit Eisenhaematoxylin sieht man in den Klappen feine, tiefschwarze Linien auftreten — Myofibrillen, wie sie auch Vejdovsky in den Klappen von *Dendrobaena* beobachtet hat.

Wann die Klappen funktionsfähig werden, konnte ich an Hand der Präparate nicht entscheiden, aber einige Phasen ihrer Entstehung konnte ich feststellen. Es handelt sich auch hier wieder um einzeln auftretende Zellen, die dann an bestimmter Stelle, eben in den pulsierenden Seitenschlingen sich mit feinen Plasmafortsätzen festheften. Die Zellkerne vermehren sich durch einfache Teilung wie die der

Blutzellen, aber das Plasma bleibt vereinigt und bildet sich allmählich zur Klappe um.

Meinen Untersuchungsergebnissen zufolge ergibt sich der Schluss, dass das Blutgefäßsystem bei *Tubifex tubifex* (Müll.) aus Spalträumen zwischen Darmepithel und Splanchnopleura und zwischen den Wänden der einzelnen Coelomsäckchen entsteht. Die Wandungen werden vom Coelothel gebildet, welches sich durch Delamination teilweise in Muskulatur und Chloragogenewebe verwandelt.

Die intravasalen Gebilde sind frühzeitig eingewanderte sekundäre Mesenchymzellen, infolgedessen ebenso wie die Wandungen mesodermalen Ursprunges.
