



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Entwicklung und Differenzierung der Schwimmblase beim
Seepferdchen *Hippocampus reidi* (Ginsburg 1933) innerhalb
der ersten Lebenstage unter verschiedenen
Fütterungsbedingungen.

verfasst von

Yvonne Schöll

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 439

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Zoologie

Betreut von:

Ao. Univ.- Prof. Mag. Dr. Manfred G. Walzl

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	5
2. Abstract	6
3. Einleitung.....	7
3.1 Seepferdchen allgemein.....	7
3.2 Aufbau und Funktion der Schwimmblase bei Knochenfischen.....	8
3.3 Aufbau und Bestandteile des Schwimmblasenkomplexes bei Seepferdchen.....	9
3.4 Die Nachzucht von Seepferdchen im Haus des Meeres und das Ziel dieser Arbeit .	11
4. Material und Methoden.....	13
4.1 Studienobjekt, <i>Hippocampus reidi</i> (Ginsburg 1933)	13
4.2 Sammeln der Tiere	14
4.3 Histologie, Einbettung und Auswertung	14
4.4 Sektion eines adulten <i>H. reidi</i> Individuums.....	15
5. Ergebnisse	17
5.1 Aufzucht und Brutausfälle innerhalb der ersten vier Tage nach dem Schlüpfen unter unterschiedlichen Fütterungsbedingungen.	17
5.2 Die Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes im Alter von 0 Stunden bis zum Alter von 12 Stunden nach dem Schlüpfen.....	17
5.3 Die Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes im Alter von 24 bis 96 Stunden nach dem Schlüpfen	29
5.4 Die Schwimmblase und ihre Blutgefäße beim adulten Individuum.....	39
6. Diskussion	41
7. Danksagung	46
8. Literatur	47
9. Curriculum vitae	51

1. Zusammenfassung

Hippocampinae gehören innerhalb der Knochenfische zur Familie der Syngnathidae. Sie sind rein marine Fische, bei denen das Weibchen die Eier in eine spezielle Bruttasche am Bauch des Männchens legt, welches die Eier austrägt. Die Jungfische sind beim Schlupf bereits weit entwickelt und ihr Aussehen entspricht einer Miniaturausgabe der adulten Tiere. Bei der Seepferdchenart *Hippocampus reidi*, welche im Atlantischen Ozean vom Cape Hatteras (USA) bis Rio de Janeiro heimisch ist, kommen relativ viele und kleine Jungtiere zur Welt, welche die ersten zwei Wochen pelagisch leben. *H. reidi* ist ein transienter Physostome. Bei der Geburt ist die Schwimmblase über den Ductus pneumaticus mit dem Vorderdarm verbunden, welcher sich innerhalb der ersten Tage des Lebens auflöst. In dieser Phase muss die lebenswichtige erste Befüllung der Schwimmblase von statten gehen. Ab dem Alter von 12 Stunden sind erste Anzeichen eines Degenerierens des Ductus pneumaticus zu erkennen. Sein Epithel wird im mittleren Teil dünner und unregelmäßiger. Bei der Aufzucht in Gefangenschaft hat die Art der Fütterung einen deutlichen Einfluss auf die Entwicklung und Überlebenschance der Jungtiere. Dies zeigt sich auch bei der Ausbildung des Schwimmblasenkomplexes. Der Ductus pneumaticus ist bei Tieren, die mit Mischzooplankton gefüttert wurden, im Alter von 72 Stunden in seinem mittleren Teil nur mehr als membranöse Hülle vorhanden, während bei Tieren gleichen Alters, welchen Artemien verfüttert wurden, der Ductus pneumaticus in seinem ganzen Verlauf noch deutlich vorhanden ist. Sein mittlerer Teil ist zwar schon wesentlich dünner als zuvor, aber er ist im ganzen Verlauf noch als ein einschichtiges, flaches Epithel vorhanden. Im Alter von 96 Stunden ist der Ductus pneumaticus bei den Tieren, welche mit Mischzooplankton gefüttert wurden, nicht mehr durchgängig und an manchen Stellen bereits völlig degeneriert. Im Gegensatz dazu ist er bei den mit Artemien gefütterten Individuen dieses Alters noch durchgängig. Durch die anatomische Untersuchung konnte somit eine raschere Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes bei Tieren, die mit Mischzooplankton gefüttert wurden, festgestellt werden.

2. Abstract

Within the Teleostei the Hippocampinae belong to the family of Syngnathidae, which are marine fish. The females deposit the eggs into a specialized brood pouch of the male. The juveniles are almost fully developed when they hatch. They look like small adults. As the juveniles of the seahorse species *Hippocampus reidi* are relatively small at their birth, the male releases a lot of babies at one hatch. The first two weeks after hatching, they live pelagic. *H. reidi* is a transient Physostome, which means that the swim bladder is connected with the fore gut by the Ductus pneumaticus at the birth. Since the Ductus pneumaticus becomes degenerate in the first days of life, the initial swim bladder inflation has to take place within this time. The first signs of the Ductus pneumaticus degeneration are visible at the age of 12 hours. Its epithelium gets thin and irregular in the middle part. In captive breeding there is also seen a significant influence on the development and survival chances of juveniles fed with different types of diet. This can also be seen in the formation of the swim bladder complex. At the juveniles age of 72 hours when they have been fed on Mischzooplankton, there is only a membrane in central parts of the Ductus pneumaticus left. At juveniles at the same age, which were fed on Artemia, the Ductus pneumaticus can still be seen clearly. Although the central part is significantly thinner than before, its total complex is still present as a single-layered, flat epithelium. At the age of 96 hours Mischzooplankton fed animals show already completely degenerated spots in their Ductus pneumaticus, while Artemian fed animals of the same age have a still consistent Ductus pneumaticus. So this anatomical study proves a quicker development of the swim bladder complex in animals raised with Mischzooplankton.

3. Einleitung

3.1 Seepferdchen allgemein

Hippocampinae sind rein marine Fische, welche in den tropischen und gemäßigten Meeren der Erde vorkommen. Sie gehören innerhalb der Knochenfische zur Familie der Syngnathidae. Der Körperbau der Seepferdchen ist einmalig unter den Fischen: kennzeichnend ist sowohl der muskulöse Greifschwanz, welcher zum Festhalten am Substrat dient, als auch ein aufrechter Schwimmstil. Ihre Rückenflosse verwenden sie beim Schwimmen als Antrieb und ihre paarige Kopfflosse zur Steuerung (Ziswiler 1976; Lourie et al. 1999; Kuitert 2000; Lourie 2003; Lourie et al. 2004; Nelson 2006; Helfman et al. 2009).

Seepferdchen sind Lauerjäger, die mit einem Röhrenmaul durch blitzartiges Vorschnellen einen Sog erzeugen und die Beute einsaugen. Die Nahrung der Seepferdchen besteht aus Invertebraten, die klein genug sind, um in das Maul eingesaugt zu werden (Giersberg & Rietschel 1986; Bergert & Wainwright 1997; Lourie et al. 1999; Kuitert 2000). Eine gute Tarnung verdanken Seepferdchen den Fortsätzen, welche über ihre ganze Körperoberfläche verteilt sind, wie auch der Fähigkeit, ihre Farbe der Umgebung anzupassen (Lourie et al. 1999; Foster & Vincent 2004).

Bei Seepferdchen ist die Fortpflanzung speziell: die Eier werden vom Weibchen in eine Bruttasche des Männchens abgelegt, in der die Jungtiere auch heranreifen. Bei der Geburt - beziehungsweise dem Schlupf - werden sie vom Männchen durch pumpende Kontraktionsbewegungen aus der Bruttasche in Richtung Wasseroberfläche freigelassen. Die kleinen Seepferdchen sind zu diesem Zeitpunkt schon relativ weit entwickelt. Ihr Aussehen entspricht weitgehend der Morphologie der adulten Tiere (Lourie et al. 1999; Kuitert 2000; Lourie et al. 2004; Mai 2008; Helfman et al. 2009). Seepferdchen sind vom Aussterben bedroht, da einerseits ihr natürlicher Lebensraum zerstört wird und andererseits mit Wildfängen Handel betrieben wird. Sie sind im Aquarienhandel erhältlich, finden in getrockneter Form als Souvenir Beliebtheit oder kommen in der chinesischen Medizin zum Einsatz. Diese Umstände ließen die Zahl der Seepferdchen drastisch

zurückgehen. Daher sind alle bekannten Seepferdchenarten im Appendix 2 des CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) als gefährdete Spezies enthalten (Lourie et al. 1999; Kuitert 2000; Foster & Vincent 2004; Lourie et al. 2004; Koldewey 2005; Helfman et al. 2009).

3.2 Aufbau und Funktion der Schwimmblase bei Knochenfischen

Die Schwimmblase der Teleostei ist ein Hohlorgan, welches primär eine hydrostatische Funktion hat. Sie entwickelt sich während der Ontogenie aus der dorsalen Wand des Vorderdarmes (Romer 1976; Ziswiler 1976; Giersberg & Rietschel 1986; Fiedler 1991; Eckert 2002; Penzlin 2005). Die Schwimmblase kann ein- oder zweikammrig vorliegen. Die zwei Kammern können entweder durch eine einfache Einschnürung zustande kommen oder durch eine Abtrennung mittels eines Diaphragmas. Dieses ist durch Sphinktermuskulatur variierbar. Es entsteht eine vordere Kammer (Vesica natatoria propria), wo sich der Großteil der Gase befindet und eine oft kleinere hintere Kammer (Praevesica), welche meist der Gasresorption dient (Romer 1976; Ziswiler 1976; Giersberg & Rietschel 1986; Fiedler 1991).

Knochenfische haben verschiedene Grundmuster im Aufbau des Schwimmblasenkomplexes. Bei Physostomen bleibt die Schwimmblase zeitlebens mittels Ductus pneumaticus mit dem Verdauungstrakt verbunden, durch welchen Gase in die Schwimmblase aufgenommen oder abgegeben werden können. Hingegen ist bei Physoclisten entweder kein Ductus pneumaticus vorhanden, oder er wird in der Frühentwicklung zwar angelegt, aber nach einiger Zeit rückgebildet. Diese Fische werden dann als transiente Physostomen bezeichnet. Bei Physoclisten ist die hintere Kammer der Schwimmblase meist kleiner als die vordere Kammer und besteht bei einigen Fischarten nur aus einer zarten, flachen Tasche, welche als hinteres Gefäßorgan oder auch Oval bezeichnet wird. Es ist von zahlreichen Kapillaren durchzogen und dient der Gasresorption (Jacobs 1940; Romer 1976; Ziswiler 1976; Giersberg & Rietschel 1986; Penzlin 2005). In der vorderen Kammer ist ein Teil des Epithels als sogenannte Gasdrüse differenziert, welche der Gassekretion dient. Aufgrund der starken Durchblutung wird dieser Bereich

auch als roter Körper bezeichnet. Die Gasdrüse ist in der Regel cranial- ventral in die Schwimmblasenwand eingesenkt (Jacobs 1940; Penzlin 2005). Vor der Schwimmblase befindet sich das Rete mirabile, ein arteriovenöses Kapillarnetz, welches aus dicht nebeneinander parallel verlaufenden Kapillaren besteht, die in die Gasdrüse einmünden und sie mit Blut versorgen (Jacobs 1940; Eckert 2002; Penzlin 2005; Berenbrink 2007).

Über die Ateria coeliaca und das Rete mirabile wird die Gasdrüse mit sauerstoffreichem Blut, welchem Glucose und Natriumbicarbonat beigemischt sind, versorgt. Die Glucose diffundiert in die Zellen der Gasdrüse hinein. Zu Beginn der Sekretion wird die Glucose in Milchsäure umgewandelt, wodurch das Blut angesäuert wird. Aufgrund dieser Ansäuerung wird Sauerstoff, welcher an Hämoglobin gebunden ist, frei und Natriumbicarbonat wird in Kohlendioxid umgewandelt. Es steigt die Spannung der Gase im Blut und sie diffundieren in das Lumen der Schwimmblase hinein (Ball et al. 1955; Ziswiler 1976; Giersberg & Rietschel 1986; Fiedler 1991; Eckert 2002; Penzlin 2005). Das Rete mirabile basiert auf einem Gegenstromprinzip. Dadurch werden der verbleibende Sauerstoff und das Kohlendioxid nicht abtransportiert, sondern können leicht durch die Wände der parallel verlaufenden Kapillaren diffundieren und so zur Erhöhung von Kohlendioxid und Sauerstoff im Blut beitragen (Ball et al. 1955; Ziswiler 1976; Eckert 2002; Penzlin 2005; Berenbrink 2007).

3.3 Aufbau und Bestandteile des Schwimmblasenkomplexes bei Seepferdchen

Seepferdchen sind transiente Physostomen, die bei der Geburt einen durchgängigen Ductus pneumaticus haben. Der Ductus pneumaticus, welcher im vorderen Darmbereich ansetzt, zieht entlang der Schwimmblase und mündet von posterior in sie ein (Rauther 1925; Jacobs 1938; Manzini 2010). Diese Verbindung dient bei transienten Physostomen ausschließlich einem ersten Luftfüllen der Schwimmblase. Im Laufe der Entwicklung zum Adulttier geht der Ductus pneumaticus jedoch verloren (Rauther 1925; Jacobs 1938). Das hat zur Folge, dass Gase nur innerhalb einer bestimmten Zeitspanne in die Schwimmblase gelangen können (Jacobs 1940; Jones & Marshall 1953). Bei der Aufzucht von Fischlarven ist diese Zeit eine kritische Phase, da bei Versäumen einer rechtzeitigen Inflation der

Schwimmbase, - bevor der Ductus pneumaticus verschwindet - die Tiere sich anormal entwickeln. Die Erstbefüllung der Schwimmbase ist also für die weitere Entwicklung der Jungfische ausschlaggebend (Chatain 1989; Demska-Zakes et al. 2003). Beim Luftschlucken nach der Geburt genügt schon eine kleine Gasmenge, um die Gassekretion zu initiieren (Jacobs 1938). Sobald das erste Luftschlucken erfolgt ist, beginnt sich das Lumen der Schwimmbase kontinuierlich zu vergrößern und mit Gas zu füllen. Nach Füllung der Schwimmbase beginnt der Ductus pneumaticus von seinem mittleren Abschnitt ausgehend sich aufzulösen (Jacobs 1938; Manzini 2010). Bei Seepferdchen ist die Schwimmbase spindelförmig und liegt etwas rechts von der Mediane zwischen der Chorda dorsalis und dem Intestinum (Rauther 1925; Jacobs 1938; Manzini 2010). Die innerste Schicht der Schwimmbase besteht aus einem zarten Epithel, welches von einer lockeren Bindegewebsschicht umhüllt wird. Darauf folgt eine äußere, lamellöse, derbe Bindegewebsschicht, die Grenze zwischen diesen beiden Bindegewebsschichten sind aber nicht genau zu erkennen. Die äußerste Umhüllung der Schwimmbase ist eine fibröse Hülle (Rauther 1925). Die Schwimmbase ist bei *Hippocampus* durch ein Diaphragma geteilt, welches aus der lamellosen und der inneren Bindegewebsschicht gebildet ist und am inneren Rand einen glatten Sphinktermuskel aufweist (Rauther 1925). Die Gasdrüse liegt in der Schwimblasenwand der vorderen Kammer, wobei sie sich auf der linken Seite weiter nach hinten erstreckt als auf der rechten Seite (Rauther 1925). Das Rete mirabile liegt vor der Schwimmbase und seine Kapillaren ziehen in die Gasdrüse hinein. Durch die Ateria coeliaca wird das Rete mirabile mit Blut gespeist und der Abfluss des Blutes erfolgt über die Vena portae (Rauther 1925). Die hintere Kammer der Schwimmbase, welche auch als Oval oder hinteres Organ bezeichnet wird und der Gasresorption dient, ist vermutlich als Abkömmling des Ductus pneumaticus entstanden. Sie wird von einem zarten Plattenepithel ausgekleidet und steht in lockerer Verbindung mit der angrenzenden Gefäßschicht, welche durch die Aorta mit Blut versorgt wird und über die Vena cardinalis das Blut abgibt (Rauther 1925).

Kurz nach dem Schlupf ist das Lumen der noch nicht gefüllten Schwimmbase eng und ihr Epithel ist von lockeren Bindegewebsschichten umhüllt (Jacobs 1938; Manzini 2010). Nach der Geburt umfasst die Gasdrüse noch den größten Teil des Epithels der Schwimmbase und das Rete mirabile ist vor der Schwimmbase zu sehen. Sobald sich

das Lumen der Schwimmblase durch die Gasfüllung vergrößert, beschränkt sich die Gasdrüse auf den anterioren Bereich der vorderen Schwimmblasenkammer und die Kapillaren des Rete mirabile ziehen von dorsal in die Gasdrüse ein (Manzini 2010). Kurz nach dem Schlupf weist die Schwimmblase noch keine Zweiteilung auf, wie dies bei adulten Tieren der Fall ist (Jacobs 1938; Manzini 2010). Erst bei älteren Tieren zeigt sich, an der Mündung des Ductus pneumaticus in die Schwimmblase, eine Verengung mit Sphinkter (Rauther 1925; Jacobs 1938).

3.4 Die Nachzucht von Seepferdchen im Haus des Meeres und das Ziel dieser Arbeit

Die kritischste Phase im Leben von Seepferdchen stellen die ersten Tage nach der Geburt dar. Bei der Nachzucht dieser gefährdeten Tierarten kommt es innerhalb dieser Zeit zu einer hohen Sterblichkeitsrate, deren Ursachen aber noch weitgehend ungeklärt sind. Zu diesem Thema gibt es verschiedene Theorien, die sich in der Regel in Krankheiten, Fehlverhalten oder falschem Futterangebot begründen.

Eine weitverbreitete Ursache für einen hohen Ausfall von Jungtieren ist die Gasblasenkrankheit, bei der es zu einer starken Überfüllung der Schwimmblase kommt. Erkrankte Tiere zeigen aufgeblähte Bäuche und treiben an der Wasseroberfläche, wo sie dann sterben. Wooten (2003) vermutet als Ursache dieser Überfüllung eine bakterielle Infektion oder eine Gasübersättigung im Wasser. Woods (2000) beschreibt als möglichen Faktor Stress, wodurch es zu Hyperventilation bei den Jungtieren kommt. Als weitere Möglichkeit gibt Woods (2000) ein ungewolltes Luftschlucken bei der Futteraufnahme von Artemien an. Da die Nauplien der Artemien phototaktisch sind und sich deshalb an der Wasseroberfläche, dem Licht zugewandt, aufhalten, verschlucken die Jungfische beim Fressen nicht nur ihre Nahrung sondern auch Luft. Durch eine seitliche Beleuchtung des Aquariums konnte Woods (2000) bei *Hippocampus abdominalis* Jungtieren das Risiko des Luftschluckens vermindern und eine höhere Überlebensrate bewirken. Bei der Nachzucht von Seepferdchen sind Artemien aufgrund ihrer leichten Kultivierung ein beliebtes Futtermittel, obwohl sie ein schlechter Ersatz für die nährstoffreicheren Mysidaceen und Garnelen sind. Dies zeigt sich in geringeren Reproduktionsraten in der Folgegeneration und auch in schwächeren Jungtieren (Kuitert 2000).

Tiere, die nicht ausschließlich mit Artemien gefüttert werden, entwickeln sich besser und es gibt weniger Brutausfälle. Vermutet wird ein niedrigerer Nährstoffgehalt der Artemien, was die optimale Entwicklung beeinträchtigt (Payne & Rippingale 2000; Willadino et al. 2012).

Bei der Nachzucht von *Hippocampus reidi*, im Haus des Meeres in Wien, gibt es eine hohe Jungensterblichkeit in den ersten Tagen nach der Geburt. Die Untersuchung von Manzini (2010) zeigte als Ursache für die hohen Brutausfälle eine Überfüllung der Schwimmblase, welche möglicherweise in Zusammenhang mit einer Fütterung mit Artemien steht. Seit einiger Zeit wird aber auch Mischzooplankton verfüttert, wodurch ein positiver Effekt auf die Überlebensrate der Jungtiere erzielt wurde (Abed-Navandi pers. Mitt. 2013). Trotzdem sterben weiterhin viele Jungtiere, obwohl es in letzter Zeit keine deutlichen Anzeichen einer Überfüllung der Schwimmblase gibt.

Das Ziel dieser Arbeit ist einerseits die genaue und chronologische Darstellung der Entwicklung der Schwimmblase von *H. reidi* in den ersten Tagen nach der Geburt, andererseits sollen die Auswirkungen unterschiedlicher Futtermittel auf die Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes bei Jungtieren untersucht werden. Da die Überlebensrate bei Tieren, die Mischplankton zu fressen bekommen, in der Regel höher ist als bei jenen, die ausschließlich mit Artemien gefüttert werden, ist ein möglicher Zusammenhang zwischen einer schnelleren Entwicklung und dem Futterangebot anzunehmen.

4. Material und Methoden

4.1 Studienobjekt, *Hippocampus reidi* (Ginsburg 1933)

Hippocampus reidi ist im Atlantischen Ozean vom Cape Hatteras (USA) bis Rio de Janeiro verbreitet (Lourie et al. 1999; Rosa et al. 2002; Lourie et al. 2004). Meist ist *H. reidi* auf Seegras, Macroalgen, Cnidaria, Porifera, Tunicata, Mangroven-Wurzeln oder Gorgonien zu finden, an welchen sie sich mit ihrem Greifschwanz festhalten. Sie leben in Tiefen von 15-55 Metern (Lourie et al. 1999, 2004). Die Grundfarbe variiert zwischen rot, orange und gelb bis hin zu schwarz, braun und grau. Zumeist sind außerdem weiße und braune Punkte über den Körper verteilt, deren stärkste Konzentration am Schwanz zu finden ist (Lourie et al. 1999, 2004). Die Größe der adulten Tiere beträgt 10-18 cm (Lourie et al. 1999). Zur Hauptnahrung zählen Nemathoden und Crustacea (Castro et al. 2008).

Es ist schon öfters gelungen, diese Art in Aquarien zu züchten, was den Druck auf die Wildbestände reduziert. Bei der Fortpflanzung im Aquarium beträgt die Paarungszeit etwa acht Monate und die Tragzeit rund zwei Wochen. Die Gelegegröße beträgt 150-1000 Eier, welche jeweils einen Durchmesser von rund 1,2 mm haben. Die Tiere sind beim Schlupf etwa 7mm lang (Vincent 1990; Foster & Vincent 2004). Die ersten zwei Wochen nach der Geburt leben die Jungtiere pelagisch, bevor sie zu einer benthischen Lebensweise übergehen. Ein Monat nach der Geburt beginnt sich die schwarze Farbe der Jungtiere in die gelblich, orangene Farbe der Adulten zu ändern (Hora & Joyeux 2009).

Die untersuchten Jungtiere stammen aus dem Haus des Meeres in Wien. Die Aufzucht erfolgte in einem speziellem Becken, dem Kreiselbecken, wo die Strömung im Kreis verläuft und dadurch das Futter in Suspension bleibt und die Jungtiere planktisch leben können ohne dass sie auftreiben, dadurch ist auch die Gefahr des Luftschluckens an der Wasseroberfläche geringer.

4.2 Sammeln der Tiere

Die in dieser Arbeit verwendeten *Hippocampus reidi* Jungtiere sind am 27.05.2012 um 5:20 im Haus des Meeres geschlüpft. Das Männchen hat binnen weniger Minuten mittels starker Pump- und Kontraktionsbewegungen etwa 820 Jungtiere auf die Welt gebracht. Die Jungtiere wurden abgesammelt und zwei Drittel dieses Wurfes in zwei verschiedene Kreiselbecken gegeben. Innerhalb der ersten 12 Stunden bekamen die Tiere kein Futter. Erst ab dem Alter von 12 Stunden wurde den Tieren in einem Becken ausschließlich Artemien- Nauplien geboten, während im anderen Becken Mischzooplankton bestehend aus Copepoden und Rotatorien verfüttert wurde. Das verbleibende Drittel wurde für eine Morphometrische Untersuchung im Rahmen einer anderen Diplomarbeit verwendet. Es wurden aus beiden Becken jeweils 2-3 Tiere im Alter von 0 (direkt beim Schlupf), 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72 und 96 Stunden gefangen. Ab dem Alter von 24 Stunden, wurden sowohl aus der mit Mischzooplankton gefütterten, als auch aus der Artemien gefütterten Gruppe jeweils 2-3 Tiere abgefischt, betäubt und fixiert. Die Betäubung erfolgte mittels Nelkenöl und die anschließende Fixierung mit 4% Formaldehyd.

4.3 Histologie, Einbettung und Auswertung

Im Department für Integrative Zoologie der Universität Wien erfolgte die Weiterbearbeitung. Die Nachfixierung erfolgte mit Bouin' scher Lösung (Mulisch & Welsch 2010). Die Proben wurden mit 70% Ethanol ausgewaschen und anschließend über eine aufsteigende Alkoholreihe (80%, 90% und 100%) entwässert. Anschließend wurde den Tieren mit einer Rasierklinge der Schwanz und der Kopf abgeschnitten, um sicherzustellen, dass die Infiltration möglichst gut funktioniert und die Breite des Diamantmessers nicht überschritten wird. Über das Intermedium Propylenoxid wurden die Proben in eine 1:1 Mischung von Propylenoxid und dem Kunstharz AGAR Low Viscosity überführt. Die Proben wurden über Nacht zum langsamen Abdampfen in den Abzug gestellt. Anschließend wurden die Tiere in Kunststoffformen in Agar LV- Resin orientiert und in innerhalb 16h bei 60 °C im Wärmeschrank ausgehärtet. Mit einem Microtom (Leica, Reichert Ultracut S) und mit Hilfe eines Diamantmessers (Diatome histo Jumbo) wurden Semidünnserienschnitte angefertigt. Die Schnittdicke war 1 oder 2µm. Die Auswertung und

Dokumentation dieser Schnitte erfolgte mit dem Mikroskop Nikon Eclips E 800. Mittels Adobe Photoshop CS5 wurden die Bilder für die Rekonstruktion mittels Amira 5.4.5 adaptiert.

4.4 Sektion eines adulten *H. reidi* Individuums

Ein rund 3 Jahre altes *H. reidi* Männchen wurde seziert und der Organsitus dokumentiert. Im Haus des Meeres wurde ein Männchen welches rund zwei Stunden nach dem Tod gefunden wurde, in 4% Formaldehyd fixiert. Im Department für Integrative Zoologie der Universität Wien erfolgte nach gründlichem Auswaschen des Fixativs die Sektion des Tieres. Der Schwimmblasenkomplex und seine Blutgefäße wurden untersucht. Um die untersuchten Strukturen freizulegen wurden die Knochenplatten des Seepferdchens mittels einer Knochensäge entfernt. Die Dokumentation erfolgte mit einem Fotobinokular, Nikon SMZ 1500.

5. Ergebnisse

5.1 Aufzucht und Brutausfälle innerhalb der ersten vier Tage nach dem Schlüpfen unter unterschiedlichen Fütterungsbedingungen.

Innerhalb der ersten 12 Stunden nach dem Schlüpfen ist bei den Jungtieren von *H. reidi* noch viel Dottermasse vorhanden. Innerhalb dieses Zeitraumes bekamen die Tiere noch kein Futter. In diesem Zeitraum wurden auch keine Todesfälle verzeichnet. Innerhalb der nächsten 12 Stunden wurden den Jungtieren zwei verschiedene Diäten verfüttert. Ein Futterkreisel enthielt ausschließlich Artemien- Nauplien, der andere Mischzooplankton. Das Resultat war eine verschieden hohe Todesrate (Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl der gestorbenen Individuen, der unterschiedlichen Fütterungsgruppen, innerhalb des Alters von 12 bis 96 Stunden. Im Alter von 0 Stunden waren pro Fütterungsgruppe rund 270 Jungtiere im Kreiselbecken vorhanden.

Zeiteinheit	Fütterung: Artemien- Nauplien	Fütterung: Mischzooplankton
12 Stunden	Keine Ausfälle	Keine Ausfälle
24 Stunden	14 Ausfälle	4 Ausfälle
48 Stunden	32 Ausfälle	4 Ausfälle
72 Stunden	17 Ausfälle	2 Ausfälle
96 Stunden	38 Ausfälle	4 Ausfälle

5.2 Die Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes im Alter von 0 Stunden bis zum Alter von 12 Stunden nach dem Schlüpfen

Der Schwimmblasenkomplex wurde anhand von Schnittserien in den Altersstufen von 0, 2, 4, 8 und 12 Stunden untersucht. Der Schwimmblasenkomplex liegt zum Zeitpunkt des Schlüpfens in der Körpermitte, der Ductus pneumaticus liegt im dorsal linken Bereich der Schwimmblase. Ab dem Alter von 2 Stunden ist ein verstärktes Wachstum der Tunika externa auf der rechten Seite zu beobachten, wodurch der Komplex asymmetrisch wird. Das Lumen der Schwimmblase, die Gasdrüse, der Ductus pneumaticus und das Rete

mirabile wird dadurch indirekt immer mehr auf die linke Seite des Komplexes verschoben.

Die Schichten der Schwimmblasenwand

Bereits direkt nach dem Schlüpfen (Alter von 0h) kann man bei der Wand der Schwimmblase eine Tunika interna und eine Tunika externa unterscheiden. Die dem Lumen der Schwimmblase zugewandte Tunika interna ist in starke Falten gelegt. Sie ist flach und einschichtig, wobei die vorderen zwei Drittel der Schwimmblasenwand von der Gasdrüse eingenommen werden. Die Tunika externa wird durch eine dicke Schicht lockeren Bindegewebes gebildet (Abb. 1a) und vom Peritoneum, einem einschichtigen Epithel aus flachen Zellen, umgrenzt. Ab dem Alter von 2 Stunden, nach dem ersten Luftschlucken zeigt die Tunika interna weniger starke Falten, das Lumen der Schwimmblase erscheint größer (Abb. 1b).

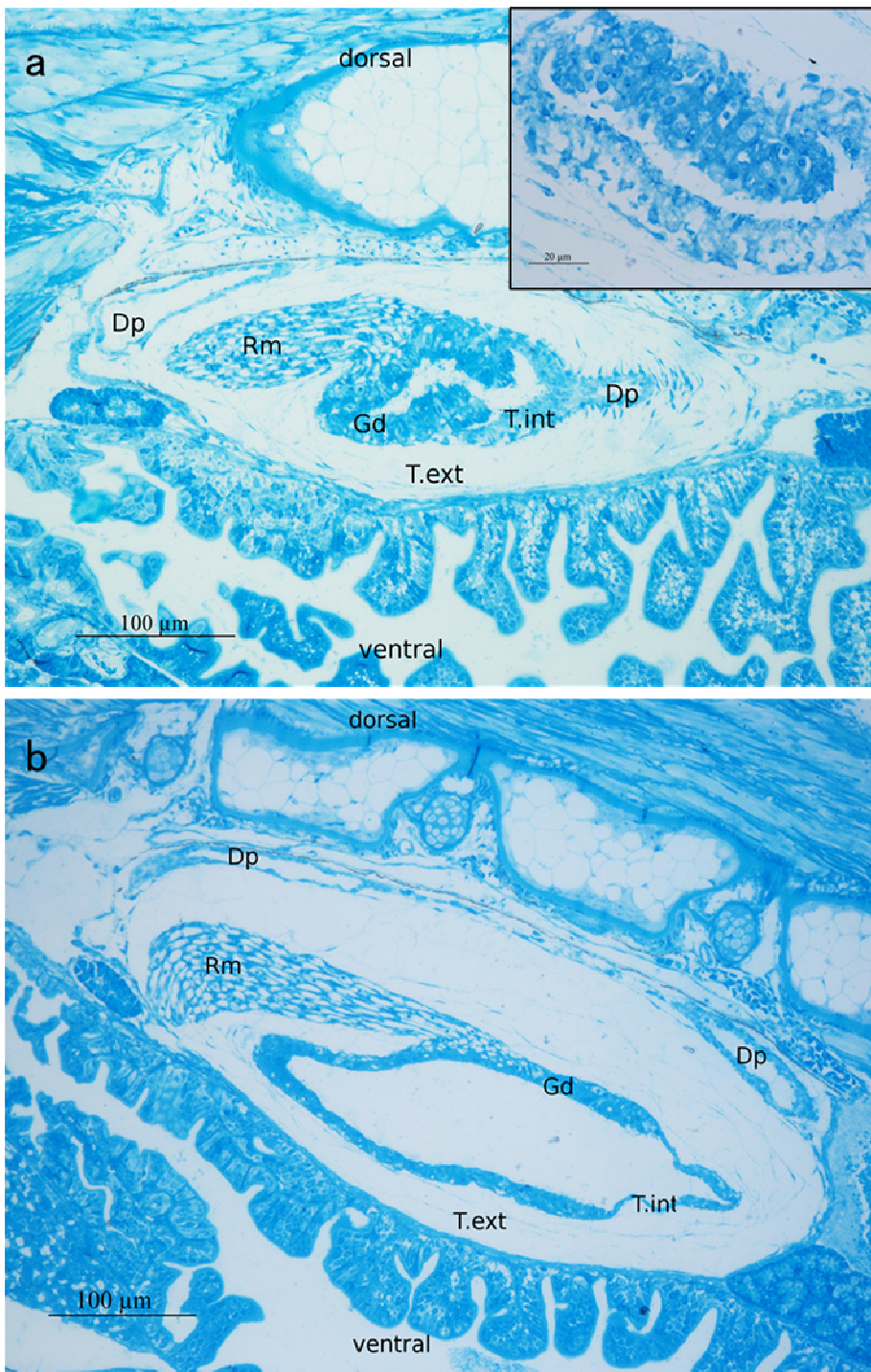


Abb. 1: Der Schwimmblasenkomplex von *H. reidi* **a)** Sagitalschnitt: 0 Stunden altes Jungtier. Das Lumen der Schwimmblase ist eng und die Tunika interna liegt in Falten, **Insert:** Starke Vergrößerung der gefalteten Tunika interna, **b)** Sagitalschnitt: 2 Stunden altes Jungtier. Das Lumen der Schwimmblase ist bereits erweitert und die Tunika interna kaum mehr gefalten. **Dp** Ductus pneumaticus; **Gd** Gasdrüse; **Rm** Rete mirabile; **T. int** Tunika interna; **T.ext** Tunika externa

Verlauf des Ductus pneumaticus

Der Ductus pneumaticus verläuft im Alter von 0 Stunden dorsal der Schwimmblase und links der Medianen. Zu diesem Zeitpunkt bildet er einen Gang mit deutlich durchgängigem Lumen (Abb.2a). Sein Epithel wird in diesem Alter im gesamten Verlauf aus kubischen Zellen gebildet (Abb. 3a, Abb. 3b, Abb. 4a, Abb. 4b). Er entspringt aus dem linken, dorsalen Bereich des drüsenarmen letzten Abschnitts des Vorderdarms, nahe der Mündung ins Intestinum. Die Einmündung in den posterioren Teil der Schwimmblase liegt ebenfalls etwas links der Körpermedianen. Bis ins Alter von 12 Stunden ist der Ductus pneumaticus in seinem gesamten Verlauf durchgängig. Ab dem Alter von 12 Stunden beginnt das Epithel des Ductus pneumaticus im mittleren Teil erste Anzeichen einer Degeneration der Zellen zu zeigen, es ist einschichtig und flach. Die Zellen sind unregelmäßig, geschrumpft und sie lösen sich aus dem epithelialen Zellverband. Der Rest des Epithels des Ductus pneumaticus ist wie zuvor, es besteht aus eng gepackten kubischen Zellen, nur im Ein- beziehungsweise Ausmündungsbereich sehen die Zellen anders aus. Kurz vor der Einmündung in die Schwimmblase sind die Zellen höher und das Epithel ist mehrreihig (Abb.5a). An der Ausmündung aus dem Vorderdarm ist das Epithel des Ductus pneumaticus einschichtig und besteht aus kubischen Zellen (Abb. 5b). Der Verlauf des Ductus pneumaticus ist im Alter von 2 bis 12 Stunden, ebenso wie bei 0 Stunden alten Tieren, links der Körpermitte.

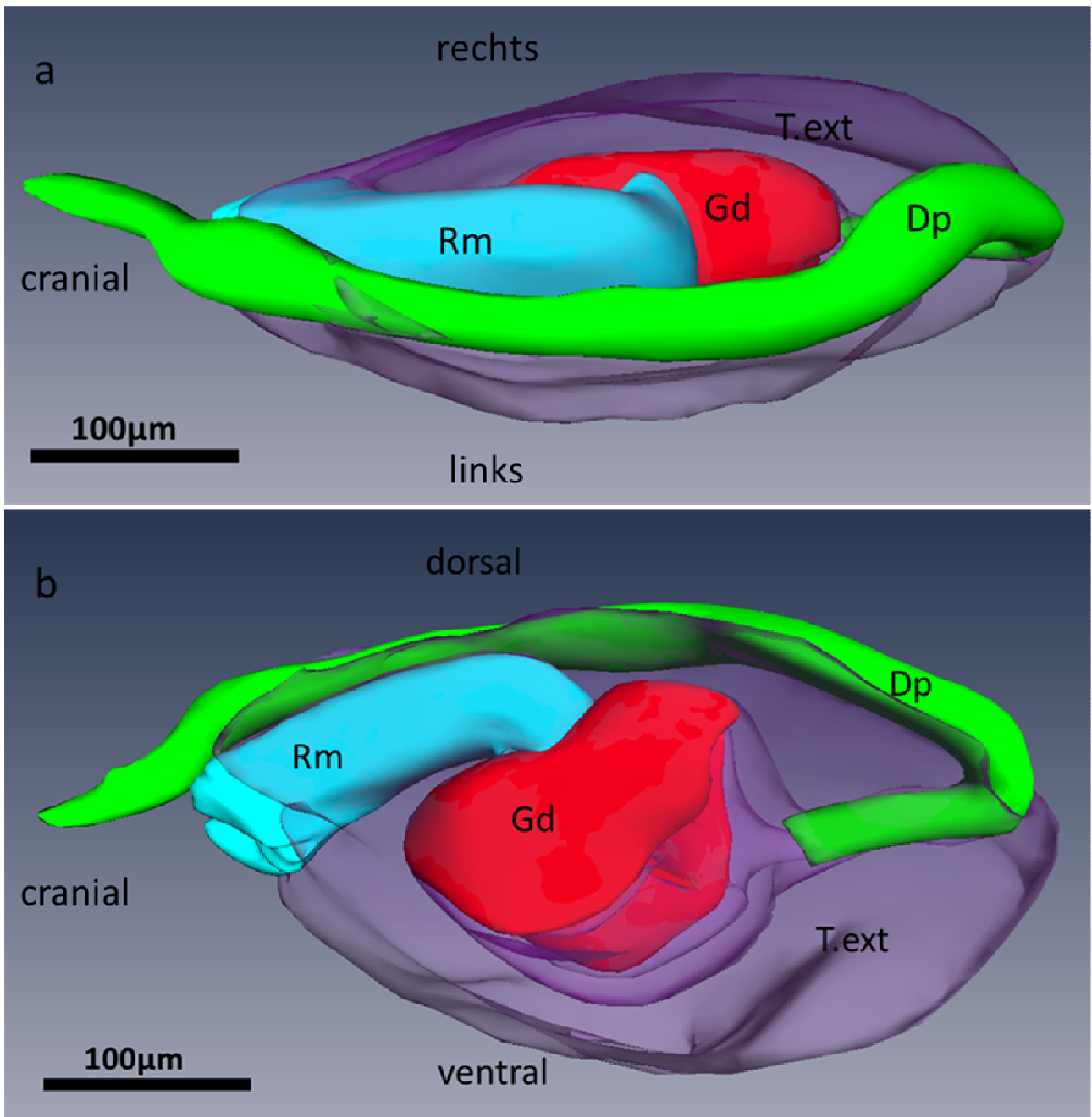


Abb. 2: Rekonstruktion des Schwimmblasenkomplexes eines 0 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres. **a)** Von dorsal betrachtet: Der Ductus pneumaticus verläuft dorsal der Schwimmblase und links der Medianen. **b)** Von links betrachtet. Die Gasdrüse bedeckt zwei Drittel der Schwimmblase. Die Gasdrüse befindet sich sowohl links als auch rechts des Schwimmblasenlumens, eingebettet in die Tunika interna. **Dp** Ductus pneumaticus; **Gd** Gasdrüse; **Rm** Rete mirabile; **T.ext** Tunika externa

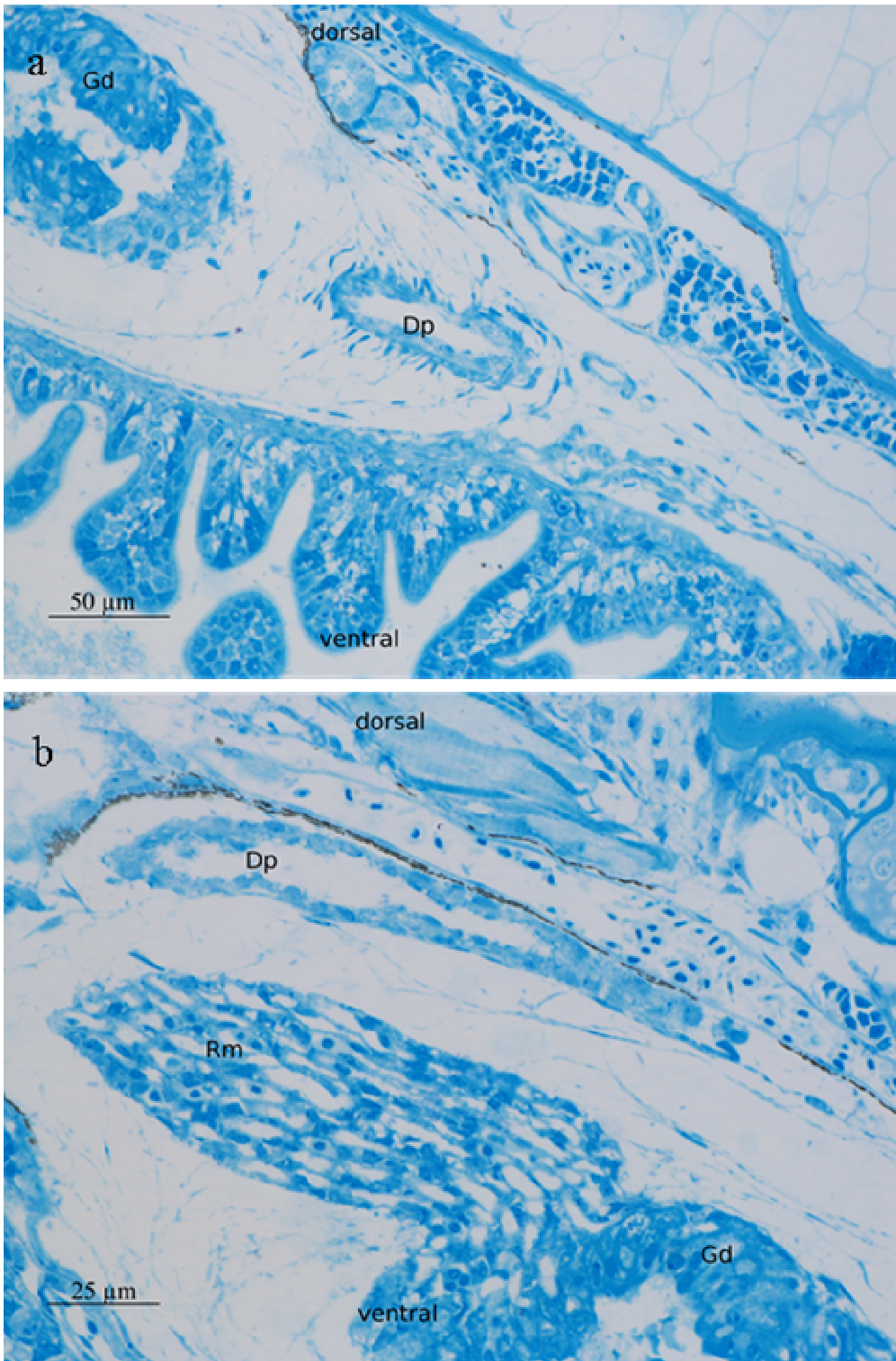


Abb. 3: Ductus pneumaticus eines 0 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres. **a)** Sagitalschnitt: Anschnitt des Ductus pneumaticus kurz vor der Einmündung in den hinteren Teil der Schwimmblase, **b)** Sagitalschnitt: Teil des Ductus pneumaticus welcher sich im vorderen Schwimmblasenbereich befindet. **Dp** Ductus pneumaticus; **Gd** Gasdrüse; **Rm** Rete mirabile

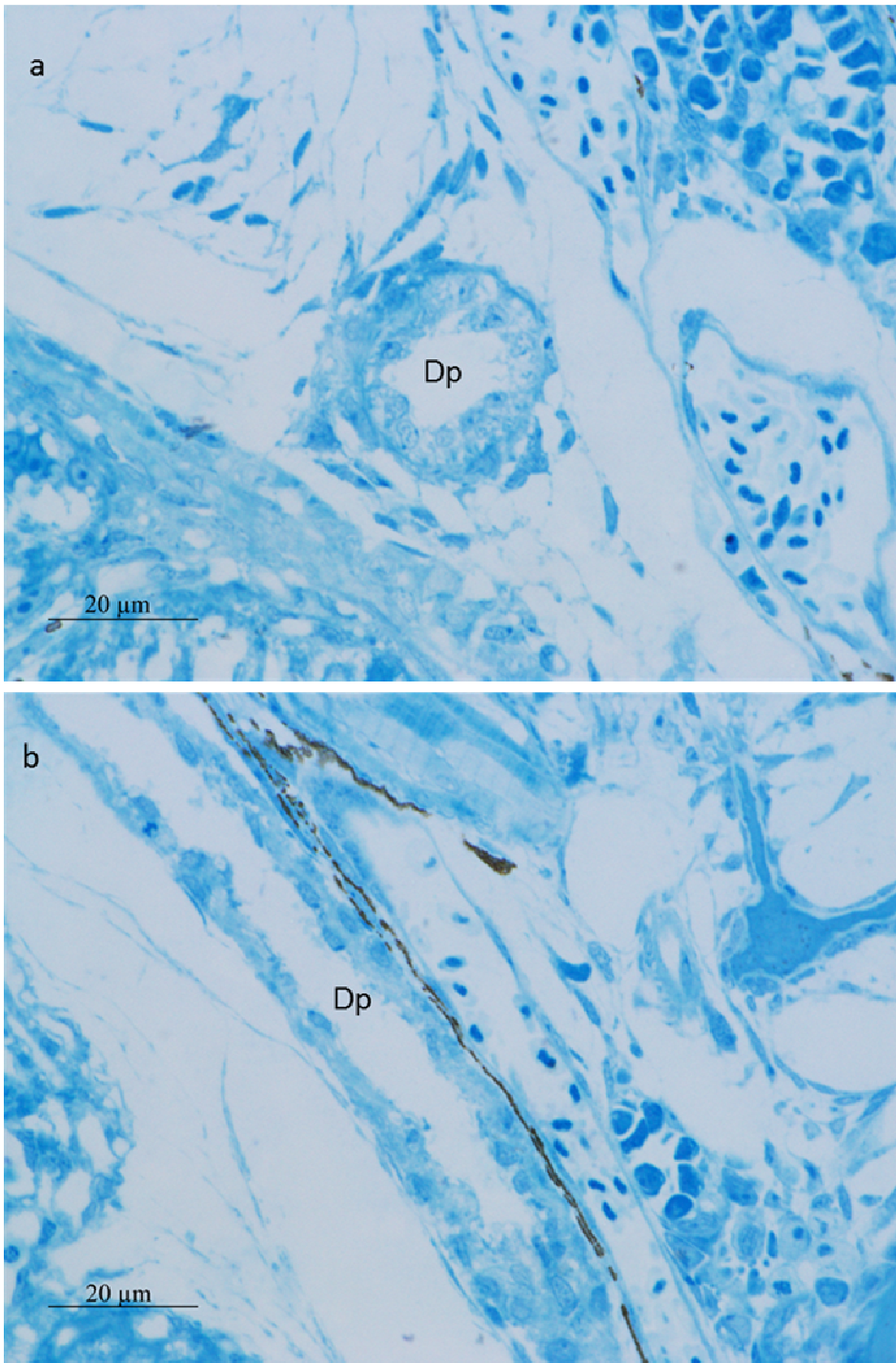


Abb. 4: Die Wand des Ductus pneumaticus im Detail, eines 0 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres. **a)** Querschnitt des Ductus pneumaticus vor der Einmündung in die Schwimmblase, **b)** Sagittalschnitt des Ductus pneumaticus im mittleren Bereich seines Verlaufes. **Dp** Ductus pneumaticus

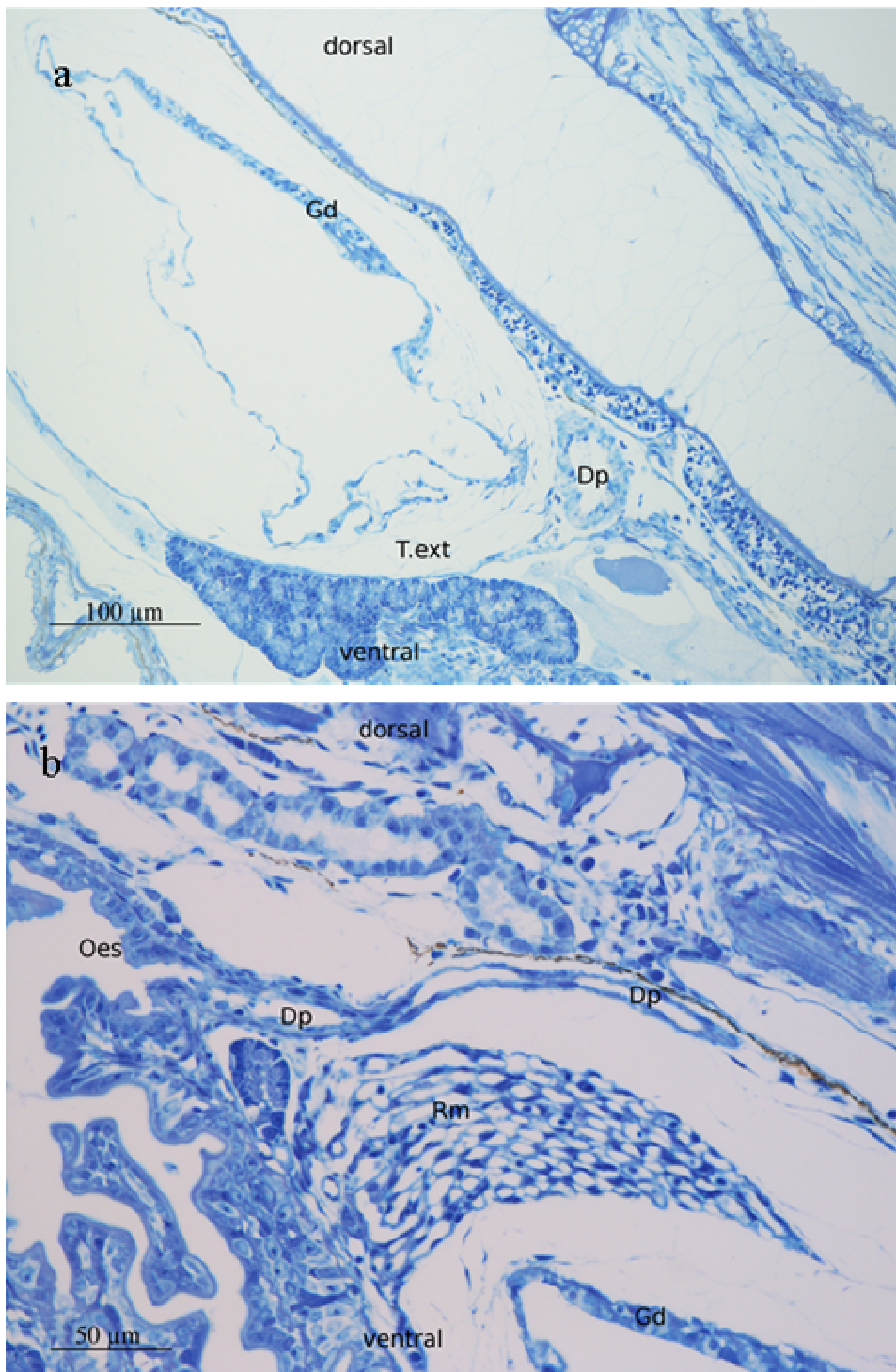


Abb. 5: Ductus pneumaticus eines 8 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres **a)** Sagitalschnitt des posterioren Bereichs der Schwimmblasenwand und Querschnitt des Ductus pneumaticus: Anschnitt des Ductus pneumaticus nahe der Einmündung in den hinteren Teil der Schwimmblase **b)** Sagitalschnitt: Ausmündung des Ductus pneumaticus aus dem Vorderdarm. **Dp** Ductus pneumaticus; **Gd** Gasdrüse; **Oes** Oesophagus; **Rm** Rete mirabile; **T.ext** Tunika externa

Die Gasdrüse

Im Alter von 0 Stunden umfassen die Zellen der Gasdrüse fast den gesamten vorderen Bereich der Tunika interna (Abb. 2b). Nur das hintere Drittel und der gesamte ventrale Bereich der Tunika interna enthalten ausschließlich flache Zellen. Im Alter von 2 bis 12 Stunden ist die Gasdrüse vor allem im linken und vorderen Teil der Schwimmblase vorhanden. Die Gasdrüse besteht im Alter von 0 bis 12 Stunden aus mehreren Schichten kugelig- ovaler Zellen mit kugeligem Zellkern (Abb. 6a, Abb. 6b).

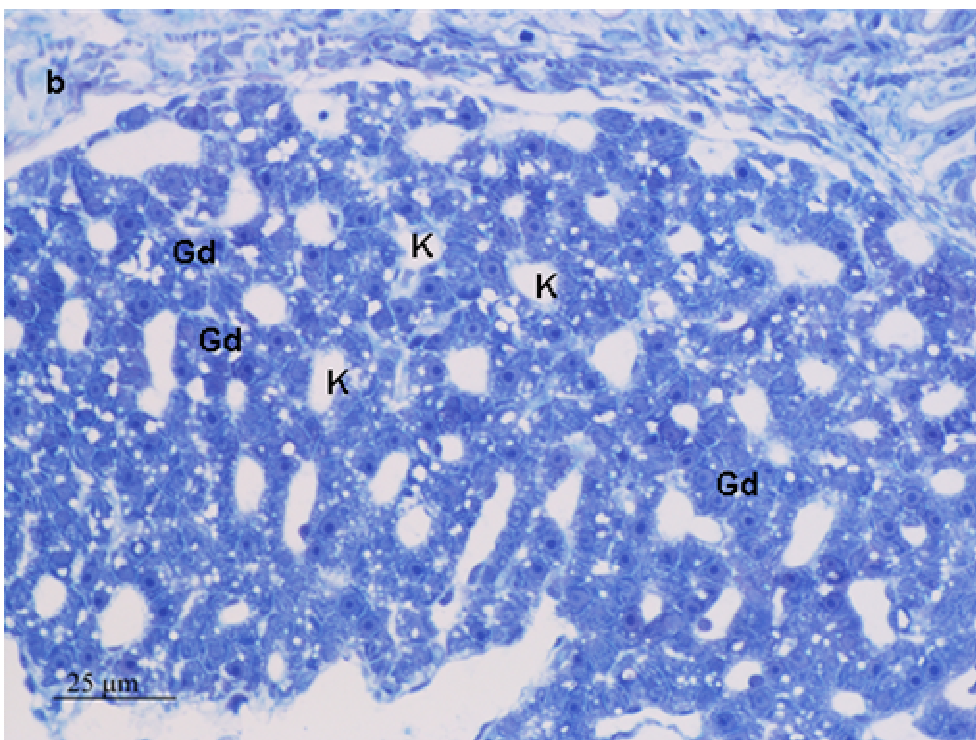
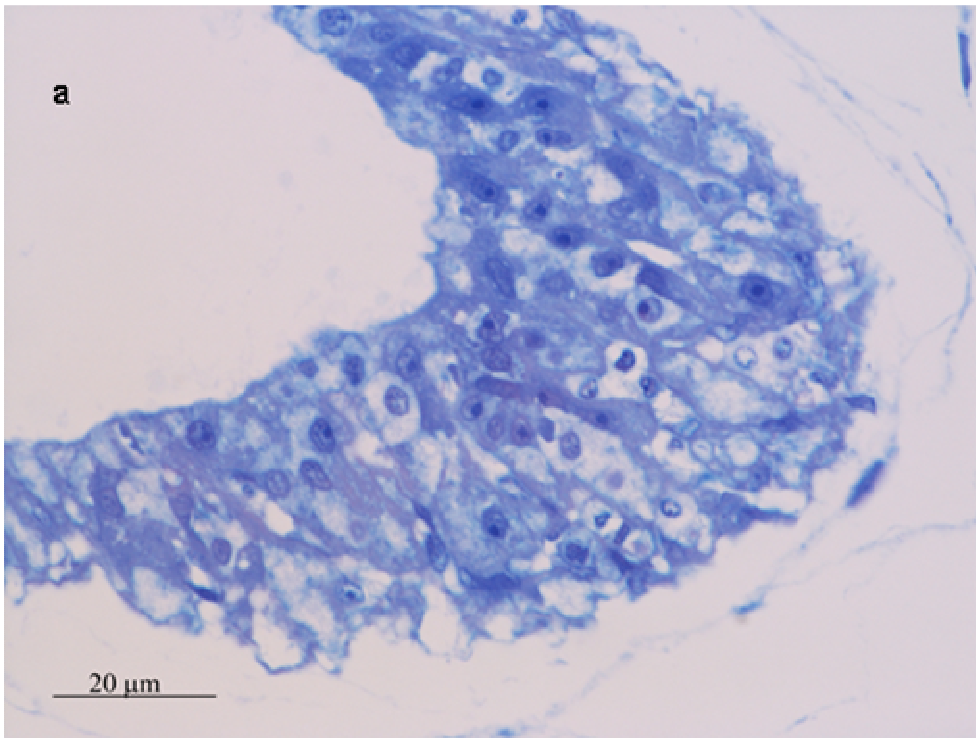


Abb. 6: Sagittalschnitte der Gasdrüse von *H. reidi*. **a)** Zellen der Gasdrüse, **b)** Anschnitte der Kapillaren des Rete mirabiles sind zwischen den Gasdrüsenzellen vorhanden. **Gd** Gasdrüse; **K** Kapillare

Das Rete mirabile

Das Rete mirabile ist ein Netz aus parallel verlaufenden Kapillaren (Abb.7a). Bei 0 bis 12 Stunden alten Tieren liegt das Rete mirabile größtenteils auf der linken Körperseite und cranial in der Tunika externa eingebettet, nur der am weitesten anterior gelegene Teil befindet sich außerhalb der Tunika externa. Die Kapillaren des Rete mirabile ziehen von dorsal zwischen die Zellen der Gasdrüse ein (Abb.7b).

Oval und Sphinkter

Bei Tieren im Alter von 0 bis 12 Stunden ist die hintere Kammer noch nicht ausgeprägt. Ebenso ist in diesem Alter kein Gefäßorgan im posterioren Bereich der Schwimmblase zu erkennen. Im Übergangsbereich von Schwimmblase und Ductus pneumaticus kann man in der Tunika externa einige wenige Muskelfasern feststellen.

Dotter

Die Dottermasse ist bis ins Alter von 24 Stunden vorhanden. Bei 0 Stunden bis 4 Stunden alten Jungtieren füllt sie größtenteils den Bereich zwischen den Darmschlingen aus. Ab dem Alter von 12 Stunden kommt es zu einer deutlichen Verringerung der Dottermengen, bis im Alter von 24 Stunden nur mehr Reste der Dottermasse vorhanden sind.

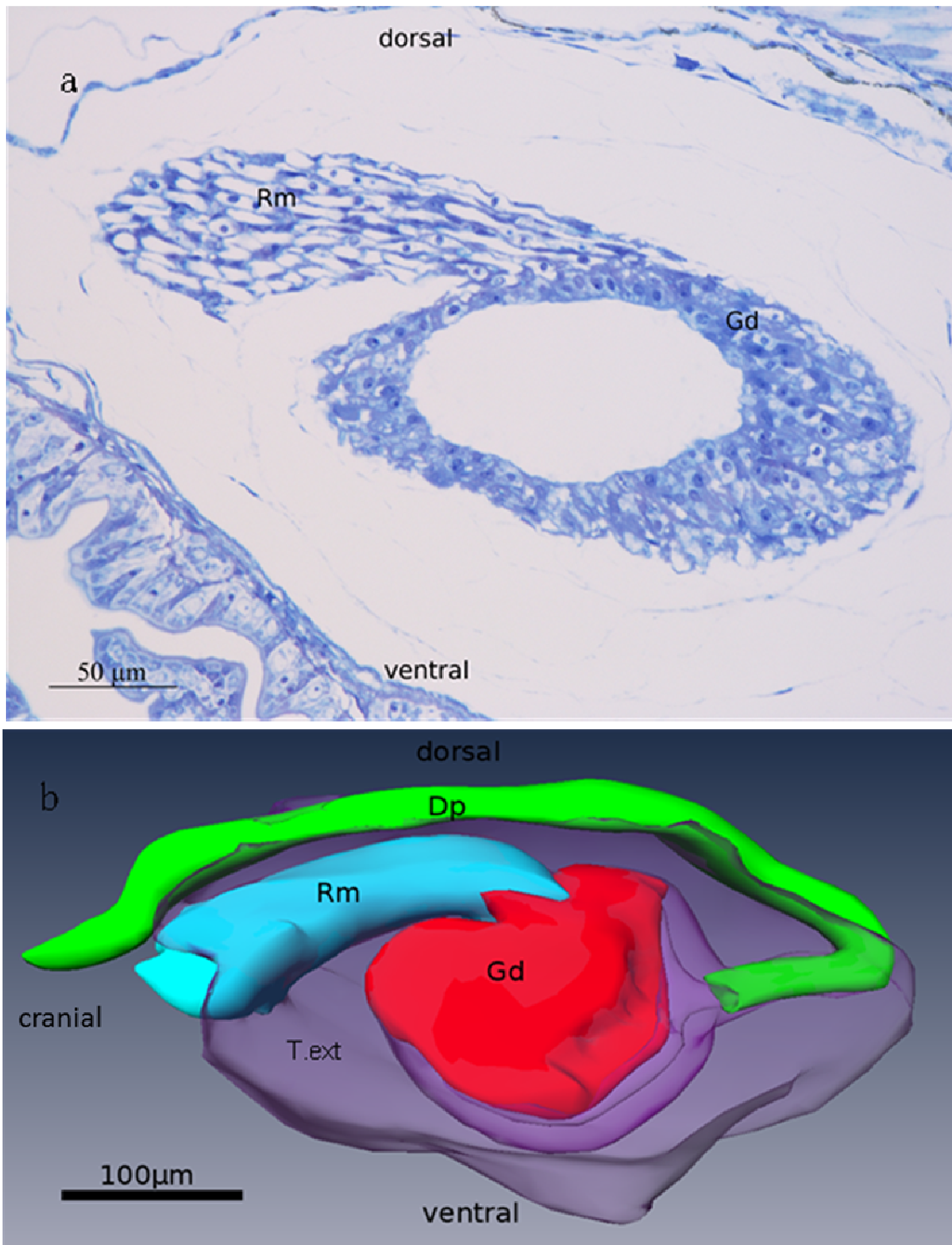


Abb. 7: Die Lage des Rete mirabile und der Kontakt mit der Gasdrüse eines 0 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres. **a)** Sagitalschnitt: Die parallel verlaufenden Kapillaren des Rete mirabile ziehen von dorsal in die Gasdrüsenzellen ein. **b)** Rekonstruktion des dorsalen Kontaktes des Rete mirabile mit der Gasdrüse, von links betrachtet.

Dp Ductus pneumaticus; **Gd** Gasdrüse ; **Rm** Rete mirabile; **T. ext** Tunika externa

5.3 Die Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes im Alter von 24 bis 96 Stunden nach dem Schlüpfen

Der Schwimmblasenkomplex von 24 Stunden alten Individuen

Der Ductus pneumaticus ist in seinem gesamten Verlauf dorsal der Schwimmblase und links der Körpermitte mit durchgängigem Lumen vorhanden. Der Ausmündungsbereich des Ductus pneumaticus befindet sich ebenfalls links der Körpermitte, sein Epithel besteht in diesem Bereich aus kubischen Zellen. Der Mündungsbereich des Ductus pneumaticus, in den posterioren Bereich der Schwimmblase, befindet sich ebenfalls leicht links der Körpermedianen. Das Epithel besteht hier aus kubischen bis hochprismatischen Zellen. Die Gasdrüse liegt auf der linken Seite der Schwimmblase und reicht sowohl dorsal als auch cranial etwas auf die rechte Seite. Die Zellen der Gasdrüse sind kugelige Zellen mit kugeligem Kern. Das Rete mirabile liegt links der Medianen und cranial der Schwimmblase. Die Kapillaren des Rete mirabile haben einen parallelen Verlauf und münden von dorsal auf der linken Seite der Schwimmblase zwischen die Zellen der Gasdrüse ein. Am Übergang des hinteren Schwimmblasenteils in den Ductus pneumaticus konnten einige Muskelfasern, dem Epithel dicht anliegend, lokalisiert werden. Im umliegenden, caudalen Bereich der Schwimmblase wird die bindegewebige Tunika externa ebenfalls von Muskelfasern durchzogen (Abb. 8a). Die Zellen der Tunika interna bestehen im hinteren Schwimmblasenbereich aus höheren, teils kubischen Zellen. Der Rest der Tunika interna ist einschichtig und flach. Die Zellkerne sind oval. Die Tunika externa bildet eine dicke, lockere Bindegewebsschicht (Abb. 8a, Abb. 8b), die von den flachen Zellen des Peritoneums umgeben wird.

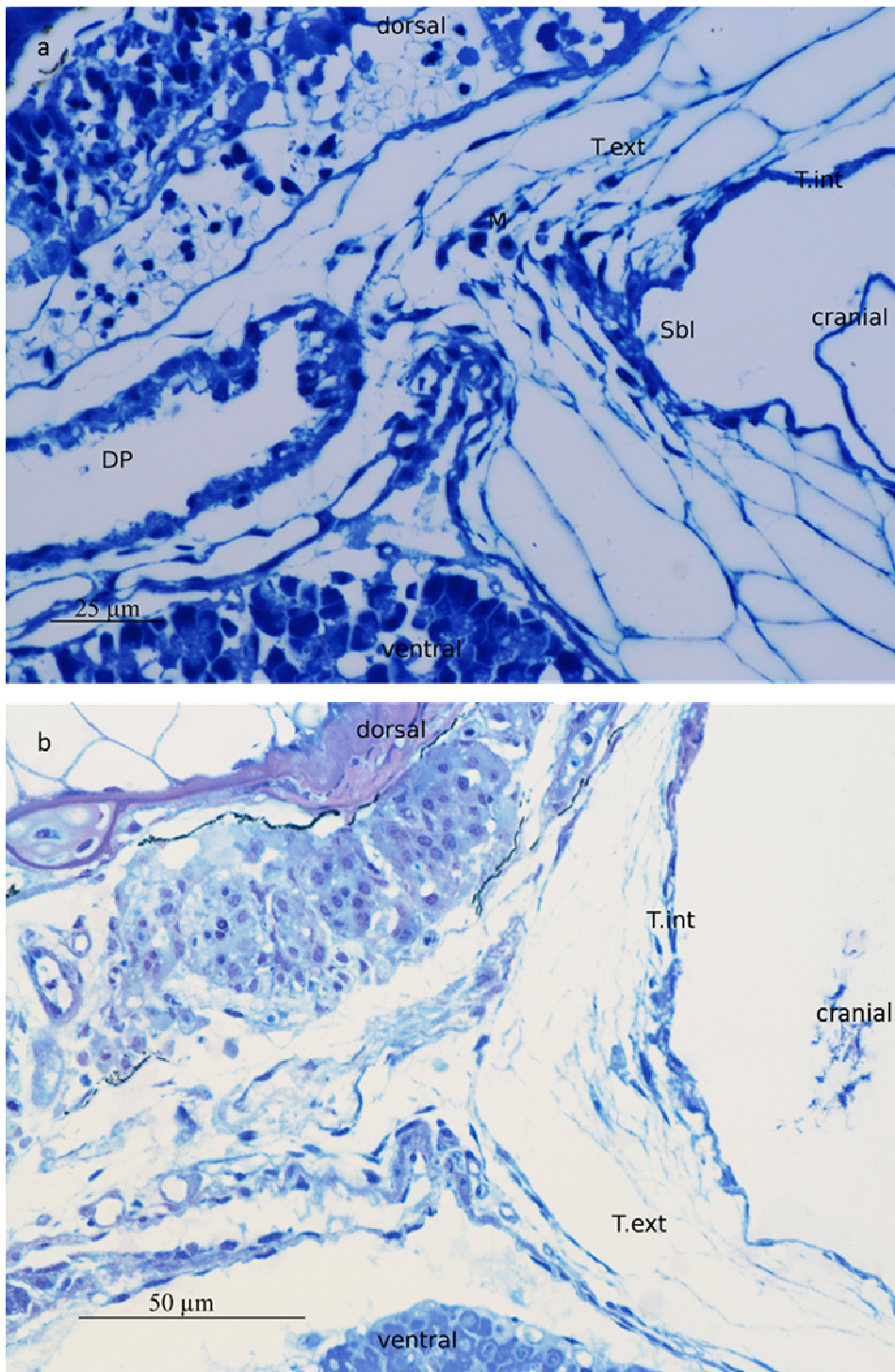


Abb. 8: Der posteriore Bereich der Schwimmblase, eines 24 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres. **a)** Sagittalschnitt: Bereich der Einmündung des Ductus pneumaticus in die Schwimmblase. Die Tunika externa ist von Muskelfasern durchzogen **b)** Tunika interna und Tunika externa des hinteren Schwimmblasenbereiches. **Dp** Ductus pneumaticus; **M** Muskelfasern; **Sbl** Schwimmblasenlumen; **T. int** Tunika interna; **T.ext** Tunika externa

Der Schwimmblasenkomplex von 48 Stunden alten Individuen

Im Alter von 48 Stunden hat sich die Gasdrüse in Aufbau und Lage seit dem vorherigen Altersstadium nicht verändert. Auch die Lage des Rete mirabile und die Einmündung der Kapillaren in die Gasdrüse entspricht der Situation der 24 Stunden alten Tiere. Dasselbe gilt für den Aufbau der Schwimmblasenwand und für den Verlauf des Ductus pneumaticus welcher durchwegs durchgängig ist. Es gibt keine Änderungen im Aufbau seines Epithels, das im Bereich der Ausmündung aus dem Vorderdarm aus kubischen Zellen besteht. Jedoch kommt es im Bereich der Einmündung in die Schwimmblase zu ersten Veränderungen. Das Epithel entspricht zwar in diesem Bereich weiterhin in seinem Aufbau der Tunika interna des caudalen Abschnitts der Schwimmblase und besteht aus einer Schicht kubischer Zellen (Abb. 9), aber es kommt bei Individuen beider Fütterungsgruppen in der Region vor der Einmündung in die Schwimmblase zu einer deutlichen blasenartigen Erweiterung des Lumens. Im wiederum stark verengten Mündungsbereich in die Schwimmblase kann man, dem Gang eng anliegend, einige Muskelfasern sehen (Abb. 9).

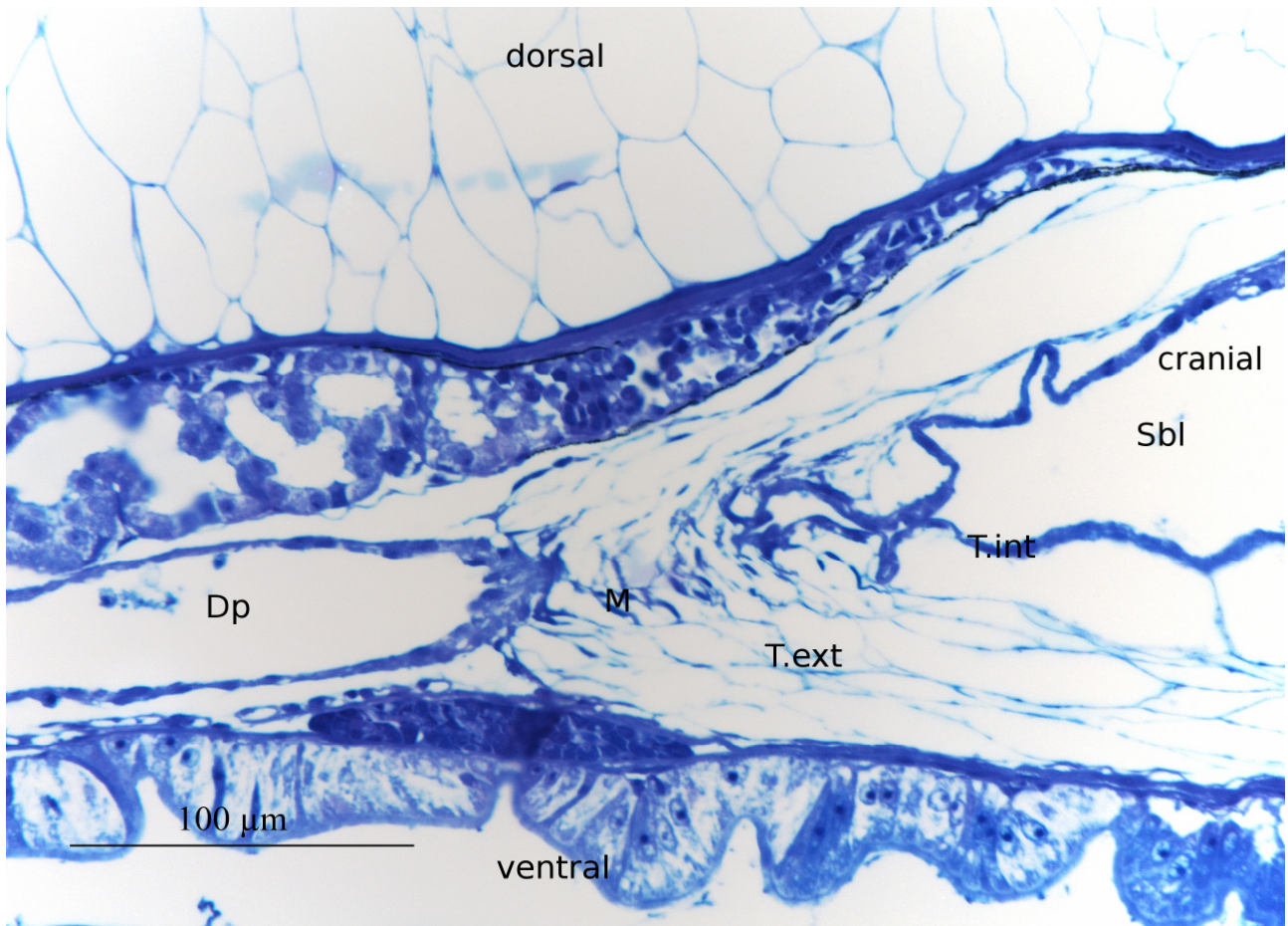


Abb. 9: Sagitalschnitt: Bei diesem 48 Stunden alten *H. reidi* Jungtier ist der Ductus pneumaticus kurz vor der Einmündung in die Schwimmblase erweitert. In der Tunika externa sind einige Muskelfasern vorhanden. **Dp** Ductus pneumaticus; **M** Muskelfasern; **Sbl** Schwimmblasenlumen; **T.int** Tunika interna; **T.ext** Tunika externa

Der Schwimmblasenkomplex von 72 Stunden alten Individuen

Auch in den nächsten 24 Stunden kommt es in vielen Bereichen des Schwimmblasenkomplexes zu keiner oder nur geringfügigen Veränderungen. Die Lage und Form der Gasdrüse ist im Vergleich zu den früheren Altersstadien gleich geblieben. Auch die Kapillaren des Rete mirabile verlaufen parallel (Abb. 10b) und münden von dorsal zwischen die Gasdrüsenzellen ein. In Bezug auf die Tunika interna ist ebenfalls keine Änderung zu beobachten. Die Tunika externa hat sich jedoch gegenüber der jüngeren Stadien auf der rechten Körperseite stark verdickt.

Bei Tieren, welche mit Artemien gefüttert wurden, ist der Ductus pneumaticus in seinem gesamten Verlauf durchgängig vorhanden. Allerdings zeigen die Zellen in seinem mittleren Teil geringe Anzeichen einer Degeneration. Das Epithel wird dünner und unregelmäßiger und die Zellen lösen sich aus ihrem Zellverband. Dagegen zeigen die Tiere, welche mit Mischzooplankton gefüttert wurden, im mittleren Teil des Ductus pneumaticus ein Epithel, welches sehr dünn und einschichtig ist und die Zellen sind unregelmäßig angeordnet. An einigen Stellen kann man keine Zellen oder Zellkerne mehr differenzieren. Der Ductus ist zwar immer noch durchgängig, aber er wird nur mehr durch eine membranöse Hülle begrenzt. An der Ausmündung des Ductus pneumaticus aus dem Vorderdarm ist das Epithel des Ductus pneumaticus einschichtig und bereits flacher als in den vorangehenden Altersstadien. Der restliche Verlauf des Ductus pneumaticus entspricht dem der jüngeren Stadien. Ebenfalls wie bei 48 Stunden alten Individuen kommt es in der Region vor der Einmündung in die Schwimmblase erst zu einer Erweiterung und dann zu einer starken Verengung des Lumens des Ductus pneumaticus. Im erweiterten Bereich ist das Epithel mehrreihig und kubisch (Abb. 10a). Dem verengten Bereich liegen wie bei den 48 Stunden alten Individuen radiäre Muskelfasern an und das umliegende Bindegewebe wird ebenfalls von Muskelfasern durchzogen (Abb. 11).

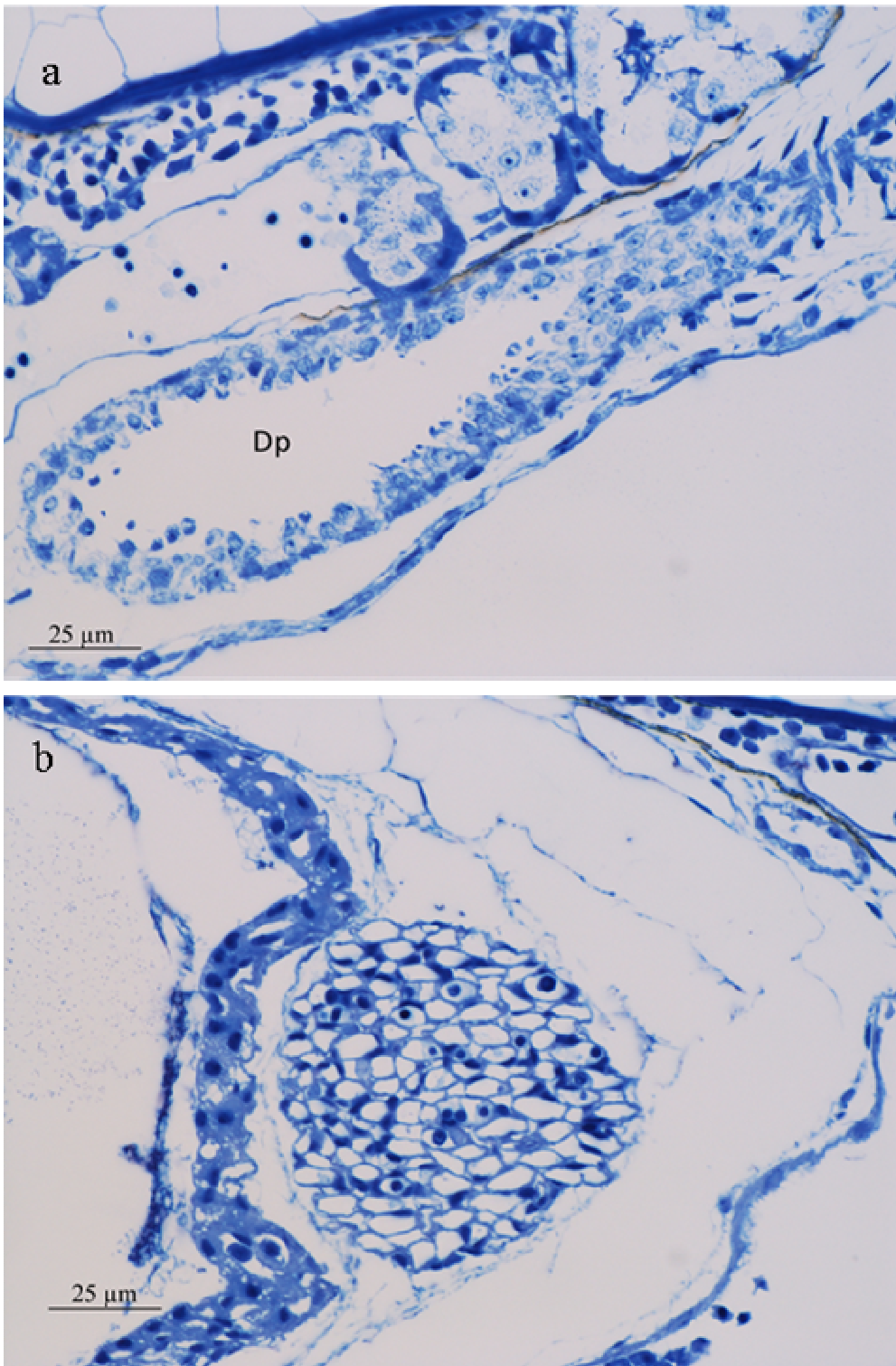


Abb. 10: Teile des Schwimmblasenkomplexes eines 72 Stunden alten *H. reidi* Jungtieres. **a)** Sagitalschnitt: Das Epithel des Ductus pneumaticus im Einmündungsbereich in die Schwimmblase. **b)** Sagitalschnitt: Die parallel verlaufenden Kapillaren des Rete mirabile liegen cranial der Schwimmblase. **Dp** Ductus pneumaticus

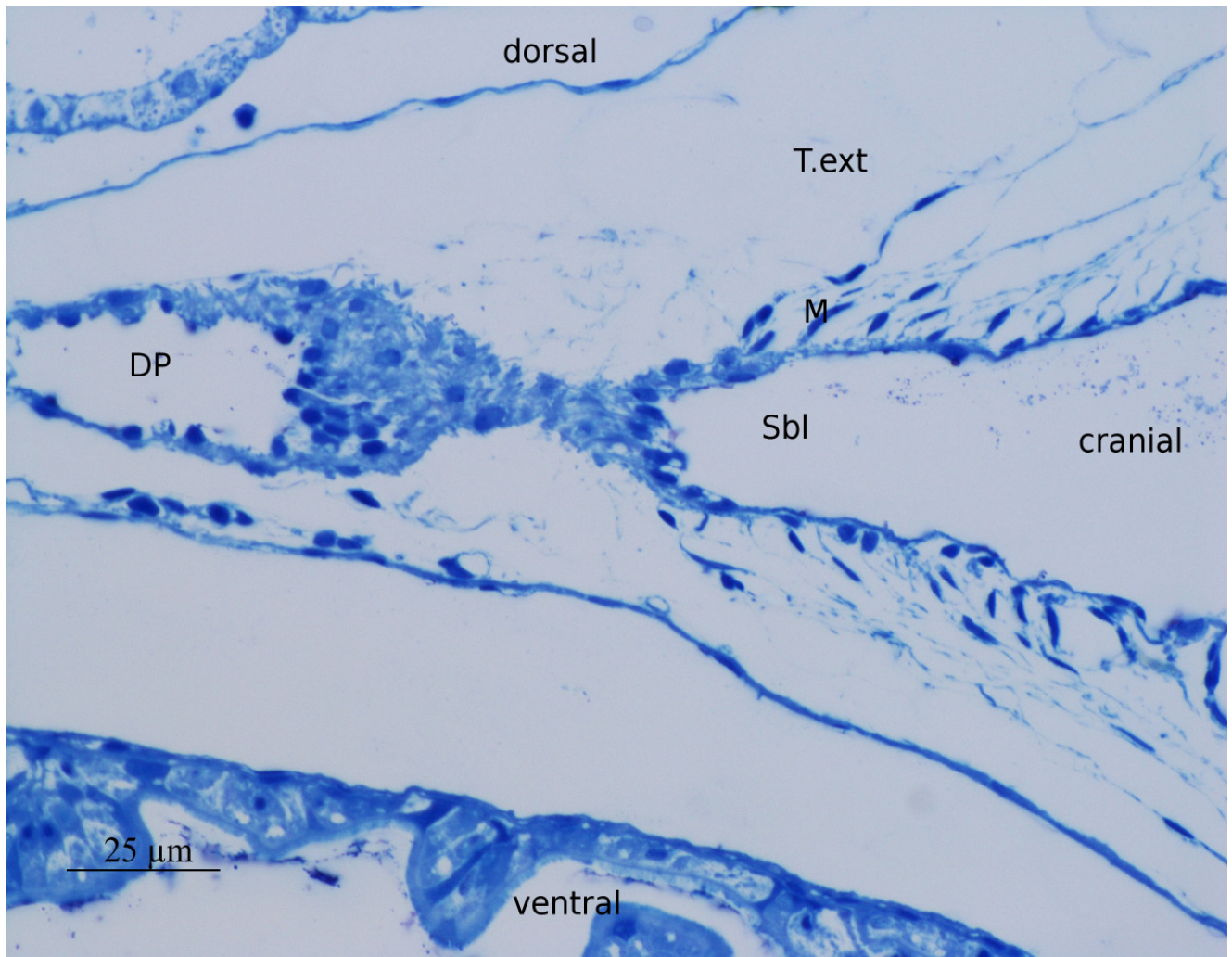


Abb. 11.: Sagitalschnitt: Bei diesem 72 Stunden alten Individuum sind in der Tunika externa am Übergang von Ductus pneumaticus in die Schwimmblase Muskelfasern vorhanden. **Dp** Ductus pneumaticus; **M** Muskelfasern; **Sbl** Schwimmblasenlumen; **T.ext** Tunika externa

Der Schwimmblasenkomplex von 96 Stunden alten Individuen

Der Großteil des Schwimmblasenkomplexes entspricht in Lage und Form weitgehend den vorherigen Stadien. Allerdings zeigt der Ductus pneumaticus bei den mit Artemien und Mischzooplankton gefütterten Tieren einen deutlichen Unterschied hinsichtlich des Ausmaßes seiner Degeneration. Bei Individuen, welche mit Artemien gefüttert wurden, ist der Ductus pneumaticus in seinem gesamten Verlauf weiterhin durchgängig vorhanden. (Abb. 12a, Abb. 12b). Das Epithel des Ductus pneumaticus ist in seiner Mitte einschichtig und sehr dünn, ein Fortschreiten der Degeneration ist bereits gut zu erkennen. Trotzdem ist der gesamte Verlauf des Ductus pneumaticus noch deutlich zu sehen. Im Bereich vor der Einmündung des Ductus pneumaticus in den posterioren Teil der Schwimmblase ist das Epithel wie auch in den früheren Altersstadien erweitert. Das Epithel besteht in dieser Region aus kubischen, teils hochprismatischen Zellen.

Bei Individuen, welche mit Mischzooplankton gefüttert wurden, ist der Ductus pneumaticus hingegen in seinem mittleren Teil bereits rückgebildet. Ein durchgängiges Lumen ist also nicht mehr vorhanden. Ein deutlicher Gang ist nur im Bereich der Ausmündung aus dem Vorderdarm und der Einmündung in die Schwimmblase ausgeprägt (Abb. 12c, Abb. 12d). Das Epithel ist in diesen Bereichen noch erkennbar, wird aber zur Mitte zu immer dünner, bis nur mehr eine membranöse Hülle erkennbar ist. Kurz vor der Mündung in die Schwimmblase ist, wie auch in den jüngeren Stadien, ein prominenter, erweiterter Gangabschnitt vorhanden, welcher sich an der Mündung deutlich verengt und von Muskelfasern umgeben ist. Die Wand des erweiterten Bereichs besteht aus einem kubischen, teils hochprismatischen Epithel (Abb. 13).

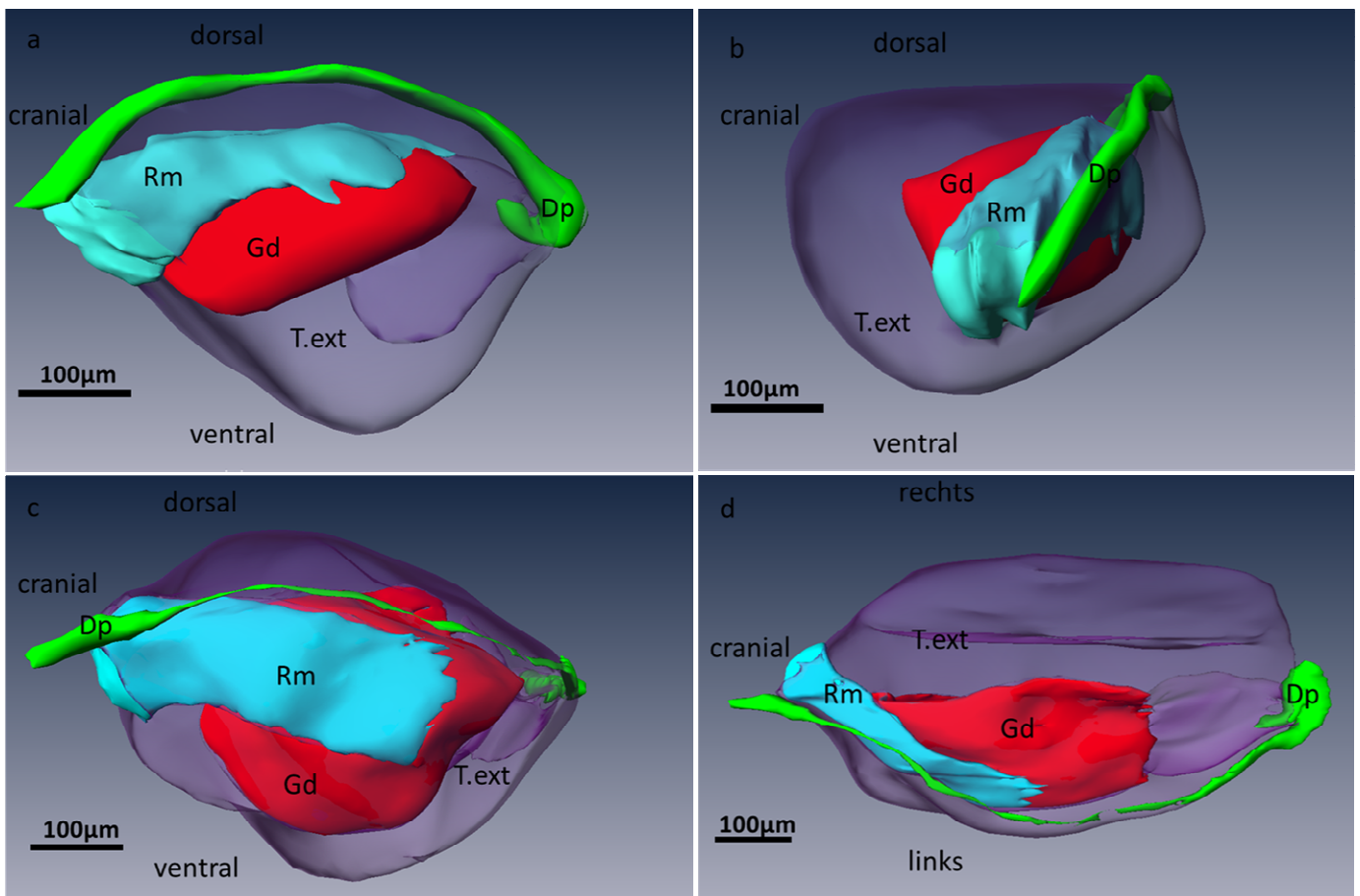


Abb. 12: Der Schwimmblasenkomplex von 96 Stunden alten *H. reidi* Jungtieren

a) Rekonstruktion von links betrachtet. Mit Artemien gefüttertes Jungtier. Der Ductus pneumaticus ist in seinem gesamten Verlauf durchgängig vorhanden. **b)** Rekonstruktion von vorne betrachtet. Mit Artemien gefüttertes Jungtier. Der Ductus pneumaticus ist in seinem gesamten Verlauf durchgängig vorhanden. **c)** Rekonstruktion von links betrachtet. Mit Mischzooplankton gefüttertes Jungtier. Der Ductus pneumaticus ist in seinem mittleren Teil an manchen Stellen bereits nicht mehr durchgängig. **d)** Rekonstruktion von dorsal betrachtet. Mit Mischzooplankton gefüttertes Jungtier. Der Ductus pneumaticus ist in seinem mittleren Teil an manchen Stellen bereits nicht mehr durchgängig.

Dp Ductus pneumaticus; **Gd** Gasdrüse; **Rm** Rete mirabile; **T. ext** Tunika externa

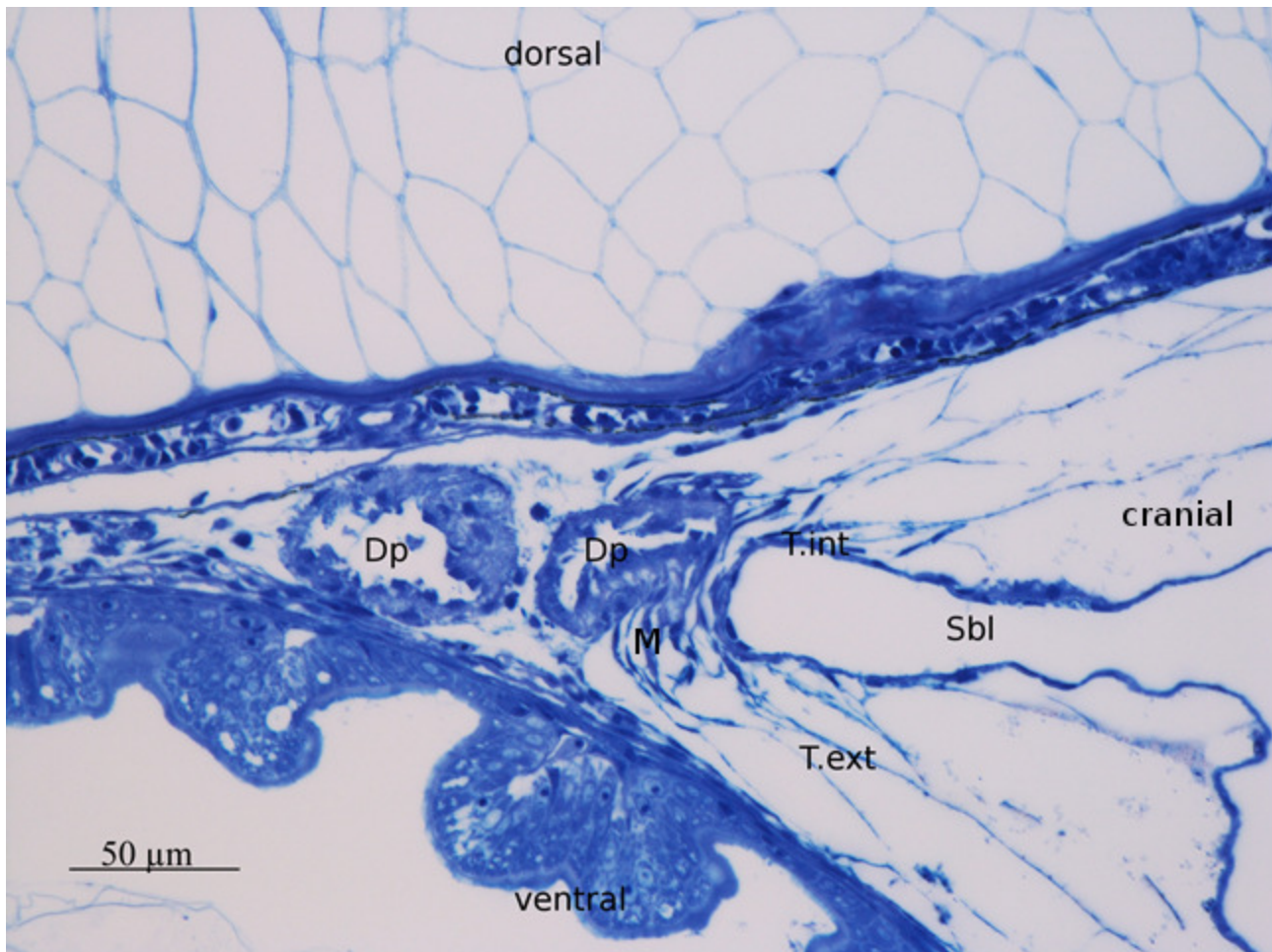


Abb. 13: Sagitalschnitt: Der Ductus pneumaticus vor der Einmündung in die Schwimmblase und der posteriore Teil der Schwimmblasenwand. Die Tunika externa wird in diesem Bereich von Muskelfasern durchzogen.

Dp Ductus pneumaticus; **M** Muskelfasern; **Sbl** Schwimmblasenlumen; **T. int** Tunika interna; **T.ext** Tunika externa

5.4 Die Schwimmblase und ihre Blutgefäße beim adulten Individuum

Die Schwimmblase ist zweigeteilt und die vordere Kammer ist größer als die Hintere (Abb. 14). Das Rete mirabile liegt dorsal der Schwimmblase und die Kapillaren werden durch die Aorta dorsalis über die Arteria coeliacomesenterica mit Blut versorgt und das Blut fließt über die Venenfortader ab. Die Wand der hinteren Kammer ist von Blutgefäßen durchzogen (Abb. 15). Diese Kapillaren werden von der Aorta dorsalis mit Blut gespeist und haben ihren Abfluss über die Vena cardinalis posterior.

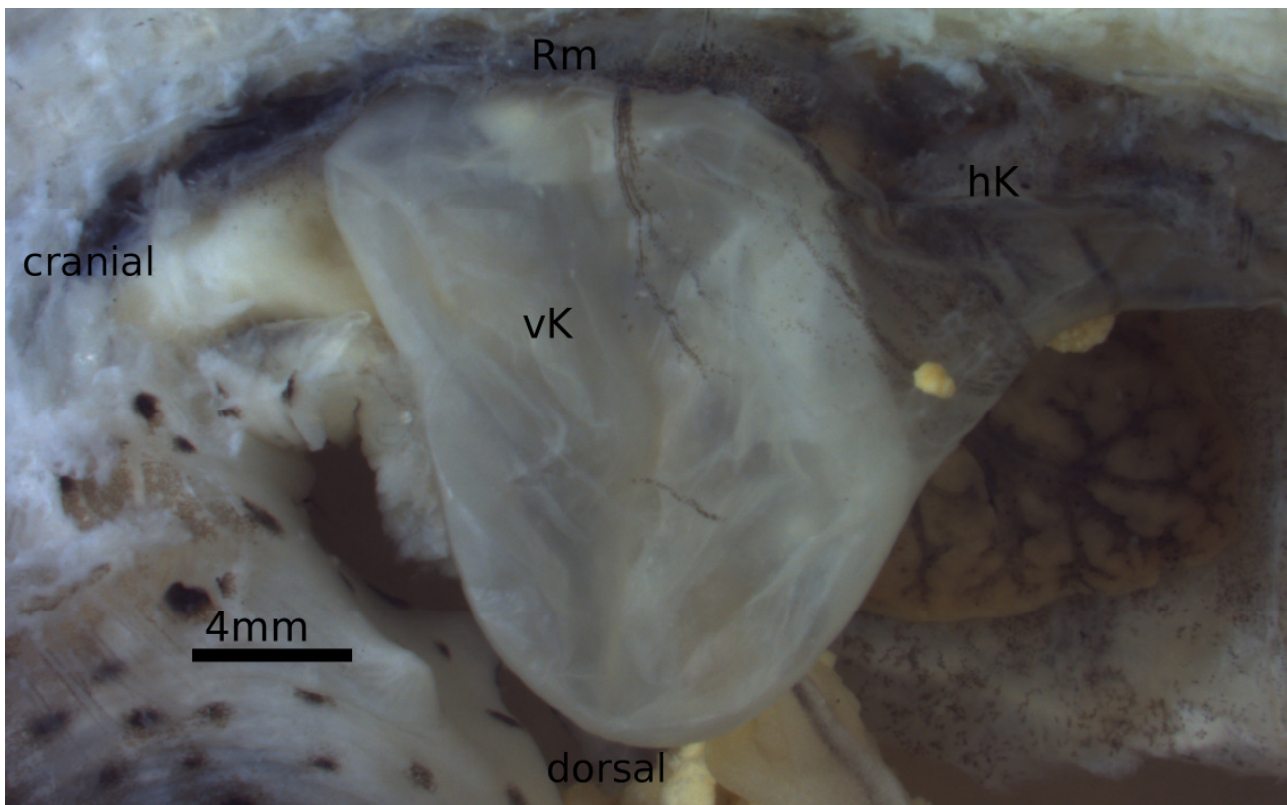


Abb. 14: Sektion eines adulten *H. reidi* Männchens. Die Schwimmblase besteht aus einer größeren vorderen Kammer und kleineren hinteren Kammer. Das Rete mirabile liegt dorsal der Schwimmblase. **hK** hintere Kammer; **Rm** Rete mirabile; **vK** vordere Kammer

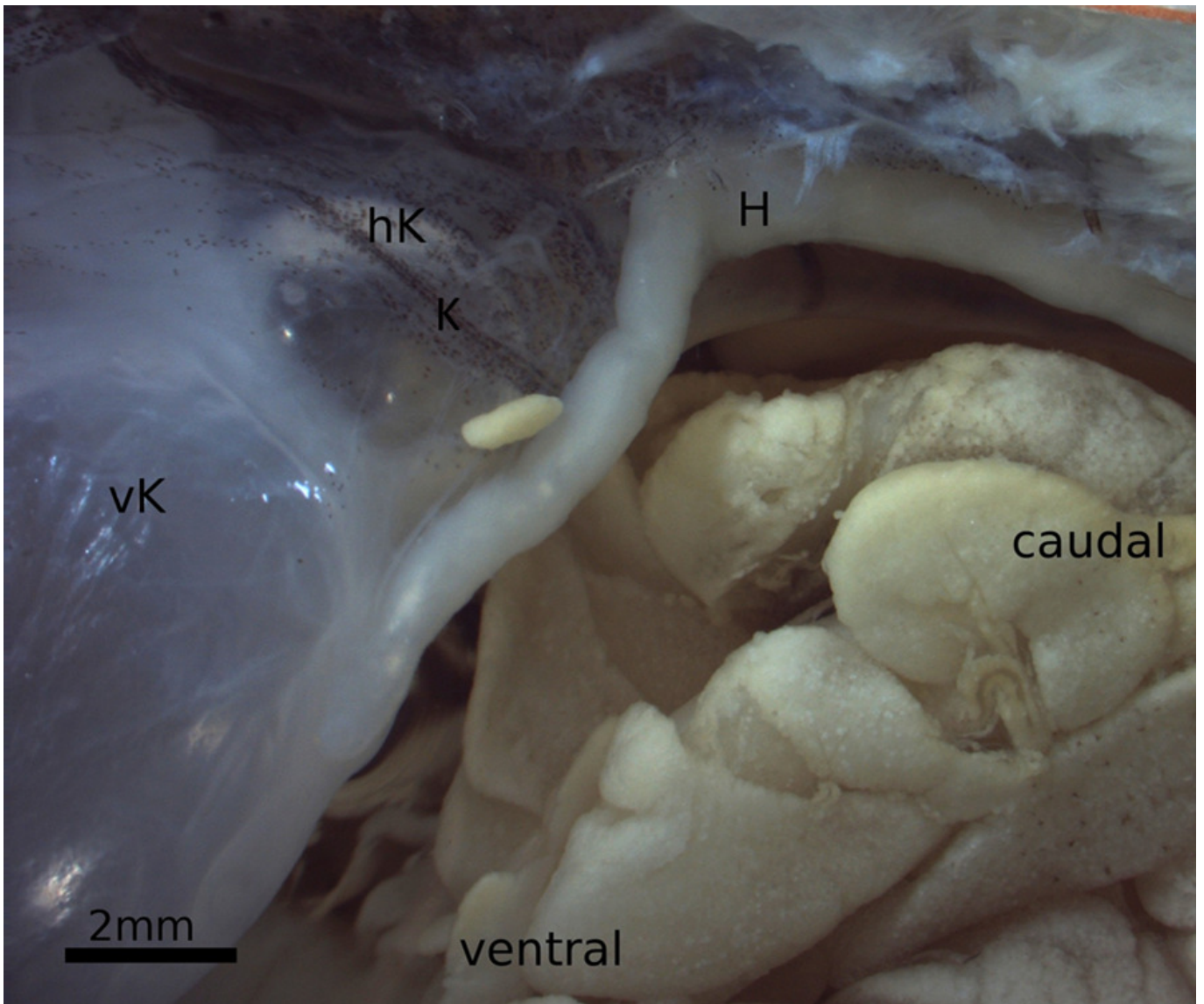


Abb. 15: Sektion eines adulten *H. reidi* Männchens. Die Wand der hinteren Schwimmblasenkammer wird von Kapillaren durchzogen. **H** Hoden; **hK** hintere Kammer; **K** Kapillaren; **vK** vordere Kammer

6. Diskussion

Durch die Ergebnisse dieser Arbeit konnte der Einfluss der Fütterung, auf die Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes nachgewiesen werden. So zeigte sich, dass die Zusammensetzung des Futters in den ersten Tagen nach der Geburt essentiell für die Entwicklung ist, da bei abwechslungsreicherer Nahrung der Ductus pneumaticus schneller degeneriert, als bei einseitigem Futterangebot. Dies kann als ein Zeichen für eine schneller voranschreitende Entwicklung angesehen werden. Häufig werden in der Seepferdchen-Zucht die Jungfische mit Artemien Nauplien gefüttert (Kuitert 2000). Lange Zeit wurden im Haus des Meeres in Wien die Jungtiere von *Hippocampus reidi* ebenfalls ausschließlich mit Artemien gefüttert, wobei die Überlebensrate nicht besonders hoch war. Vor einiger Zeit ist das Nahrungsspektrum der Jungtiere auf Mischzooplankton, bestehend aus Copepoden und Rotatorien erweitert worden, was in der Folge zu einer erhöhten Überlebensrate beigetragen hat (Abed-Navandi pers. Mitt. 2013). Um einen weiteren Nachweis zu erbringen, dass abwechslungsreiche Nahrung der Entwicklung förderlich ist, wurden in dieser Arbeit histologischen Untersuchungen von *H. reidi* Jungtieren, von der Geburt bis zum Alter von 96 Stunden, durchgeführt. Dadurch wurde die Dokumentation einer chronologischen Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes nach der Geburt ermöglicht. Für alle Untersuchungen in dieser Arbeit wurden ausschließlich *H. reidi* Jungtiere verwendet, die alle aus ein und demselben Schlupf stammen. Bei diesem Schlupf kamen etwa 820 Tiere zur Welt, was mit den Angaben der Literatur übereinstimmt. Bei *H. reidi* schlüpfen nach einer Tragzeit von rund 14 Tagen 150-1000 Jungtiere mit einer Länge von 6-7 mm (Vincent 1990; Foster & Vincent 2004). Es kommen relativ viele und kleine Jungtiere auf einmal zur Welt. Die erste Zeit nach dem Schlupf zeigen *H. reidi* Jungtiere eine pelagische Lebensweise, daher werden sie im Haus des Meeres in Wien in Kreiselbecken ohne Substrat gehalten. Ein Problem bei der Zucht stellt die besonders hohe Sterblichkeitsrate in den ersten Stunden und Tagen nach der Geburt dar, die nach Lourie et al. (1999, 2004) eine besonders kritische Phase im Leben von Seepferdchen ist. Die genauen Ursachen für die hohe Sterblichkeitsrate konnten noch nicht vollständig geklärt werden. Unter anderem werden für junge Seepferdchen Probleme beim erstmaligen Luftschlucken vermutet. *Hippocampus reidi* hat, als transients Physostome, eine Verbindung zwischen Magendarmtrakt und Schwimmblase. Diese ist direkt nach der Geburt durch den Ductus pneumaticus gegeben, durch den Gase, die bald nach der Geburt in der Regel einmalig geschluckt werden, in das Lumen der Schwimmblase

gelangen (Rauther 1925; Jacobs 1938; Bailey & Doroshov 1995; Trotter et al. 2003; Manzini 2010). In dieser Untersuchung könnte gesehen werden, dass bei *H. reidi* die Schwimmblase bereits nach der Geburt retroperitoneal, zwischen Intestinum und Chorda dorsalis, liegt. Obwohl durch das sich stark nach rechts ausbreitende Bindegewebe der Tunika externa, es scheint als würde die gesamte Schwimmblase weiter in die rechte als in die linke Körperhälfte ragen, befindet sich der wesentliche Anteil des Schwimmblasenkomplexes, nämlich das Schwimmblasenlumen, der Ductus pneumaticus und die Gasdrüse samt Rete mirabile, in der linken Körperhälfte. Dies widerspricht Jacobs (1938) der bei *H. brevirostris* und *H. guttulatus*, die Lage der Schwimmblase etwas rechts der Medianen beschreibt. Aufgrund des verstärkten Wachstums des Bindegewebes ist bei 96 Stunden alten Individuen die Schwimmblase gegenüber den 0 Stunden alten Individuen etwa doppelt so breit. Während sich Höhe und Länge der Schwimmblase um nur rund ein Drittel der anfänglichen Maße vergrößerten. Die Schwimmblasenhöhe stieg von durchschnittlich 300 µm auf 400µm und die Länge von anfänglich rund 500µm auf etwa 700µm. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass bei 0 Stunden alten Tieren, welche ein ungefülltes Schwimmblasenlumen haben, die Tunika interna in Falten liegt. Dieser Umstand ändert sich beim ersten Luftschlucken innerhalb der ersten zwei Stunden nach der Geburt. Im Alter von zwei Stunden ist die Tunika interna bereits gestreckt, vermutlich durch die Füllung mit Luft. Dies entspricht weitgehend den Angaben von Manzini (2010), die ebenfalls eine Streckung der Schwimmblasenwand beschreibt, allerdings in Verbindung mit einer starken Abnahme der Tunika externa, die in dieser Untersuchung nicht zu erkennen war. Die Zellen der Gasdrüse sind schon bei der Geburt als gut ausgebildete Drüsenzellen zu erkennen, wobei sie vor dem ersten Luftschlucken den größten Teil der inneren Schwimmblasenwand einnehmen. Ab dem Alter von 2 Stunden, sobald sich das Lumen der Schwimmblase erweitert, ist die Gasdrüse auf die linke und vordere Seite der Schwimmblase beschränkt. Rauther (1925) beschreibt die Gasdrüse als einen Epithelkörper, welcher sich in der vorderen Kammer der Schwimmblase befindet und auf der linken Seite weiter, als auf der rechten Seite, nach hinten reicht. Auch Manzini (2010), beschreibt eine Verlagerung der Gasdrüse und des Rete mirabile auf die dorsale Seite der Schwimmblase, sobald sich ihr Lumen füllt und vergrößert. Es wird vermutet, dass die anfängliche Faltung der Tunika externa eine schnelle Füllung der Schwimmblase innerhalb der ersten Lebensstunden erst möglich macht. Da die Tunika externa aus sehr lockeren Bindegewebsfasern aufgebaut ist, kann sie die Volumsveränderung leicht kompensieren. So können bei der Inflation nach dem Schlupf größere Mengen an Gasen aufgenommen werden. Dies ist ein wichtiger Zeitpunkt im Leben eines Seepferdchens, da

das erste Luftschlucken nach der Geburt als Impulsgeber für die Gassekretion interpretiert wird (Jacobs 1938). Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass das Rete mirabile bei *H. reidi* Jungtieren im Alter von 0 Stunden und bis zum 4. Tag nach dem Schlupf aus einem Netz von Kapillaren besteht, welche einen parallel angeordneten Verlauf haben. Es befindet sich links der Körpermitte, wo es hauptsächlich cranial und dorsal der Schwimmblase liegt. Seine Kapillaren münden auf der linken Seite von dorsal in die Gasdrüse ein. Die dorsale und craniale Lage des Rete mirabile wurde auch von Manzini (2010) beschrieben, jedoch äußerte sich Manzini nicht über eine Position links der Körpermitte. Rauther (1925) beschreibt sowohl bei erwachsenen als auch bei jungen Seepferdchen eine hintere Kammer der Schwimmblase, die mit einem sogenannten Gefäßorgan, auch als Oval bezeichnet, ausgestattet ist. Dieses wird von Kapillaren gebildet, die sich ventral zwischen Peritoneum und Epithel befinden. Rauther (1925) und Jacobs (1938) vermuteten, dass sich die hintere Schwimmblasenkammer aus einer Erweiterung des Ductus pneumaticus entwickelt. In dieser Arbeit konnte bei *H. reidi* Jungtieren ab dem Alter von rund 48 Stunden eine Erweiterung des Ductus pneumaticus vor der Einmündung in die Schwimmblase gesehen werden. Es ist anzunehmen, dass sich die hintere Kammer bei *H. reidi* aus diesem erweiterten Teil des Ductus pneumaticus bilden wird. Bis ins Alter von 96 Stunden konnte bei *H. reidi* jedoch keine deutliche Ausprägung einer hinteren Schwimmblasenkammer oder ein Gefäßorgan festgestellt werden. Das passt mit den Angaben von Manzini (2010) zusammen, die sogar bis ins Alter von 14 Tagen ebenfalls keinen intensiv durchbluteten Bereich, welcher als Gefäßorgan interpretiert werden kann, beschreibt. Jacobs (1938) erklärt ebenfalls, dass bei 0 Stunden alten Seepferdchen noch keine Teilung der Schwimmblase vorhanden ist und dass diese erst bei älteren Tieren entsteht, wobei er sich nicht auf eine genaue Altersangabe einlässt. Diese Untersuchung zeigte, bei *H. reidi* sind bis ins Alter von 24 Stunden vereinzelte Muskelfasern im Bereich der Mündung des Ductus pneumaticus in die Schwimmblase vorhanden, die mit zunehmendem Alter immer häufiger auftreten. Sie liegen in diesem Bereich radial angeordnet in der Tunika externa. Es ist anzunehmen, dass sich in späteren Stadien aus diesem Bereich der von Rauther (1925) und Jacobs (1938) beschriebene Sphinkter bilden wird, mittels welchem die anteriore von der posterioren Kammer abgegrenzt werden kann. Genauso wie schon bei Jacobs (1938) und Manzini (2010) beschrieben verläuft der Ductus pneumaticus auch bei *H. reidi* dorsal der Schwimmblase und leicht links der Körpermitte. Die Wand des Ductus pneumaticus entspricht weitgehend dem Epithel des Vorderdarms, von dem er entspringt und auch dem Epithel des posterioren Teils der Schwimmblasenwand, in das er einmündet. Ähnlich wie es Manzini

(2010) beschreibt, besteht das Epithel im vorderen Abschnitt entsprechend dem Vorderdarm aus kubischen Zellen, während es im letzten Bereich entsprechend dem hinteren Teil der Tunika interna der Schwimmblase aus flachen bis kubischen Zellen aufgebaut ist. Bis ins Alter von 8 Stunden ist der Ductus pneumaticus bei *H. reidi* Jungtieren in seinem gesamten Verlauf offen und durchgängig vorhanden. Ab dem Alter von 12 Stunden macht sich eine Veränderung seines Epithels bemerkbar. Es beginnt, von der Mitte ausgehend, an einigen Stellen dünner und unregelmäßiger zu werden. Rauther (1925), Jacobs (1938) und Manzini (2010) beschreiben den Beginn der Auflösung des Epithels ebenfalls im mittleren Bereich des Ductus pneumaticus. Während Manzini (2010) den Beginn der Degeneration des Ductus pneumaticus mit 13- 24 Stunden festsetzt, konnte in dieser Studie die erste Veränderung der Zellen bereits nach 12 Stunden dokumentiert werden. Des weiteren konnte in dieser histologischen Untersuchung der Ductus pneumaticus bei allen untersuchten Tieren, unabhängig vom Nahrungsangebot, bis ins Alter von 72 Stunden als durchgängig nachgewiesen werden. Manzini (2010) hingegen beschreibt in ihrer Arbeit die Rückbildung des Ductus pneumaticus bereits ab einem Zeitpunkt von 48 Stunden. Bei Mischzooplankton gefütterten Tieren dieser Studie, ist der Gang im Alter von 72 Stunden teilweise nur mehr von einer membranösen Hülle umgeben, die keinerlei Zellstrukturen erkennen lässt, aber durchwegs durchgängig ist. Erst im Alter von 96 Stunden ist der Ductus pneumaticus bei Tieren, die mit Mischzooplankton gefüttert wurden, in seinem mittleren Bereich nicht mehr funktionsfähig. Dagegen bleibt er bei Individuen dieses Alters, die mit Artemien gefüttert wurden, noch im gesamten Verlauf durchgängig, obwohl das Epithel bereits relativ dünn ist. Laut Jacobs (1938) hat der Füllungszustand der Schwimmblase Einfluss auf den Zeitpunkt des Obliterierens des Ductus pneumaticus. Er beschreibt, dass sich bei Tieren mit gefüllter Schwimmblase der Ductus pneumaticus früher rückbildet, als bei jenen die keine Füllung der Schwimmblase aufweisen. Alle Tiere dieser Untersuchung haben – mit Ausnahme der frisch geschlüpften Tiere - eine gut gefüllte Schwimmblase. Unabhängig davon scheint bei Tieren, welche mit Mischplankton gefüttert wurden, der Ductus pneumaticus früher zu degenerieren als bei jenen *H. reidi* Jungtieren, die ausschließlich mit Artemien ernährt wurden. Es konnte also ein Zusammenhang zwischen der Qualität der Nahrung und der Geschwindigkeit der Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes gefunden werden. Zur Stützung dieser Hypothese kann man Arbeiten heranziehen, die die Überlebensrate und gute Entwicklung von jungen Seepferdchen in direkten Zusammenhang mit der Ernährung stellen. So beschreibt Payne & Rippingale (2000) bessere Überlebenschancen und früheres Wachstum von *H. subelongatus*, wenn die Jungtiere mit Copepoden und nicht mit

Artemien gefüttert werden, obwohl die Nauplien der Artemien in ihrem Versuch mit Nährstoffen angereichert waren. Willadino et al. beschreiben in ihrer Arbeit von 2012 an *H. reidi* die Auswirkungen des Futterangebots auf das Wachstum und die Überlebensrate innerhalb der ersten zwei Lebenswochen. Sie beobachteten die beste Entwicklung bei den Tieren, welche mit einer Mischung aus Copepoden und angereicherten Artemien gefüttert wurden. Die Überlebensrate der *H. reidi* Jungtiere in dieser Arbeit zeigt einen ähnlichen Trend. Von der mit Artemien gefütterten Gruppe starben zwischen 12 Stunden und 24 Stunden nach dem Schlupf bereits 14 Individuen. Nach 48 Stunden waren 32 Tiere tot, nach 72 Stunden weitere 17 und nach 96 Stunden wurden erneut 17 tote Tiere verzeichnet. In der Mischzooplanktongruppe hingegen wurden innerhalb jeder dieser Zeitspannen nur vier Todesfälle verzeichnet und innerhalb des letzten Tages sogar nur zwei. Die genannten Zahlen der Brutauffälle in Kombination mit den Ergebnissen der histologischen Untersuchung lassen den Schluss zu, dass sich die Tiere, die mit Mischplankton gefüttert wurden, etwas schneller und besser entwickeln, so dass sich der Ductus pneumaticus früher zurückbildet.

Diese Arbeit konnte einen eindeutigen Einfluss der Ernährung auf die Entwicklung der Tiere zeigen. Die Fütterung mit Mischzooplankton resultiert in einer höheren Überlebensrate sowie in einer rascheren Entwicklung. Diese zeigt sich vor allem durch den frühen Abschluss der Entwicklung des Schwimmblasenkomplexes.

7. Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Manfred Walzl bedanken, dass er mir die Möglichkeit gegeben hat, dieses interessante Thema unter seiner Aufsicht durchzuführen. Auch möchte ich mich für die guten Ratschläge bedanken, die er mir in meiner Zeit auf dem Department gegeben hat.

Besonders herzlich möchte ich mich bei Dr. Daniel Abed-Navandi bedanken. Nicht nur dafür, dass er mir das Material aus dem Haus des Meeres zur Verfügung gestellt hat, sondern auch dafür, dass er mir jederzeit sehr hilfreich zur Seite gestanden ist. Ohne ihn wäre diese Arbeit nie zustande gekommen.

Ebenfalls möchte ich mich sehr herzlich bei Dr. Livia Rudoll bedanken, die mir so geduldig und nett mit Rat und Tat geholfen hat.

Vielen Dank auch an Professor Dr. Andreas Wanninger für das Einverständnis und die Erlaubnis der Durchführung dieser Arbeit auf seinem Department der Integrativen Zoologie.

Auch möchte ich mich bei Dr. Thomas Schwaha für seine wertvollen Tipps bei der Rekonstruktion bedanken.

Meinem Freund Bernd möchte ich besonders für seine Geduld und Aufmunterung während der turbulenten Diplomarbeitszeit danken.

Meinem Vater danke ich für die Unterstützung bei meiner Arbeit und dass er mir immer Mut gemacht hat auch wenn mal etwas nicht nach meiner Vorstellung geklappt hat.

Meinen Kollegen danke ich für die nette und sehr lehrreiche gemeinsame Zeit auf der Uni. Ganz besonders möchte ich mich bei Franziska bedanken die mir eine gute Freundin und Stütze war.

Und zum Schluss noch ein großes Danke an die lieben Helferlein, die meine Arbeit korrekturgelesen haben.

8. Literatur

Bailey H. C. , Doroshov S. I. , (1995). The duration of the interval associated with successful inflation of the swimbladder in larval striped bass (*Morone saxatilis*). *Aquaculture* 131: 135-143.

Ball E. G., Strittmatter C. F., Cooper O., (1955). Metabolic studies on the gas gland of the swim bladder. *The Biological Bulletin*, 108(1):1-17.

Berenbrink M., (2007). Historical reconstructions of evolving physiological complexity: O₂ secretion in the eye and swimbladder of fishes. *Journal of Experimental Biology*, 209:1641-1652.

Bergert B. A., Wainwright P. C., (1997). Morphology and kinematics of prey capture in the syngnathid fishes *Hippocampus erectus* and *Syngnathus floridae*. *Marine Biology*, 127(4):563-570.

Castro A. L. D. C., Diniz A. D. F., Martins I. Z., Vendel A. L., Oliveira T. P. R. D., Rosa I. M. D. L., (2008). Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. *Neotropical Ichthyology*, 6(4):637-644.

Chatain B., (1989). Problems related to the lack of functional swimbladder in intensive rearing of the seabass *Dicentrarchus labrax* and the sea bream *Sparus auratus*. In *Advances in Tropical Aquaculture*, 9:699-709.

Demska- Zakes K., Kowalska A., Zakes Z., (2003). The development of the swim bladder of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) reared in intensive culture. *Archives of Polish Fisheries*, 11(1):45-55.

Eckert R., (2002). Tierphysiologie. 4. durchgesehene Auflage, Georg Thieme, Stuttgart.

Fiedler K., (1991). Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Band II, Teil 2: Fische. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

Foster S. J., Vincent A. C. J., (2004). Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of fish biology*, 65(1): 1-61.

Giersberg H., Rietschel P., (1986). Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Band II, 2. überarbeitete Auflage, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

Helfman G. S., Collette B. B., Facey D. E., & Bowen, B. W., (2009). The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. 2 rd edn. Wiley- Blackwell

Hora M. D. S. C. D., Joyeux, J. C., (2009). Closing the reproductive cycle: Growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. *Aquaculture*, 292: 37-41.

Jacobs W., (1938). Untersuchungen zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 25(3):379-388.

Jacobs W., (1940). Die Schwimmblase der Fische als Schwebeorgan, nebst einigen Bemerkungen über die Gassekretion bei Staatsqualen. *Naturwissenschaften*, 28(3):33-43.

Jones F. H., Marshall N. B., (1953). The structure and functions of the theleostean swimbladder. *Biological Reviews*, 28(1): 16-82.

Koldewey H., (2005). Syngnathid Husbandry in Public Aquariums 2005 Manual. Project Seahorse, London, UK.

Kuiter R. H., (2000). Seepferdchen, Seenadeln, Fetzzenfische und ihre Verwandten, *Syngnathiiformes*. Ulmer, Stuttgart.

Lourie, S. (2003). Measuring seahorses. Project Seahorse Technical Report No.4, Version 1.0. Project Seahorse, Fisheries Centre, University of British Columbia. 15 pp.

Lourie S. A., Foster S. J., Cooper E. W., Vincent A. C. J., (2004). A Guide to the Identification of Seahorses. Project Seahorse and TRAFFIC North America, Washington D.C.

Lourie S. A., Vincent A. C. J., Hall H. J., (1999). Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation. Project Seahorse, London, UK.

Mai W., (2008). Koralie, Meeraquaristik Buchreihe: Seepferdchen im Meerwasseraquarium Pflege und Nachzucht. Natur und Tier- Verlag GmbH, Münster

Manzini C., (2010). Morphologie und Differenzierung des Darmtraktes bei gesunden und an der Gasblasenkrankheit leidenden *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae, Teleostei) Jungtiere. Diplomarbeit, Universität Wien.

Mulisch M., Welsch U., (Eds.), (2010). Romeis, Mikroskopische Technik. 18. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Nelson J. S., (2006). Fishes of the World, 4rd edn. Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey.

Payne M. F., Rippingale, R. J., (2000). Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched Artemia. Aquaculture, 188(3): 353-361.

Penzlin H., (2005). Lehrbuch der Tierphysiologie. 7. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, München.

Rauther M., (1925). Die Syngnathiden des Golfes von Neapel. Fauna e flora del Golfo di Napoli, 36. Mon., Berlin

Romer, A. S., (1976). Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 4. Auflage, Paul Parey, Hamburg- Berlin.

Rosa I. L., Dias T. L., Baum J. K., (2002). Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). Environmental Biology of Fishes, 64(4):378-378.

Trotter A. J., Pankhurst P. M., Morehead D. T., Battaglione S. C., (2003). Effects of temperature on initial swim bladder inflation and related development in cultured striped

trumpeter (*Latris lineata*) larvae. Aquaculture, 221(1): 141-156.

Vincent A. C. J., (1990). Reproductive Ecology of Seahorses. PhD Thesis, Cambridge University, U.K.

Willadino L., Souza-Santos L. P., Mélo R. C. S., Brito A. P., Barros N. C. S., Araújo-Castro C. M. V., Galvao D. B., Gouveia A., Regis C. G., Cavalli, R. O., (2012). Ingestion rate, survival and growth of newly released seahorse *Hippocampus reidi* fed exclusively on cultured live food items. Aquaculture, 360-361: 10-16

Woods C. M. C.,(2000). Improving initial survival in cultured seahorses, *Hippocampus abdominalis* Leeson, 1827 (Teleostei: Syngnathidae). Aquaculture, 190: 377- 388.

Wooten W., (2003). Gas Bubble Disease. www.seahorse.org/library/articles/GBD.shtml, 7.8. 20113, 13:30 Uhr

Ziswiler V., (1976). Spezielle Zoologie- Die Wirbeltiere, Band I: Anamnia. Georg Thieme, Stuttgart.

9. Curriculum vitae

Persönliche Daten

Name: Schöll Yvonne

Geboren am: 14.09.1987

Nationalität: Österreich

Adresse: Leskygasse 3/9/4 1220 Wien, Österreich

Tel.: 069910579234

E- mail: yvonne.schoell@gmx.at

Schul Ausbildung

2006 Maturaklasse und Matura im Frühling 2006 in Znaim, Tschechien

2002- 2005 Oberstufe bis Maturaklasse in Wien

Studienverlauf

WS 06/07- SS 12/13 Diplomstudium der Biologie an der Universität Wien

Schwerpunkt: Zoologie

Titel der Diplomarbeit: Entwicklung und Differenzierung der Schwimmblase beim Seepferdchen *Hippocampus reidi* (Ginsburg 1933) innerhalb der ersten Lebensstage unter verschiedenen Fütterungsbedingungen

Bisherige Tätigkeiten und Anstellungen:

SS 13 Tutorin für die Lehrveranstaltung „Baupläne der Tiere II“ (LV- Nr.:300146) an der Universität Wien

Seit März 2012 Mitarbeiterin im Besucherservice des Tiergarten Schönbrunn, Kindergeburtstagspartys

2005- 2011 Assistentin in der Tanzschule Elmayer

