© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Beiträge zur physiologischen Methodik mariner Thiere.

1. *Aplysia.*

Von

Dr. W. Straub,

Privatdocent in Leipzig.

Mit Tafel 17 und 5 Figuren im Text.

Mit der folgenden Mittheilung bezwecke ich, meine persönlichen Erfahrungen beim physiologischen Experimentiren mit Schnecken der Gattung *Aplysia*, wie ich sie im Laufe fortgesetzter Arbeiten gewonnen habe, allgemein zugänglich zu machen. Da es sich hierbei um Persönliches handelt, scheint mir ein Eingehen auf die spärlichen technischen Angaben anderer Forscher, die das gleiche Thier behandelten, oder gar eine Kritik derselben, entbehrlich.

Ich bin mir der Lückenhaftigkeit meiner Mittheilungen wohl bewusst und wage damit nur in die Öffentlichkeit zu treten in der Hoffnung, dass das Beispiel bei andern Forschern Nachahmung finden wird. Bedenkt man, bis zu welcher Höhe der Detailarbeit unsere schulphysiologische Technik ausgearbeitet ist, so mag ein ähnliches Unternehmen für die Objecte einer zukünftigen vergleichenden Physiologie um so mehr am Platze sein, wenn es bei Zeiten begonnen ist. Da ja auch in der Physiologie der Weg zum Allgemeinen über das Gebiet des Speciellen führt, so dürfte die Bekanntgabe auch solcher technischer Erfahrungen gerechtfertigt sein, die nur bei der Untersuchung des »Falls« gewonnen wurden.

Die Gattung *Aplysia* scheint mir physiologisch werthvoll zu sein, weil die Thiere mit größter Leichtigkeit und Klarheit für das Experiment zu präpariren sind, weil sie ganz und in Theilen außerordentlich lange am Leben bleiben und schließlich mit Leichtigkeit zu allen Jahreszeiten in großer Menge gefunden werden, Eigenschaften, die das Thier zum physiologischen Hausthier machen könnten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Forscher, der zur Bearbeitung einer allgemeinen Idee ein specielles, marines Thier sucht, wird nur in den seltensten Fällen so präcise Vorstellungen von der Anatomie und Topographie des lebenden Thieres haben, dass er darauf hin sich seinen Arbeitsplan zurecht legen könnte. Meistens ist er auf die Abbildungen der Zoologen angewiesen. Diese sind aber, da von ganz anderen Gesichtspunkten aus gefertigt, für den Physiologen nur wenig brauchbar. Sie sind entweder auf einen bestimmten Zweck hin schematisirt, oder, wenn naturgetreu gefertigt, nicht geeignet, dem Beschauer eine genügende Raumvorstellung zu geben.

Ich habe versucht, durch Mitgabe einiger stereoskopischer Abbildungen diesem Übelstande so gut wie möglich abzuhelfen. Herrn Dr. E. Schoebel in Neapel bin ich für die liebenswürdige Ausführung der Aufnahmen zu besonderem Danke verpflichtet.

Über die wichtigsten äußeren Merkmale der *Aplysia* orientirt die rechte Figur auf Taf. 17, die ein Thier ungefähr in der Weise darstellt, wie es seine eleganten Fliegbewegungen im Wasser ausführt. Die schematische Abbildung Fig. 1 enthält die Benennungen etc. der einzelnen sichtbaren Theile. Nimmt man eine *Aplysia* aus dem Bassin

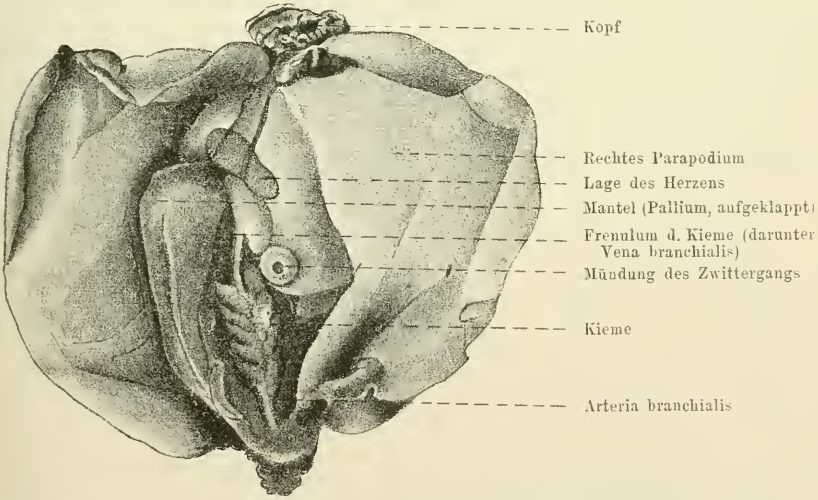

Fig. 1 (Copie der rechten Figur auf Taf. 17).

heraus, so ballt sie sich sofort zu einem formlosen Klumpen zusammen, an dem nur Andeutungen von Organisation sichtbar werden. Legt man das Thier auf seine Bauch- (Fuß-) Seite, so kann man

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich durch Auseinanderdrängen der beiden Parapodien[1] (Fig. 1) und Aufheben der Kiemenbedeckung (Fig. 1 Mantel), die noch das Schalenrudiment in sich enthält und desshalb gegen die Kieme hin federt, zu dieser und den in ihrer Nähe gelegenen wichtigen Punkten Zugang verschaffen. Die Orientirung ist indess in der Praxis nicht so einfach, wie es nach der Abbildung (Taf. 17 rechte Fig.) erscheinen mag. Denn auf die ersten Berührungen hin secernirt das Thier große Mengen seines intensivst färbenden dunkelblauen Farbstoffes oder seiner weißen, opaken (*Apl. depilans*) Flüssigkeit, so dass alle Details seiner Zeichnung verschwinden. Die Kenntnis der rechten Figur auf Taf. 17 wird aber die Orientirung ermöglichen[2].

Physiologische Eingriffe sind an dem intacten lebenden Thier nicht gut möglich, da einerseits bei dem offenen venenlosen Kreislaufsystem der Thiere ein Schnitt in der Nähe interessirender Organe die Verblutung im Gefolge hätte, andererseits auch eine genügend sichere mechanische Fixirung nicht ausführbar ist.

Für die Einverleibung von Giften in den Organismus des Thieres ist es nicht angezeigt, die eventuelle Injection in eines der Parapodien vorzunehmen, da die Verbreitung des Giftes dann hauptsächlich auf dem Wege der Hydrodiffusion erfolgt, eventuell auch durch locale Muskelcontracturen das betreffende Parapodium von der Circulation mechanisch ausgesperrt werden kann. Weit sicherer ist die allgemeine Verbreitung des Giftes zu erreichen, wenn man die Injection in die von außen kenntliche Vena branchialis vornimmt, die wegen ihrer Lage unter dem Frenulum der Kieme (Fig. 1) leicht zugänglich ist.

Für die Bearbeitung und das Studium der inneren Organe der *Aplysia* ist eine klare Übersicht des Situs und sichere Fixation unerlässlich. Man öffnet das Thier längs der Medianlinie auf der Fuß- (ventralen) Fläche, indem man mit einer geknöpften Schere etwa 1—2 cm weit vom aboralen Pole den Einschnitt beginnt. Schon der erste Einstich lässt das Blut[3] in starkem Strahle ausströmen;

[1] Die gesperrt gedruckten Organbenennungen sind auf den Abbildungen im Text wieder zu finden.

[2] Vor Anfertigung der Figur wurde das Thier durch 2tägigen Aufenthalt in Chloroformseewasser, das durch Salzsäure schwach angesäuert war und durch Zusatz von Formol härtend wirkte, entfärbt.

[3] Eine dem Seewasser isotonische (3,4% NaCl Salzlösung mit äußerst wenig corpusculären Elementen und minimalen Mengen gelösten Eiweißes. Es gerinnt spontan nicht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man fängt es in einem bereitgehaltenen Gefäße auf und kann so von einem Exemplar bis zu 500 ccm einer idealen physiologischen Salzlösung erhalten. Oftmals wulsten sich die Schnittränder so stark auf, dass sie das Lumen verschließen; man erweitert dann den Schnitt gegen den Mund zu und erhält neues Blut. Die Verunreinigung des

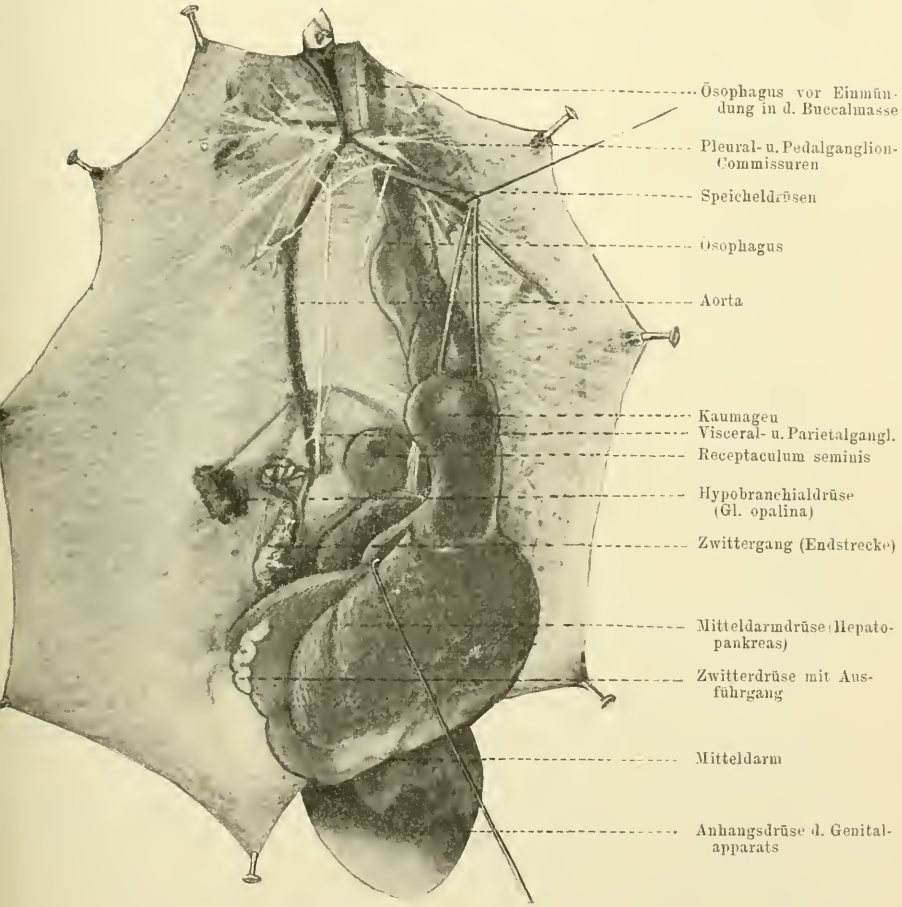

Fig. 2.

Blutes durch das blaue Hautsecret wird man bald zu vermeiden lernen, geringe Beimengungen desselben schaden übrigens gar nichts. Erst wenn man genügend Blut gewonnen hat, erweitert man den Schnitt bis aufwärts unter die Buccalmassen (Fig. 4*a*). Übt man mit der Schere einen Zug nach oben aus, so wird niemals eins der Organe verletzt werden. Darauf nagelt man mit starken Nägeln

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und unter energischem Zuge nach außen an den Schnitträndern das Thier auf ein Brett und hat nun ein Präparat, das alle Einzelheiten ohne Weiteres klar und übersichtlich zeigt und in feuchter Kammer Tage lang überlebt (Fig. 2).

Verdauungsorgane. Die Buccalmasse ist in Fig. 2 nicht mehr sichtbar, da der Schnitt nur bis zur Ausmündung des Ösophagus aus derselben geführt wurde. Wohl aber zeigt sie Fig. 4*a*. Der Ösophagus ist ein muskulöser weiter Sack, dem seitlich frei die beiden Speicheldrüsen (Fig. 2) anliegen. Das Ende des Ösophagus ist scharf vor dem 1. Kaumagen sichtbar, noch besonders charakterisirt durch die Befestigungsstellen der Speicheldrüsen, die hier übrigens keinen Ausführgang in den Magen haben.

Die Speicheldrüsen sind gut innervirt, und die zugehörigen Nerven unschwer zu finden. Die Drüsen sind außerdem reichlich von Gefäßschlingen umsponnen, die durch Injection[1] von Farbstoff in irgend ein größeres Gefäß kenntlich gemacht werden können.

Der Magen besteht aus zwei Abtheilungen: die 1., kleinere, enthält die großen Hornzähne, die 2. die kleinen hakenförmigen. Dieser zweite Magen grenzt äußerlich an das Hepatopankreas, die große schwarzbraun gesprenkelte Mitteldarmdrüse, in der in einigen Windungen der Anfangs- und Mitteldarm verschwinden; in Fig. 2 ist noch ein Stück Mitteldarm sichtbar. Der Enddarm mündet in der Nähe der Arteria branchialis nach oben ins Freie (Fig. 3 und Stereoskopbild Taf. 17 mittlere Fig.). Die Gefäße für Magen und Mitteldarm zweigen am Beginn der Crista aortae (s. unten) in großen, leicht injicirbaren Stämmen ab.

Das Nervensystem ist aus den Figg. 2, 3, 4 und Taf. 17 mittl. Fig. leicht zu überblicken; für das Studium isolirter Nerven scheinen mir besonders die Commissuren zwischen Pleural-Pedal- wie den Visceral-Parietalganglien geeignet, die von weit größerer Länge als etwa ein Froschischiadicus zu erhalten sind. Da die Fasern an beiden Enden an Ganglien sitzen, so könnte man hier auch an ganzen Neuren arbeiten.

[1] Zur Injection des Arteriensystems der Visceralorgane empfehle ich den in Fig. 2 und 4*a* sowie auf dem Stereoskopbild Taf. 17 mittl. Fig. sichtbaren linken rechts und links vom Beschauer aus gerechnet Hautmuskelast der Aorta zu wählen, der in allen Fällen weit genug ist, um Canülen von 1—3 mm Lumen aufzunehmen. Lösliche Farbstoffe sind wegen des Fehlens der Venen weniger geeignet als gefärbte Niederschläge. Ich hatte immer guten Erfolg mit der Injection einer Aufschwemmung von *Eledone*-Tinte in *Aplysia*-Blut.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der **Genitalapparat** besteht aus der Zwitterdrüse, intensiv hellgelb gefärbt und seitlich der Mitteldarmdrüse angelagert, der kirschgroßen Anhangsdrüse, aus hell- und dunkelgelben Schichten aufgebaut, mit ihren Secretleitern und Ausführgängen (Figg. 2 u. 3 sowie Taf. 17 linke Fig.). Ferner dem Receptaculum seminis, einer graubraunen, flottirenden Kugel (Fig. 2), und dem Penis (weiß, links oben auf Figg. 2 u. 3 sowie Taf. 17 mittlere Fig.).

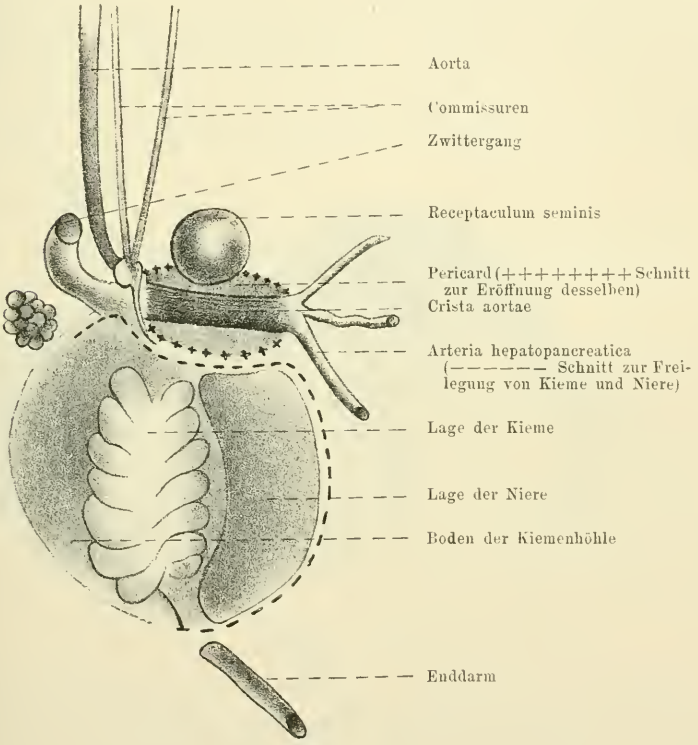

Fig. 3.

Das Ineinandergreifen der Componenten des Genitalapparates sowie etwaige aus ihrer Morphologie und Histologie deducirbare Functionen sind übrigens noch recht unklar, ebenso die Bedeutung der gelatinösen, himbeerförmigen, weißlichen Gl. opalina oder Hypobranchialdrüse (Fig. 2).

Der Zugang zu Herz, Niere und Kieme wird frei nach Entfernung der bisher behandelten Organe. Man schneidet den Ösophagus hoch oben durch und zieht unter Durchschneidung der feinen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Membranen (Fig. 4*b* und Taf. 17 linke Fig.), die sie an die Körperwand befestigen, die ganzen Visceralorgane ab; zuletzt hängt dann das ganze Organconglomerat noch am Enddarm und dem Genitalausführgange, die durchschnitten werden.

Will man am Herzen arbeiten, so achte man darauf, dass die in der Gegend des Kaumagens abgehenden großen Gefäßstämme möglichst weit geschont, eventuell unterbunden werden.

Nach Entfernung der Eingeweide liegen die Verhältnisse vor, wie sie die schematische Figur 3 zeigt. Man sieht im Pericard meistens das Herz pulsiren. Es ist bedeckt von der sog. Crista aortae (Fig. 3), dem Pericardtheile, in dem die Aorta nach Abgabe der visceralen Äste (Fig. 3) parallel und über dem Ventrikel verläuft; erst in der Nähe des Visceralganglions wird das Gefäß frei.

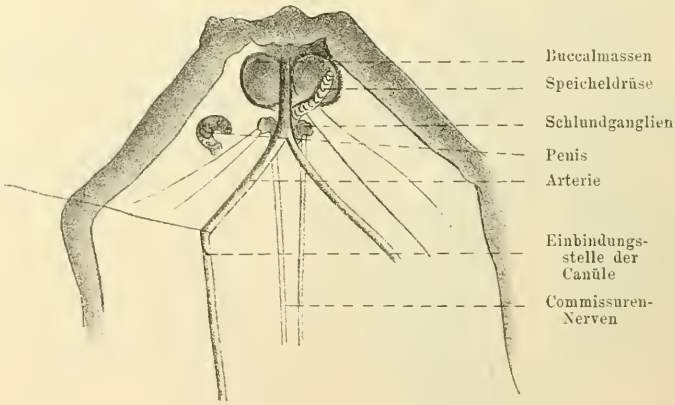

Fig. 4*a* Theil der mittleren Figur auf Taf. 17).

Zur Freilegung des Herzens entfernt man zunächst die Samentasche, was fast nie ohne deren Verletzung geht; dann fasst man die Crista aortae am Abgang der Aorta (Fig. 3) und führt einen Schnitt in der Richtung der + + + + Linie. Klappt man den so gebildeten Lappen in die Höhe (Fig. 3 Crista aortae), so liegt das Herz frei, wie Fig. 4*b* und Taf. 17 linke und mittlere Fig. zeigen.

Will man am isolirten, ausgeschnittenen Herzen arbeiten, so legt man zweckmäßig noch in situ eine Ligatur unter die Atrioventriculargrenze, die man über die vom gespaltenen Vorhof her bis in den Ventrikel eingeführte Canüle festbindet; man schneidet nun den Vorhof gegen die Kieme hin ab. Das Präparat hängt dann noch an der Crista aortae und ihren Visceralästen. Will man mit dem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Organ als pulsirendem Sack nach Analogie des Wirbelthierherzens arbeiten, so unterbindet man mit einer Ligatur sämmtliche vom Cristaende des Ventrikels abgehende Arterien. Die Capacität eines Ventrikels schwankt zwischen 0,5 und 1,5 ccm. Der maximale Druck (isometrisches Maximum) beim Füllungsmaximum beträgt etwa 30 bis 50 mm Quecksilber. Gegen einen Druck von etwa 5—10 cm Wassersäule kann ein derartiges Präparat Stunden lang arbeiten.

Der Vorhof ist viel zarter als der Ventrikel und wird schon bei wenigen Millimetern Wasserdruck prall gefüllt. Seine dynamischen Leistungen sind mir nicht bekannt.

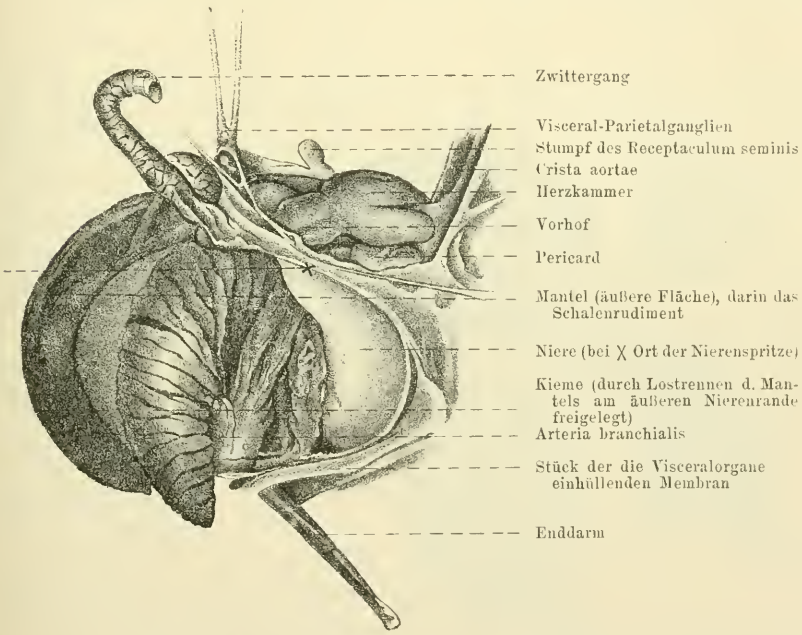

Fig. 4*b* (Copie der linken Figur auf Taf. 17).

Will man bei unverletztem Vorhof arbeiten, so kann man die blutzuführende Canüle von der Vena branchialis her einführen, nachdem man vorher die Kiemenhöhle durch einen Schnitt in der Richtung der - - - - - Linie (Fig. 3) freigelegt hat.

Die Vena branchialis ist sehr kurz und starrwandig; man muss kurz abgesetzte Canülen unter merklichem Druck einführen, die die Canüle fixirende Ligatur muss tief nach unten bis unter das Frenulum (Fig. 1 und Taf. 17 rechte Fig.) mit der Nadel geführt werden. Bei allen Eingriffen an der Kieme wird viel Farbstoff producirt,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man muss sich also vor der Präparation Klarheit über die Situation verschaffen.

Schwieriger als die Einführung der Canüle in die Vena branchialis ist die in die Arteria branchialis[1] (Fig. 4). Hierzu sind besonders kurz abgesetzte und nicht sehr weite Röhren nöthig. Ein dauernder Zug an der Canüle von der Einbindungsstelle weg sorgt dafür, dass der Zufluss kein mechanisches Hindernis findet. Auf diese

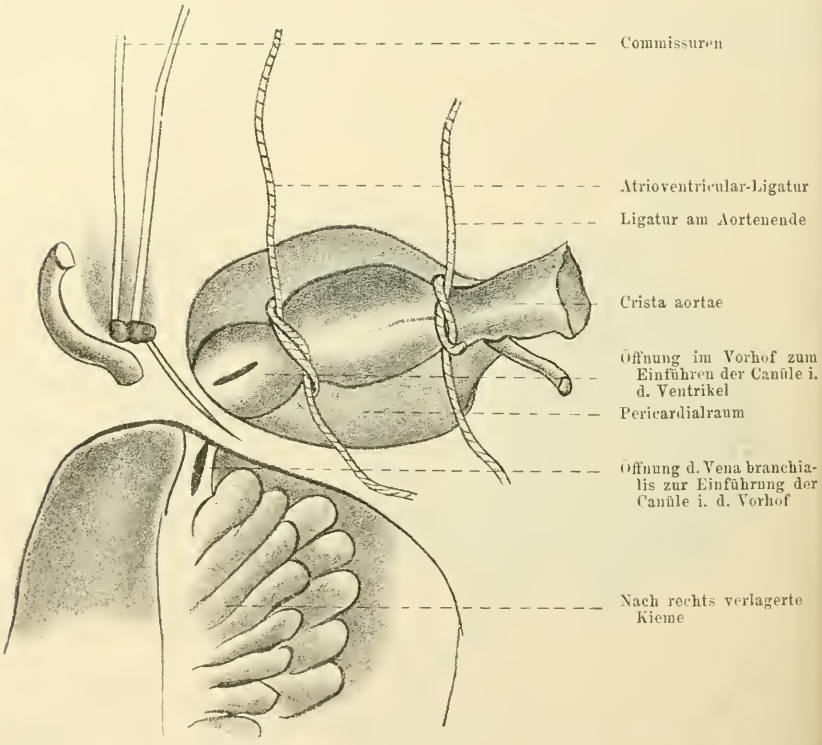

Fig. 5.

Weise lassen sich zum Studium der Functionen des Kreislaufs und Athmungsorgans in situ folgende Combinationen durchführen, die durch die schematische Abbildung Fig. 5 und Taf. 17 linke Fig. illustrirt sind.

1. Ventrikel allein: Canüle durch den Vorhof in den Ventrikel, eventuell zweite Canüle in der Aorta in ihrem Verlauf in der Crista; dabei sind alle Klappen ausgeschaltet.

[1] Im Stereoskopbild nicht sichtbar.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2. Vorhof + Ventrikel: gebogene Canüle durch die Vena branchialis in den Vorhof; Canüle in der Aorta, dabei functionirt die Atrioventricularklappe, eventuell auch der klappenartig wirkende Muskelwulst am Ursprung der Crista aortae.
3. Kieme + Herz: Canüle in der Arteria branchialis und Aorta; dabei kann die Innervation der Kieme studirt werden, während bei
4. Kieme allein, Canüle in der Vena branchialis und Arteria branchialis, die Nerven nicht genügend gesichert sind. Bei dieser Anordnung lässt sich indess der Chemismus der Athmung, eventuell auch an der aus dem Thiere ausgeschnittenen Kieme untersuchen.

Bei allen Untersuchungen am Herzen, in situ und am isolirten, ist darauf zu achten, dass das Organ nicht zu lange leer bleibe. Es pulsirt nur, wenn es voll ist, und erleidet durch Unthätigkeit (Venosität = CO_2-Vergiftung) leicht dauernde Schädigungen. Dieses starke Ventilationsbedürfnis des Herzens macht sich übrigens auch bei der Untersuchung der Dynamik des Organs bemerkbar, so dass bei Messungen des Drucks etc. möglichst kurze Rohrverbindungen zu den Manometern gewählt werden müssen. Aus demselben Grunde wird man auch bei längeren Untersuchungen des isometrisch arbeitenden Herzens der Luftübertragung vor der Flüssigkeitsübertragung den Vorzug geben oder geben müssen und die theoretisch einwandfreiere Flüssigkeitsübertragung sich nur zur Controlle der auf die andere Weise gewonnenen Resultate reserviren.

Die Präparation der Niere dürfte aus Fig. 3 und 4*b* sowie dem Stereoskopbild Taf. 17 linke Fig. klar werden. Genauere technische Erfahrungen habe ich darüber nicht gesammelt.

Will man größere Mengen **Hautsecret**, also den blauen und weißen Farbstoff gewinnen, so kann man zweckmäßig am unfixirten, also uneröffneten Thiere die ganze Kieme ausschneiden, an der immer die Hauptmasse des Secrets sitzt. Der Farbstoff löst sich leicht in Wasser, etwas weniger in Chloroform und Äther, giebt mit Säuren und Alkalien Farbenumschläge, ist aber an der Luft sehr unbeständig. Will man die Thiere erhalten und concentrirtere Lösungen des Farbstoffs gewinnen, so legt man unterhalb der Buccalmassen den Kopf in eine Fadenschlinge und hängt die vorher vom Seewasser durch rasches Abtrocknen mit einem Tuche befreiten ganzen Thiere vertical über eine Schale; der Farbstoff tropft dann langsam ab, mehr-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

maliges Reiben der Kiemengegend mit einem scharfkantigen Glasstab beschleunigt die Secretion. Nach einer Viertelstunde ist meistens aller Farbstoff erhalten, der überhaupt zu bekommen ist, und das Thier kann wieder ins Bassin zurückgesetzt werden.

Wird der so gewonnene Farbstoff in evacuirten Glasröhren aufbewahrt, so hält er sich Monate lang unzersetzt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin.

Lith. Anstalt v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel

Jahr/Year: 1903/04

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Straub W.

Artikel/Article: Beiträge zur physiologischen Methodik mariner Thiere, 1. Aplysia. 458-468