

(Aus dem zoologischen Laboratorium der Reichs-Universität Utrecht und aus der zoologischen Station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging im Helder.)

BEOBACHTUNGEN ZUR MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE  
DER LERNAEOCERA BRANCHIALIS L. UND DER LERNAEO-  
CERA LUSCI BASSETT-SMITH (CRUSTACEA PARASITICA).

Von

J. H. SCHUURMANS STEKHOVEN jr. (Utrecht).

Mit 28 Textabbildungen.

(Eingegangen am 20. Mai 1936.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Einführung . . . . .	659
2. Wann infizieren sich die Kabeljaue? . . . . .	660
3. Ist der Name <i>Lernaocera branchialis</i> wohl zutreffend? . . . . .	665
4. Wie lange lebt <i>Lernaocera</i> auf ihrem Endwirt? . . . . .	666
5. Lebensdauer der <i>Lernaocera branchialis</i> L. außerhalb des Endwirtes . . . . .	667
6. Die Farbe der Lernaoceren . . . . .	669
7. Die Befestigung der <i>Lernaocera branchialis</i> L. im Endwirt; reaktive Änderungen des Wirtsgewebes . . . . .	676
8. Die gestaltlichen Umänderungen des Körpers von <i>Lernaocera branchialis</i> L. und von <i>Lernaocera lusci</i> während des Aufenthaltes auf dem Endwirt . . . . .	689
9. Unterschiede zwischen <i>Lernaocera branchialis</i> L. und <i>Lernaocera lusci</i> BASSETT-SMITH . . . . .	694
10. Zusammenfassung . . . . .	695
11. Literatur . . . . .	696

1. Einführung.

Zu den häufigsten parasitischen Copepoden gehört zweifelsohne *Lernaocera branchialis* L., dessen Abbildung wohl in keinem Lehrbuch der Zoologie fehlt. Dieses Tier wird vielfach als Schulbeispiel für parasitäre Degeneration und Umgestaltung eines Tiertypus aufgeführt. Jeder Zoologe, der sich an einer marinen zoologischen Station mit Gadiden (Schellfischen) beschäftigt hat, wird auch diesen oder jenen Vertreter der Gattung *Lernaocera*, der durch seine tiefrote Farbe sofort auffällt, mit Interesse betrachtet haben. Man sollte meinen, daß dieses Tier wohl zu den allerbest bekannten, marinen Tieren gehört. Bei genauerem Studium und eingehenderer Betrachtung erwies sich diese Annahme aber als verfehlt.

Während eines Aufenthaltes an der Zoologischen Station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging zu Helder von 2.—12. September 1935 habe ich zu allererst versucht, tiefer in die Biologie dieses auch dort häufigen Parasiten von *Gadus morrhua* L. (Kabeljau) durchzudringen. Während der kurzen, mir zur Verfügung stehenden Zeit war es mir nicht möglich, eingehende physiologische Versuche vorzunehmen, da dort die für solche Versuche benötigte Apparatur fehlte. Dennoch konnte ich verschiedenartige Beobachtungen machen, die interessante Probleme berühren und deshalb für künftige Untersuchungen, die ich dieses Jahr auszuführen hoffe, als Ausgangspunkt dienen mögen. Überdies sammelte ich ein umfangreiches Material von infizierten Jungfischen für histologische Studien der reaktiven Gewebsänderungen, die sich im infizierten Fisch vollziehen. In unterstehendem werden folgende Fragen behandelt.

1. Wann infizieren sich die Kabeljaue? 2. Ist der Name *Lernaeocera branchialis* wohl zutreffend? 3. Wie lange lebt *Lernaeocera* auf seinem Endwirt? 4. Wie verhält sich *Lernaeocera branchialis* außerhalb dieses Wirtes? 5. Woher stammt die Farbe der Lernaeoceren? 6. Die Befestigung der *Lernaeocera branchialis* im Endwirt, seine Nahrung und die reaktiven Änderungen, die er daselbst hervorruft. 7. Die gestaltlichen Umänderungen des Körpers von *Lernaeocera branchialis* während ihres Aufenthaltes auf dem Endwirt. 8. Unterschiede zwischen *Lernaeocera branchialis* L. und *L. luscii* BASSETT-SMITH.

In den verschiedenen Abschnitten, die sich hauptsächlich auf *L. branchialis* beziehen, werde ich zur gleichen Zeit übereinstimmende Beobachtungen an *L. luscii* erwähnen.

## 2. Wann infizieren sich die Kabeljaue?

Auf diese Frage geben uns weder TH. und A. SCOTT in ihrer Monographie: „The british parasitic Copepoda“, noch A. SCOTT in seiner Monographie über *Lernaeocera branchialis*“ in The L. M. B. C. Memoirs Nr. 6 oder WILSON in seiner „Revision of the Lernaeidae“ (1917) eine befriedigende Antwort. Offenbar haben die genannten Autoren über diese Frage keine Untersuchungen durchgeführt. Eine klare Einsicht in die obwaltenden Verhältnissen wäre nur zu bekommen, wenn man sich die Mühe gäbe, den Entwicklungszyklus von *Lernaeocera branchialis* während eines ganzen Jahres zu studieren unter Berücksichtigung von allen Faktoren, die diesen Zyklus bestimmen. Dabei sollte man sich nicht nur auf den Endwirt beschränken, sondern auch die Butte mit in Betracht ziehen. Wenn ich selbst auch wohl nie in der Gelegenheit sein werde, dieses Programm restlos auszuführen, so ist es mir doch schon jetzt möglich, aus eigenen Beobachtungen die mutmaßliche Infektionszeit der Kabeljaue näher anzugeben, als es vorher möglich war.

Bei dem vorliegenden Studium habe ich mich — aus Zeitersparnis und ökonomischen Gründen — auf junge, höchstens 1 Jahr alte Kabeljaue beschränkt. Im ganzen wurden von den untersuchten Fischen 23 Exemplare von diesem Parasit gesammelt. Unter den infizierten Fischen war Einzelinfektion Regel, mehrfache Infektion Ausnahme. Unter diesen 23 Exemplaren waren nur 2 in Besitz von Eiersäcken, so daß wir sie als erwachsen betrachten dürfen. Alle übrigen Parasiten waren unreif, mehrere anscheinend kurz vorher auf den Endwirt übergesiedelt, was sich aus der schlanken Körpergestalt (vgl. Abschnitt 8, S. 691, Abb. 16 bis 19) und dem Fehlen (bzw. nur undeutlichen Hervortreten der typischen S-Krümmung des Hinterkörpers) schließen ließ. Es war nicht daran zu zweifeln, daß die meisten Endwirte kurz vorher infiziert worden waren, mutmaßlich etwa im Juli, vielleicht in einem einzigen Falle, wo dem Körper des Parasiten jede Krümmung fehlte, auch im August.

Die jahreszeitliche Verteilung der Geschlechtsstadien dieses Parasiten auf den Butten (Pleuronectes), die bekanntlich als Zwischenwirte fungieren, kann uns hierüber nähere Auskunft geben, denn es ist klar, daß dem Maximum der Butteninfektion bald eine Masseninfektion des Endwirtes folgen wird, wenn es uns gelingt, für die Butte festzustellen, daß die

geschlechtsreifen kopulationsfähigen Männchen und Weibchen der *Lernaeocera* daselbst nur kurze Zeit verweilen, um nach einer offenbar kurzdauernden, planktonischen Periode auf die Kabeljaue überzusiedeln.

Die Literatur bringt uns hierüber nichts Zuverlässiges. Die wenigen Beobachtungen, die ich selber zu dieser Frage machen konnte, genügen aber, um unsere Einsicht zu vertiefen. So fanden sich in der parasitären Copepodensammlung des Brüsseler Museums (SCHUURMANS STEKHOVEN 1935) 2 am 6. 4. 33 in der Nordsee gefangene Butten, deren Kiemenfilamente dicht besetzt waren mit jungen Geschlechtsformen der *Lernaeocera branchialis* L. Fast jedes Filament trug an seiner angeschwollenen Spitze mehrere Parasiten. Es ist zwar von vornherein nicht absolut auszuschließen, daß die 2 von mir untersuchten Butten eine ausnahmsweise starke Infektion aufwiesen und deswegen für die Sammlung ausgewählt wurden. Aber wir dürfen mit auf Grund der Tatsache, daß dieser Parasit in unseren Gegenden häufig vorkommt, annehmen, daß infizierte Butten im April des genannten Jahres unschwer zu finden waren und eine maximale Infektion aufwiesen.

Neuerdings, am 6. 5. 36 empfang ich aus Helder 4 Butten, die ausnahmslos mit jungen Geschlechtsformen von *Lernaeocera branchialis* besetzt waren. 3 der 4 Fische waren mäßig infiziert, bei der 4. mußte die Infektion als ziemlich stark bezeichnet werden, denn mehrere Kiemenfäden waren mit einer ganzen Zahl von Geschlechtsformen gekrönt, und an einem einzigen stark besetzten Faden zählte ich nicht weniger als 16 Individuen, die sich dort angehäuft hatten.

Im September 1935 dagegen waren im Helder die Butten zwar noch allgemein infiziert, aber diese Infektionen waren ausnahmsweise sehr schwach, und statt vielen Hunderten Parasiten, die die beiden belgischen Butten hatten, variierte die Zahl der Parasiten, die sich an sämtlichen Kiemenfäden der infizierten Butten festgebissen hatte, höchstens zwischen 10 und 20. Hieraus erhellt, daß Anfang September 1935 die Butteninfektion in der Nähe vom Helder ein Ende nimmt.

Eine Kombination der erwähnten Tatsachen, führt mich unter Voraussetzung, daß sich der Lebenszyklus der *Lernaeocera branchialis* L. jedes Jahr etwa in derselben Weise wiederholen wird, zum Schluß, daß die maximale Infektion der Butten ins Frühjahr fällt, und zwar in den April und Mai. Dem Gipfel der Butteninfektion folgt eine fortwährend in Stärke und Umfang zunehmende Infektion bei den Gadiden, wie sich an jungen Gadiden desselben Jahrganges verfolgen läßt. Erwartungsgemäß wird der Höhepunkt der Gadusinfektion in Juni bzw. Juli erreicht, so daß wir danach das Alter der von mir im September auf jungen Gadiden angetroffenen *Lernaeoceren* auf höchstens 2—3 Monate bestimmen dürfen, was wohl auch mit dem Stadium der körperlichen Entwicklung und Umgestaltung der Parasiten übereinstimmt.

Einige der untersuchten Parasiten waren anscheinend jünger. Weiter ist folgendes zu bemerken. Ein von mir vorgenommener Versuch, in einem gut durchlüfteten Aquarium eine Entwicklung der in den Eiersäckchen der beiden erwachsenen Weibchen vorhandenen Eier zu erzielen, ergab als Resultat, daß zwar die darin vorhandenen Embryonen sich zu Nauplien entwickelten, daß letztere aber sich als sehr wenig lebenskräftig erwiesen. Es gelang nur einem geringen Prozentsatze derselben, sich aus ihren embryonalen Hüllen zu befreien. Ich nehme an, daß im allgemeinen die embryonale Entwicklung und die Infektion der Butten an den Anfang des Kalenderjahres fällt.

Wenn spätere Untersuchungen, wie ich erwarte, die vorhandenen Lücken in diesem Sinne ausfüllen werden, wird dies zugleich bedeuten, daß der Lebenszyklus der *Lernaeocera branchialis* L. einjähriger ist, so daß jedes Jahr nur eine Generation dieser Parasiten großgezogen wird.

Zu untersuchen bleibt, wie es mit der Infektion der Gadiden der verschiedenen Jahrgänge steht. So möchte man zu allererst wissen, zu welchem Prozentsatze die 1-, 2- bis vieljährigen Fische mit *Lernaeocera branchialis* behaftet sind. Diese Statistik soll die Verteilung der Parasiten in den verschiedenen Monaten des Jahres, ihre körperliche Beschaffenheit, somit die Häufigkeit der multiplen Infektionen umfassen und uns wennmöglich eine Einsicht gewähren in das Problem, ob bereits infizierte Fische im nächsten Jahre von neuem infiziert werden. Es ist zu entscheiden, ob nur im allerersten Jugendalter eine einmalige Infektion stattfinden kann und später erfolgende Versuche in dieser Richtung fehlschlagen, wenn das Wirtstier einmal mit Parasiten behaftet ist. Merkwürdigerweise begegnet man in den Sammlungen der Museen fast ausschließlich erwachsenen Weibchen mit Eiersträngen, vielfach auch Weibchen, die ihre Eierstränge bereits entleert haben, während ganz junge, wenige Monate alte Parasiten sich darin selten vorfinden oder überhaupt ganz fehlen. Wenn darin infizierte Fische vorhanden sind, wie es mehrfach der Fall ist (z. B. in der ausgedehnten Brüsseler Sammlung), so handelt es sich ausnahmslos um Fische von mindestens 2 Jahren, die nach meinen Beobachtungen immer mit voll ausgewachsenen *Lernaeocera*-Weibchen behaftet waren. Dies traf auch zu für die allerdings noch wenigen 2- und mehrjährigen Fische, die ich aus Helder zur Untersuchung und Demonstration für Kurszwecke empfing. Dies kann zweierlei zu bedeuten haben. Erstens ist aus der Seltenheit der jungen Stadien in den Sammlungen zu schließen, daß die Forscher ihre Aufmerksamkeit bei der Jagd nach Parasiten ausschließlich den älteren Fischen, denen ein gewisser Marktwert zukommt, zugewendet haben. Sie haben vielleicht auch ihre Ausbeute eben auf dem Fischmarkt, wohin die jungen, noch nicht ganz 1jährigen Fische kaum geraten, gesammelt. Wenn auf diesen älteren Fischen eventuell junge unentwickelte Weibchen der *Lernaeocera*

*branchialis* vorhanden gewesen sind, können diese leicht übersehen worden sein. Die jungen, noch nicht eiertragenden, schlankleibigen Weibchen bleiben bei älteren Fischen ganz unter den Kiemendeckeln verborgen, und sie verursachen auch kein Abstehen der Kiemendeckel, was aber durch hochschwängere *Lernaeocera*-Weibchen bewirkt wird. Zweitens muß man die Wahrscheinlichkeit einer nur einmaligen Infektion ins Auge fassen. Wie in dem Abschnitt über den Namen dieses Parasiten und in dem über den Zusammenhang zwischen Wirt und Parasit ausgeführt werden soll, ist tatsächlich der Prädilaktionsort der Ansiedlung äußerst beschränkt. Es bietet dieses Organ nur beschränkte Ansiedlungs- und Konkurrenzmöglichkeiten, so daß vor allem aus diesem Grunde die Wahrscheinlichkeit der nur einmaligen Ansiedlungsmöglichkeit stark in den Vordergrund tritt. Ganz abgesehen von der Frage, ob eventuell die erste Ansiedlung des Parasiten beim Wirt Immunitätsreaktionen hervorruft, die dem Eindringen anderer, später folgender Generationen von Parasiten ein Hindernis bieten.

Wenn dem so ist, und ich nehme es an, daß sich die Beziehungen zwischen *Lernaeocera* und *Gadus* wirklich so verhalten, wie ich bei der Besprechung der zweiten Möglichkeit erörtert habe, so werden Infektionen nur im ersten Jahr der Entwicklung des Wirtes stattfinden. Wir dürfen schließen, daß wenn 2-, 3- oder mehrjährige Kabeljaue mit erwachsenen Weibchen gefangen werden, die darauf sitzenden Parasiten etwa gleich alt sind wie ihre Wirte, eine endgültige Antwort auf diese Frage kann nur durch langjährige Studien dieser Fragen an einer marinen biologischen Station gegeben werden. Ich werde hier nur die Daten anführen, die ich in bezug auf die 1jährigen Kabeljaue ermittelte (Tabelle 1).

Positiv also 13,89% oder rund 14% der im Hel- der untersuchten Fische. Die meisten jungen Kabeljaue trugen nur einen einzigen Parasiten mit Ausnahme von einem Fisch vom 9. 9. 35 von 14,5 cm Länge und einem Gewicht von 25 g, der im ganzen 3 Parasiten aufwies, von

Tabelle 1. Zahl der infizierten Fische an den verschiedenen Tagen.

Datum	Zahl der untersuchten Kabeljaue	davon infiziert	negativ
3. 9. 35	43	4	39
4. 9. 35	12	—	12
5. 9. 35	12	1	11
6. 9. 35	16	4	12
7. 9. 35	11	1	10
9. 9. 35	17	3	14
10. 9. 35	13	3	10
11. 9. 35	13	3	10
Total	137	19	118

denen 2 in der einen, 1 in der anderen Kiemenhöhle saßen. Von den 2 erstgenannten Tieren saß das eine an der normalen Anheftungsstelle nahe dem Hinterrand der Kiemenhöhle und war im Besitz von Eiersäcken. Das zweite viel kleinere Exemplar fand sich unweit des vorderen Lippenrandes in demselben Kiemensack. Das dritte noch jüngere Tier fand sich

in der anderen Kiemenhöhle. Ich möchte hier besonders betonen, daß der erste Ansiedler, das Weibchen mit den Eiersäcken, sofort diejenige Stelle, die die besten Entwicklungsmöglichkeiten bietet, namentlich den Hinterrand des Kiemensackes als Eintrittspforte ausgewählt hat und dadurch dem zweiten Tier eine weit ungünstigere Stelle zur Festheftung überließ. Aus diesem Befund erfolgt gleichzeitig, daß schon im ersten Jahre, und zwar im Verlauf von nur einigen Monaten, eine Anhäufung von Parasiten auf dem Endwirt stattfinden kann.

Am 10. September wurde gleichfalls ein junger Kabeljau von 16 cm Länge und 37 g Gewicht gefangen, der 2 ganz junge Parasiten, die von einer gemeinsamen Kapsel umhüllt waren, enthielt. Man muß annehmen, daß sie wohl etwa zu gleicher Zeit ihren Wirt befallen haben, was sich auch aus dem Grad der Entwicklung der beiden Parasiten schließen ließ. Denn einer der beiden Parasiten, wohl derjenige, der eine physiologisch mehr bevorzugte Stelle einnahm, war nur unbedeutend weiter in seiner Entwicklung vorgeschritten als der zweite. Was nun die in der Literatur niedergelegten, damit in Zusammenhang stehenden Daten angeht, so hat SCOTT (1913) offenbar hauptsächlich auch nur junge, 1jährige Kabeljaue untersucht, denn er sagt: "Fullgrown females are not plentiful on the fishes caught in the vicinity of Piel. Two to four specimens have been found after examining numerous catches of young cod of one dozen each. The ratio thus varies from one in 3 fish (33%) to one in six (16%). In one or two instances two and sometimes three specimens were found on young cod eight inches long". Das stimmt also mit einem Alter von etwa 1 Jahr. Aus diesen Sätzen ist aber nicht herauszulesen, ob SCOTT nicht vielleicht einen Teil der ganz jungen, leicht übersehbaren, kurz vorher festgehefteten Parasiten unberücksichtigt gelassen hat. Sehr wahrscheinlich ist dies nicht, denn wie aus seinem Aufsatz hervorgeht, hat er einmal ein ganz junges Tier gefunden auf einem *Gadus merlangus*. Wir dürfen annehmen, daß SCOTTs Beobachtungen korrekt gewesen sind und deshalb aus den von SCOTT aufgeführten Daten hervorgeht, daß er seine Studien in einem anderen Monat ausgeführt hat als ich, d. h. zu einer Zeit, als keine jungen, eben festgehefteten Parasiten mehr vorhanden waren, da die Tiere dieses Entwicklungsstadium schon durchlaufen hatten. Auch dies würde uns zu dem Schluß führen, daß nur während einer kurzen Periode und nur einmal im Jahre eine Infektion des Endwirtes stattfinden kann.

Zusammenfassend darf folgendes geschlossen werden. Der Entwicklungszyklus von *Lernaocera branchialis* ist allem Anscheine nach ein 1jähriger Zyklus. Die Butten werden schon im Frühling, die Kabeljaue im Hochsommer bzw. beim Herbstbeginn infiziert. Die Weibchen wachsen in höchstens ein paar Monaten, vielleicht auch schneller zu eiersacktragenden Tieren heran. Die Butten verlieren ihre Infektion im Herbst fast oder ganz. Eine Erweiterung dieser Untersuchungen ist eine lohnende Aufgabe.

### 3. Ist der Name *Lernaeocera branchialis* wohl zutreffend?

Die Bezeichnung *branchialis* besagt, daß diese *Lernaeocera* die Kiemen befällt; doch trifft kaum etwas weniger zu als eben dieses. In allen von mir untersuchten Fällen war der Vorderkörper des Parasiten nicht in den Kiemenbögen befestigt, wie man erwarten sollte, sondern tief in die Körperwand versenkt. Alle Parasiten von den von mir im Helder untersuchten Fischen fanden sich an der proximalen Seite der Kiemenhöhle, also an der nicht mit Kiemenfäden besetzten Wand dieser Kammer. Der Vorderkörper des Parasiten war ausnahmslos durch die Körperwand

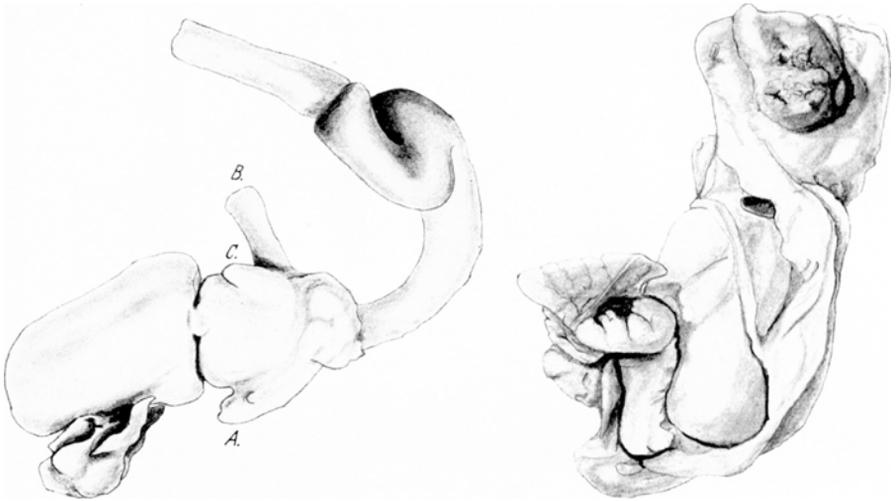


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1. Ein Herz von *Gadus morrhua*, in dessen Bulbus arteriosus eine *Lernaeocera branchialis*. Die beiden lateralen Hörner (A, B) und das dorsomediale Horn (C) des Parasiten stülpen das Gewebe der Wand hervor (A. PUNT del.).

Abb. 2. Parasitiertes Herz mit Gewebspfropf am Bulbus, von dem der Rest des Fibroms worin eine junge *Lernaeocera branchialis* steckte, abgebrochen ist (A. PUNT del.).

des Wirtes hindurchgedrungen und hatte dann, in der Leibeshöhle angelangt, die größeren Gefäße des Kreislaufes und das Herz aufgesucht. In den meisten Fällen (vgl. die Abb. 1), war der Parasit bis in die Wand des Bulbus arteriosus hineingedrungen und hatte sich da verankert. Die Hörner stülpen daselbst das auf die Anwesenheit des Parasiten durch Gewebswucherungen antwortende Gewebe der Bulbuswand vor sich her (vgl. auch Abschnitt 7), und sie können mitunter an der Außenseite dieses Organs hervortreten. So zeigte ein kurz vorher parasitiertes Herz von einem der untersuchten Fische an der Außenseite des Bulbus warzenförmige Erhebungen an denjenigen Stellen, wo sich die Hörner verankert haben (Abb. 1). Bisweilen gelingt es dem Parasiten nicht, das Herz zu treffen. Dies hat eine kleine Abweichung von der gewünschten Richtung zugeführt. Der Vorderkörper strebt dann an der dorsalen Seite

der ventralen Aorta vorbei und dringt mitunter selbst bis in die Kiemenhöhle der gegenüberliegenden Seite vor, wo er von neuem die Außenwelt erreicht.

In einem der untersuchten Fälle war die Verankerung in den Bulbus arteriosus so lose, daß der Gewebepropf, der den Vorderkörper des Parasiten umhüllte, beim Herauspräparieren des Herzens sich von der Wand des Bulbus löste. Die Wand sah an der gegebenen Stelle, die angeschwollen war, stark blutig aus, und auch das den Parasiten nahe umhüllende Gewebe war von feinen Kapillaren durchzogen (Abb. 2). Festzustellen war, daß der Proboscis des Parasiten nicht, wie man bei Betrachtung der anderen Herzen meinen könnte, seine Blutnahrung regelrecht aus dem Lumen der ventralen Aorta bezog. Das benötigte Blut wurde in diesem Falle der Wand, worin ein stark verzweigtes Geflecht von kollateralen Blutgefäßen entstanden war, entnommen. Wie das Gewebe der Wand des Bulbus auf den Parasit reagiert, soll in Abschnitt 7 eingehender besprochen werden.

Welche Reize *Lernaeocera* bei dem Aufsuchen der großen Blutgefäße und des Herzens leiten, läßt sich vorläufig nicht feststellen. Es ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß *Lernaeocera branchialis* sich gelegentlich mal an den Kiemenbögen selbst verankert, und dann aus den Kiemengefäßen seine Nahrung erhält, wenn Raumangel den Parasiten dazu zwingt. Normalerweise trifft dies aber gewiß nicht zu, im Gegensatz zu *Lernaeocera luscii*, die immer die Kiemenbögen als Wohnsitz wählt. Die abweichende Befestigung bei letztgenannter Art läßt es auch verstehen, warum die Verzweigung der Hörner bei *Lernaeocera luscii* anders gestaltet ist als bei *L. branchialis*. Wir müssen dem Verzweigungsmodus der Hörner bei den genannten Arten eine spezifische Bedeutung beilegen.

Daß *Lernaeocera branchialis* im eigentlichen Sinne nicht als Kiemenparasit gelten darf, geht auch aus der Literatur hervor. So bemerkt WILSON hierzu: "It is always found near the base of the gill arches with its head buried in the underlying tissues, close to the heart or the ventral aorta" und SCOTT sagt (1913): "The adult female is securely fastened to its host by strong branched horns in various parts of the gill arches. In many instances the head was found to have actually penetrated the ventral aorta."

#### 4. Wie lange lebt *Lernaeocera branchialis* auf ihrem Endwirt!

Die maximale Lebensdauer der *Lernaeocera branchialis* auf dem Endwirt wird man erst dann erkennen, wenn umfangreiche Daten über Infektion und Parasitenbesatz bei den verschiedenen Jahrgängen des Endwirts vorliegen. WILSON (1917) bemerkt in seiner Revision der Lernaeidae hierzu: "She [das Weibchen] finally burrows to the immediate vicinity of the heart or the ventral aorta, where the head is securely anchored by the outgrowth of branched chitinous horns. Here the

female remains a fixed parasite during the remainder of her life, which probably lasts a year or more." Daß die Parasiten auch kurzlebig sein können, geht aus einer Beobachtung von mir hervor. Ich fand an einem noch nicht ein Jahr alten Individuum von *Gadus morrhua* (12,5 cm lang, Gewicht 20 g) im Herzen die Überreste eines Parasiten (*Lernaeocera branchialis* L.), wovon nur noch der Kopfabschnitt vorhanden war, während die Weichteile bereits ganz verschwunden waren.

An dem von mir studierten Museumsmaterial (SCHUURMANS STEKHOVEN 1936) des Brüsseler Museums fanden sich nur erwachsene, eiertragende Weibchen oder Weibchen, die, wie sich aus dem Vorhandensein von leeren Eiersäcken schließen ließ, ihren Eiervorrat schon verloren hatten. Weiter hatte ich Gelegenheit, im ganzen 5 über 1 Jahr alte, mit Parasiten besetzte Individuen (3 im Juni 1935, 2 im Mai 1936) von *Gadus morrhua* zu studieren, von denen 4 je ein Weibchen mit voll ausgebildeten Eiersäcken enthielten, während der fünfte Fisch (Mai 1936) zwar ein erwachsenes Weibchen der *Lernaeocera*, aber ohne Eiersäcke, die offenbar noch nicht ausgebildet waren, in sich trug. In Übereinstimmung mit dem auf S. 664 Gesagten ist es klar, daß diese Parasiten nahezu ein Jahr alt sein müssen oder, wenn wir eine Infektion der Dorsche im Juli-August annehmen, doch wenigstens 10—11 Monate. In der Brüsseler Sammlung gab es neben zahlreichen auspräparierten Exemplaren der *Lernaeocera branchialis* auch welche, die zusammen mit und auf ihre Wirte konserviert worden waren. Diese Fische waren gleich lang wie die vom Helder untersuchten Fische. Es ist anzunehmen, daß die Tiere sich in ihrem zweiten Lebensjahr befanden. Es steht deshalb wohl fest, wie auch aus der Literatur hervorgeht, daß die *Lernaeocera branchialis* wenigstens 1 Jahr alt werden kann.

##### 5. Die Lebensdauer der *Lernaeocera branchialis* außerhalb des Endwirtes.

Nach SCOTT (1913) geht *Lernaeocera branchialis*, bald nachdem er aus dem Endwirt herauspräpariert worden ist, zugrunde. Wörtlich sagt er: "Specimens of *Lernaea* [er versteht darunter *Lernaeocera branchialis*] removed from their host and placed in sea-water do not appear to live longer than twelve hours. When removed from the fish and placed in sea-water the red colour disappears." Diesen Satz von SCOTT habe ich als Ausgangspunkt für meine Versuche gewählt. Ich habe täglich mehrere der mit großer Sorgfalt aus dem Wirt herauspräparierten Parasiten, die gründlich von Bindegewebsfetzen befreit worden waren [wobei ich besonders Sorge dafür trug, daß die Tiere auch nicht die geringste Verletzung bekamen], einzeln in unten und oben mit weitmäschiger Gaze abgeschlossene Zylinder in gut durchlüftetes Meerwasser gestellt und die Tierchen wenigstens 2 Mal je Tag, unter

Umständen auch öfter, auf ihre Lebenserscheinungen und Lebensfähigkeit untersucht.

Die Parasiten können, aber nur unter der Bedingung, daß auch nicht die geringste Verletzung vorhanden ist, und daß die Milieubedingungen ihnen günstig sind, leicht mehrere Tage am Leben erhalten werden. Sie bleiben ganz frisch und lebenskräftig. Im Gegensatz zu dem, was SCOTT darüber meldet, findet ein Farbloswerden nicht statt. Es findet selbst dann nicht sofort statt, wenn, wie aus anderen Umständen (siehe S. 670) geschlossen werden kann, der Tod eingetreten ist. Dieser glückliche Umstand wird es ermöglichen, in der Zukunft mit diesen Parasiten allerhand Versuche anzustellen. Hier möchte ich nur ganz kurz meine Beobachtungen über die Lebensdauer der *Lernaeocera branchialis* L. und der *L. lусci* BASSETT SMITH außerhalb des Wirtes zusammenfassen, Tabelle 2 und 3.

Tabelle 2. *Lernaeocera branchialis* L.

Tier	Beobachtungsdauer				Bemerkungen
	von		bis		
1 (Abb. 24)	3. 9. 35	10 <sup>00</sup> Vorm.	9. 9. 35	14 <sup>00</sup> Nachm.	Hat etwa 6 Tage gelebt, 15 <sup>22</sup> .
5 (Abb. 20)	6. 9. 35	10 <sup>00</sup> Vorm.	8. 9. 35	10 <sup>10</sup> Vorm.	Am 6. 9. 35 in Methylenblaulösung gebracht, hat darin noch nicht 2 Tage gelebt.
6 (Abb. 17)	6. 9. 35	16 <sup>00</sup> Nachm.	9. 9. 35	14 <sup>00</sup> Nachm.	Am 6. 9. 35 um 13 <sup>35</sup> in Neutralrotlösung gebracht, hat etwa 3 Tage gelebt.
7 (Abb. 18)	7. 9. 35	9 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	11 <sup>00</sup> Vorm.	Versuch abgebrochen. Tier dann 4 Tage am Leben.
9 (Abb. 23)	9. 9. 35	10 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Versuch abgebrochen als Tier schon mehr als 2 Tage lebte.
10	9. 9. 35	10 <sup>00</sup> Vorm.	10. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Tier lebte weniger als 1 Tag.
11	9. 9. 35	10 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Versuch abgebrochen. Tier hat mehr als 2 Tage gelebt.
12 (Abb. 21)	9. 9. 35	10 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Versuch abgebrochen. Tier hat mehr als 2 Tage gelebt.
13 (Abb. 19)	10. 9. 35	11 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Versuch abgebrochen. Tier hat mehr als 1 Tag gelebt.
14	10. 9. 35	11 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Versuch abgebrochen. Tier hat mehr als 1 Tag gelebt.
15	10. 9. 35	11 <sup>00</sup> Vorm.	11. 9. 35	13 <sup>40</sup> Nachm.	Versuch abgebrochen. Tier hat mehr als 1 Tag gelebt.

Aus obenstehenden Beobachtungen geht hervor, daß die Parasiten unter guten Gasaustauschbedingungen ohne Mühe 4—6 Tage am Leben gehalten werden können. Ein gleiches trifft wohl auch für diejenigen Parasiten zu, die mit ihren abgetöteten Wirten auf den Meerboden absinken. Sie werden daselbst inmstande sein, ihre toten Wirte um einige Tage zu überleben. Diese Zeit genügt, um etwaige in den Eiersträngen vorhandene Eier bzw. Embryonen zur Reife und zum Ausschlüpfen zu bringen. Wenn dem so ist, dann bedeutet es, wie ich behaupte, folgendes. Einmal, das Absterben des Wirtes bewirkt nicht zu gleicher Zeit das Zugrundegehen des Parasiten, und zweitens die jungen Cyclopsstadien des Parasiten geraten in die Nähe der bodenbewohnenden Zwischenwirte, der Butten.

Tabelle 3. *Lernaeocera lusci* BASSETT-SMITH.

Mit *L. lusci* habe ich der größeren Seltenheit wegen nur drei Versuche anstellen können.

Tier	Beobachtungsdauer				Bemerkungen
	von		bis		
2 (Abb. 26)	3. 9. 35	13 <sup>30</sup> Nachm.	11. 9. 35	11 <sup>00</sup> Vorm.	Tier hat im ganzen fast 8 Tage gelebt.
4	5. 9. 35	8 <sup>40</sup> Vorm.	9. 9. 35	14 <sup>00</sup> Nachm.	Hat etwa 4 Tage gelebt.
8 (Abb. 25)	7. 9. 35	12 <sup>00</sup> Nachm.	8. 9. 35	10 <sup>10</sup> Vorm.	Zeigte dann schon keine deutlichen Lebenszeichen mehr. War schon am Anfang des Versuches mit der Präpariernadel leicht verletzt. Hat vermutlich wohl nicht mehr als 12 Stunden gelebt.

Die Versuche mit *Lernaeocera lusci* haben also das oben für *Lernaeocera branchialis* Gefundene bestätigt. Auch die zu dieser Art gehörigen Weibchen sind inmstande, außerhalb ihres Wirtes noch eine Anzahl Tage ihr Leben zu fristen, um ihre Larven ausschlüpfen zu lassen, wie dies z. B. Tier 2 zeigte.

### 6. Die Farbe der Lernaeoceren.

Welches Kriterium muß man anlegen beim Beantworten der Frage, ob ein Parasit, den man vorsichtig aus seinem Zusammenhang mit dem Wirt herauspräpariert hat, lebt oder tot ist?

Wie kann man bestimmen, wann das Leben aufgehört hat? Wenn man SCOTT glaubt, dann müßte es möglich sein, aus dem Verlieren der roten Farbe des Parasiten zu schließen, daß dieser eingegangen ist. Wörtlich sagt SCOTT: «When removed from the fish and placed in sea-water the red colour disappears». Ein Blick in die Tabellen 2 und 3 wird genügen,

um zu zeigen, daß ein Ausbleichen der Parasiten, die aus den Endwirten herauspräpariert worden waren, nicht stattfand, auch dann nicht, wenn, wie unten näher besprochen werden wird, die Parasiten gestorben waren. Nur wenn eine Verletzung (sei es eine noch so geringfügige) vorhanden und Körperflüssigkeit ausgetreten war, folgte alsbald ein Verblässen. Bei Tier 8 von *Lernaeocera lusci* beobachtete ich, wie Bakterien in die Leibeshöhle hineingedrungen waren und sich dort üppig vermehrt hatten.

Wenn aber eine *Lernaeocera* ganz und gar unversehrt aus den wirtlichen Geweben freigemacht worden ist und in gut durchlüftetes Wasser gebracht wird, kann uns die Körperfarbe an sich über Tod oder Leben keinen Aufschluß geben. Denn selbst wenn das Tier nach gewisser Zeit gestorben ist, verliert es seine Farbe nicht sofort, behält diese wenigstens einen ganzen Tag, anscheinend selbst bedeutend länger bei.

Woran kann man denn sonst erkennen, daß eine bestimmte *Lernaeocera* lebt oder tot ist. Sollten wir SCOTT glauben, dann gibt es bei *Lernaeocera* nicht nur kein Herz oder Gefäßsystem, aber: "in the adult no movement of fluids could be observed which would indicate a blood circulation. The animal is" sagt er weiter, "probably dependent upon the blood sucked from its host for a supply of oxygen necessary to maintain life. It is therefore possible that the early death after removal from the fish is due largely to the inability to take up oxygen from the water." Nahezu wörtlich kann man dies bei T. und A. SCOTT in 1913 wiederholt finden. Eigenbewegung kommt den Parasiten auch nicht zu.

Während der Beobachtung frisch herauspräparierter Parasiten und bei der Kontrolle auf Lebensfrischeit dieser Tiere in den folgenden Tagen fiel mir eine starke Darmperistaltik auf. Nachheriges genaues Durchsuchen der Literatur lehrte mich, daß auch WILSON (1917) diese Peristaltik gesehen hat. Er bemerkt auf S. 28: "The walls of the stomach and intestine also contain both longitudinal and transverse muscle fibers which produce strong peristaltic movements, so that the food is moved about and pushed back and forth over every portion of the digestive epithelium." Diese Peristaltik, von SCOTT (1901) bei den Cycloplastiden bemerkt, ist, wie WILSON richtig beobachtet hat, vgl. seinen Ausdruck: „pushed back and forth“ umkehrbar. Sie bildet das unverkennbare Zeichen der Lebensfähigkeit des Parasiten unter den aufgeführten Versuchsbedingungen.

Zwar machen die Lernaeoceren in den ersten Stunden nach dem Herauspräparieren aus den wirtlichen Geweben, wie ich namentlich an *Lernaeocera lusci* sehr schön beobachten konnte, mitunter auch noch über einen Tag langsame suchende Bewegungen mit dem Proboscis. Sie sind selbst bedeutend länger zu solchen Bewegungen durch mechanische Reize zu veranlassen, aber das Kriterium der Darmperistaltik

ist seiner leichten Sichtbarkeit wegen selbst bei schwacher Vergrößerung den anderen weniger energischen Lebenszeichen weit überlegen.

Hat WILSON auch die Darmperistaltik richtig beobachtet, so ist WILSON doch offenbar die tiefere Bedeutung dieser Erscheinung entgangen. Freilich dient diese Peristaltik zweifelsohne auch dem Umrühren der Nahrung im Darm und dadurch der besseren und schnellen Verdauung des darin erhaltenen Blutes, das der Parasit dem Wirt entnommen hat. Aber dies liefert noch keine Erklärung für die Tatsache, daß bei einem so einfachen, „dudelsackförmigen“ Bau des Darmes das Tempo der Peristaltik so lebhaft ist, und daß dieser Peristaltik, wie ich unten näher ausführen werde, immer in ganz regelmäßigem Rhythmus eine Anti-peristaltik folgt.

Bevor ich auf dieses Problem näher eingehe, möchte ich zuerst die Frage behandeln, woher die rote Farbe des Parasiten rührt. Nur WILSON und SCOTT haben sich darüber geäußert, und bei beiden finden wir diese Frage in demselben Satz abgetan: „The colour of the living animal is a dark red, due to the contained blood.“ Aus dem Zusammenhang des Textes zeigt sich, daß wir diesen Satz, wie folgt, zu lesen haben: „Das Tier hat seine rote Farbe dem (vom Wirt) aufgenommenen Blut zu verdanken.“ Weder SCOTT noch WILSON haben aber das Problem, das hier verborgen ist, richtig erfaßt, wenn wir auch bei SCOTT (1901) Hinweise finden, daß er auf dem richtigen Weg war. Bei der Besprechung der Cyclopsstadien der *Lernaeocera branchialis* L. heißt es laut SCOTT: „No trace of blood between the alimentary canal and the integument as found in the adult has been observed in the young.“

Wenn wir diesen Satz in Zusammenhang bringen mit dem, was er weiter über die Farbe des Parasiten schreibt, und mit dem, was er als Ursache der Kurzlebigkeit des Parasiten, wenn dieser sich außerhalb des Wirtes befindet, schreibt (vgl. den oben S. 670 von SCOTT übernommenen Satz), so wird klar, daß SCOTT unter Blut in beiden Fällen dem Wirt entnommenes Blut verstanden hat. Offenbar hat SCOTT sich nicht weiter darum gekümmert, wie das wirtliche Blut die Darmwand des Parasiten passieren konnte, sonst hätte er diese merkwürdige Tatsache besonders betonen und erörtern müssen.

Dies brachte mich dazu, wenn möglich näheres über diese eigentümliche rote Farbe der *Lernaeoceren* zu erfahren. Ich steckte dazu eine Pravazspritze knapp hinter dem Halse des Parasiten, wo das Integument bedeutend dünner ist als am Vorderkörper, das meistens, namentlich bei älteren Weibchen, sehr stark chitinisiert ist, und wo zwischen Darm und Integument die Leibeshöhle geräumiger ist als sonstwo, in die Leibeshöhle hinein. Auf diese Weise gelang es mir ohne Mühe, und ohne die Darmwand des Parasiten zu verletzen, die rote Leibeshöhlenflüssigkeit aufzusaugen. Tut man dies, dann wird das Tier ganz blaß. Höchstens kann der Darm, wenn dieser Blut enthält, noch als ein undeutlich rot

gefärbter Strang hervortreten. Hieraus geht deutlich hervor, daß die typische, rubinrote Farbe der *Lernaeoceren* nicht von aufgenommenem Fischblut als solchem herrührt.

An Mikrotomschnitten ist unschwer festzustellen, daß Ösophagus und Darm des Parasiten fast immer eine mehr weniger große Menge von Erythrozyten enthalten, aber diese sind nicht in solchen Massen vorhanden, daß ihr bloßes Vorhandensein genügen würde, um dem Tier eine rubinrote Farbe zu verleihen. Zwischen Darm und Integument, in der Leibeshöhle der *Lernaeoceren* gibt es nie Fischerythrozyten.

Dies beweist, daß Fischblut und *Lernaeoceren*blut zwei gesonderte Sachen sind, und daß diesen Parasiten ein eigentümliches Blut bzw. Atmungspigment zukommt, dessen biochemische und biophysikalische Eigenschaften eines eingehenden Studiums bedürfen.

Mit dem Älterwerden des Parasiten, mit dem Zuwachs an Körpermasse wird die Farbe der Parasiten, die bei ganz jungen Tieren blaß rot ist, immer dunkler, bis die ältesten, eiertragenden Weibchen dunkel, gesättigt rubinrot aussehen. Die Tiere behalten ihre Farbe bei, wenn sie getrennt vom Wirt in gut durchlüftetes Meerwasser übertragen werden.

Daß bei älteren, mehr voluminösen Tieren die Körperfarbe dunkler ist als bei den jungen schlanken Weibchen, kommt dadurch, daß bei den ersteren die rote Leibeshöhlenflüssigkeit eine bedeutend dickere Schicht bildet als bei letzteren. Wenn man das den älteren *Lernaeocera*-Weibchen entnommene eigene Blut in eine dünne Schicht ausbreitet, die mit der in den jüngeren Weibchen enthaltenen Schicht übereinstimmt, gleicht sich dieser Farbunterschied aus. — Die Beobachtung der Darmperistaltik und Antiperistaltik lehrte mich, daß dadurch die rote Leibeshöhlenflüssigkeit in dauernde Bewegung versetzt wird. Diese Bewegung ist bis in die entferntesten Teile des Körpers und bis in die äußersten Spitzen der Hörner zu spüren. Dies erkennt man an der Tatsache, daß vielfach in dem roten *Lernaeoceren*blut schwebende Zellen, offenbar weiße Blutkörperchen des Parasiten, hin- und hergetrieben werden.

Eine nähere Betrachtung des Darminhaltes, die besonders leicht an den jungen, schlanken Weibchen durchzuführen ist, läßt auch bei makroskopischer Beobachtung mit dem Binokular sehen, wie der Darminhalt stellenweise rot gefärbt sein kann, besonders im Rektum, wo sich die Kotballen anhäufen. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man dann, daß hier die Fischerythrozyten massenweise von etwas schleimigen, leichter gefärbten Faecesteilen eingeschlossen sind. Die rote Farbe der Fischerythrozyten hat einen anderen Farbton als die des *Lernaeoceren*blutes. Auch die Konsistenz der beiden Blutarten ist deutlich verschieden. Wenn, wie ich annehme, die rote Körperfarbe der *Lernaeoceren* einem diesen Tieren eigenen Blut- oder Atmungspigment zu verdanken ist, dann läßt sich fragen: wie verhält sich das Fischhämoglobin zum *Lernaeoceren*pigment? Aus der Tatsache, daß die jungen, den Kiemenfäden

der Butte aufsitzenden Geschlechtsformen nicht rot sind, während dies wohl der Fall ist bei den Weibchen, die sich ins Herz der Gadiden verankert haben, wäre man geneigt zu schließen, daß zwischen Fischblut und *Lernaeoceren*blut ein genetischer Zusammenhang besteht, möglicherweise in diesem Sinne, daß der Parasit sich aus dem Fischhämoglobin ein eigenes, vielleicht verwandtes Atmungspigment herstellt. Ohne Mikrospektroskopie — derzeit fehlte im Helder die benötigte Apparatur — ist diese Frage aber nicht zu lösen, und ich hoffe diese Lücke alsbald auszufüllen.

Stellt man sich auf den Standpunkt, daß die rote Farbe der *Lernaeoceren* einem Atmungspigment zu verdanken ist, dann wird die Bedeutung der Darmperistaltik und Antiperistaltik verständlich. Es ist einleuchtend, daß ein mit einem solchen Atmungsmechanismus und Atmungspigment ausgerüstetes Tier auch außerhalb des Wirtes lange am Leben bleiben kann. Bei Tier 1 wurde nach dem Aufhören der Peristaltik die Blutfarbe des Parasiten dunkler, ebenso wie dies bei dem Übergang von Hämoglobin in Methämoglobin der Fall ist. Wenn dies immer so ist, so würde es auch zugunsten meiner Auffassung des roten *Lernaeoceren*blutes als Atmungspigment sprechen.

Oben habe ich bereits auf die energische Darmperistaltik hingewiesen. Hier möchte ich die Peristaltik selber etwas näher analysieren. Für beide im Helder vorhandenen *Lernaeocera*-Arten habe ich die peristaltischen und antiperistaltischen Darmbewegungen näher registriert, die Zahl der Impulse während jeder Epoche, die sowohl zwischen Peristaltik und Antiperistaltik verläuft als zwischen letztere und Peristaltik, so genau wie möglich aufgezeichnet, jedesmal das Moment der Umkehr festgestellt und dann die Beobachtungen in der folgenden Tabelle 4 zusammengefaßt.

Man gewinnt den Eindruck, daß jeder Art ein eigener spezifischer Rhythmus der Atmungsbewegungen innewohnt, der bei derselben Temperatur bei *L. lusci* eine höhere Frequenz aufweist als bei *L. branchialis*.

Bei *Lernaeocera branchialis* hält der Strom der in kephaler Richtung verlaufenden peristaltischen Wellen fast zweimal so lang an als der in kaudaler Richtung sich fortpflanzende Strom. Überdies ist das Tempo der in kephaler Richtung verlaufenden Wellen höher als bei den Wellen, die kaudal gerichtet sind. Dabei gewinnt man durchaus den Eindruck, daß die Kraft der in kephaler Richtung ausgeübten Impulse schwächer ist als im umgekehrten Falle. Das ganze Geschehen der Peristaltik und Antiperistaltik sind zweifelsohne als ein Automatismus aufzufassen, die den übereinstimmenden Vorgängen am Herzen von *Ciona intestinalis*, wo es bekanntlich zwei Automatiezentren gibt, gleich zu stellen sind. Wenn es, wie ich vermute, auch bei *Lernaeocera* zwei Automatiezentren gibt, liegt das kräftigere wohl in der Nähe des periösophagealen

Tabelle 4. Peristaltik und Antiperistaltik bei *Lernaeocera branchiatis* und *Lernaeocera luscii*.

Kaudal		Intervall		Kephal		Intervall		Anzahl Wellen		Anzahl Wellen pro Min.	
Min. Sek.	Uhr Min. Sek.	Min. Sek.	Uhr Min. Sek.	Min. Sek.	Uhr Min. Sek.	Min. Sek.	Uhr Min. Sek.	Kaudal	Kephal	Kaudal	Kephal
<i>A. Lernaeocera branchiatis. Temperatur 22°.</i>											
10 5	bis 11 6	1 20	10 6	20 bis 10 8	55	2 35	—	—	—	—	—
10 8	55 " 10 10	1 45	10 10	40 " 10 15	15	4 20	—	—	—	—	—
10 15	" 10 17	2 25	10 17	25 " 10 22	20	4 45	183	—	—	—	—
10 22	" 10 25	2 40	10 25	" 10 30	30	5	88	189	33	38,5	38,4
10 30	" 10 33	3	10 33	" 10 37	37	4	92	152	30,6	38	37,5
10 37	" 10 39	2 20	10 39	20 " 10 43	30	4	79	165	22,5	30,5	39,6
10 43	30 " 10 46	2 30	10 46	10	—	4	91	—	36,4	—	—
11 34	15 " 11 38	3 45	11 38	" 11 42	10	4 10	114	205	30,9	41,2	40,7
11 42	10 " 11 44	2 2	11 44	12 " 11 49	49	4 48	92	191	45,2	37,7	—
11 49	" 11 51	2 30	11 51	30 " 11 56	20	4 50	93	200	37,2	41,3	—
<i>B. Lernaeocera luscii. Tier I.</i>											
9 31	" 9 32	1 50	9 28	50 bis 9 31	31	2 10	—	106	—	48,9	—
9 35	" 9 36	1 50	9 32	50 " 9 35	35	2 10	108	120	58,9	55,3	51,5
9 39	" 9 41	2	9 36	50 " 9 39	39	2 10	111	114	60,5	51	—
			9 41	" 9 43	10	2 10	117	110	58,5	50,7	—
10 9	" 10 11	2	10 6	50 " 10 9	9	2 10	—	117	—	54	55,6
10 13	" 10 15	2 2	10 10	" 10 13	13	2	105	113	52,5	56,5	—
10 17	" 10 19	2	10 15	" 10 17	17	2	103	113	51,2	56,5	—
							106	—	53	—	—
<i>Tier 2.</i>											
3 3	" 3 4	1 50	3 4	50 bis 3 6	40	1 50	—	93	—	50,7	—
3 6	40 " 3 9	2 35	3 9	15 " 3 11	20	2 5	104	106	40,2	50,8	52,8
3 11	20 " 3 14	3	3 14	20 " 3 16	20	2 20	122	129	40,6	37,6	—
3 16	40 " 3 19	2 20	3 19	" 3 21	20	2 20	91	128	39	54,7	—
3 21	20 " 3 24	3 10	3 21	20 " 3 24	30	3 10	97	—	30,6	—	—

Nervenringes. Dann muß das zweite Automatiezentrum dem Ende des Mitteldarmes genähert sein.

Die Zahl der in kephaler Richtung sowohl als derjenigen in kaudaler Richtung verlaufenden Wellen schwankt um ein bestimmtes Mittel. Wenn das, was ich oben vermutungsweise ausgesprochen habe, zutrifft [daß nämlich die in kephaler Richtung verlaufenden Wellen dem dortigen Automatiezentrum schwächere Impulse geben als die kaudal verlaufenden Wellen dem kaudalen Automatiezentrum], dann wird es verständlich, warum das Intervall zwischen Peristaltik und Antiperistaltik kleiner ist als das Intervall zwischen Antiperistaltik und Peristaltik. In den 5 in Tabelle 4 zusammengefaßten Versuchsserien, mit Ausnahme der 3. Serie, war die Wellenfrequenz in kephaler Richtung im allgemeinen nicht unbedeutend höher als in kaudaler Richtung. Das stimmt mit der Auffassung überein, daß die in kaudaler Richtung abgegebenen Impulse kräftiger waren als die Impulse, die in entgegengesetzter Richtung über den Mitteldarm fortliefen. In den Automatiezentren findet eine Summation von Reizen statt, die dem Alles-Nichts-Gesetz unterworfen sind und nur in dem Momente, in dem das Niveau des Alles erreicht ist, die Umkehr auslösen. Bei dem Suchen nach einer Erklärung der Tatsache, warum die Frequenz der in kephaler Richtung verlaufenden, an sich schwächeren Wellen größer ist als im umgekehrten Falle, könnte man sich vorstellen, daß das periösophageal gelegene Automatiezentrum, das von anderen Gehirnzentren umgeben ist, von den letzteren Zentren, die dem Automatiezentrum allem Anschein nach übergeordnet sind, in Frequenz gehemmt sein kann, dennoch kräftigere Impulse abgibt als das kaudale Zentrum. Es steckt hier ein interessantes Problem für vergleichend-physiologische Untersuchungen.

Bei *Lernaeocera lusci* gibt es ähnliche Vorgänge. Hier ist aber das Intervall zwischen Peristaltik und Antiperistaltik nur wenig verschieden von dem Intervall zwischen Antiperistaltik und Peristaltik. Doch zeigt sich auch bei dieser Art das Tempo der in kephaler Richtung verlaufenden antiperistaltischen Wellen höher als der in kaudaler Richtung verlaufenden Wellen, was zum nämlichen Schluß führt als bei *Lernaeocera branchialis*.

Die Erscheinungen, die uns *Lernaeocera branchialis* und *Lernaeocera lusci* erkennen lassen, sind in letzterem Sinne gerade das Spiegelbild von dem, was uns die Salpen und *Ciona intestinalis* zeigen. Hier sind die Frequenzen des abvisceralen Zentrums bedeutend höher als diejenigen des advisceralen Automatiezentrums. Das erste ist dem zweiten bei weitem überlegen. Bei Salpen wie bei *Ciona*, und in diesem Sinne sind anscheinlich die *Lernaeoceren* den Ascidien zur Seite zu stellen, gibt es eine Ungleichwertigkeit der beiden Automatiezentren, die sich aber bei beiden Tiergruppen verschieden auswirkt. Ob bei *Lernaeocera*, wie NICOLAI dies bei den Salpen gefunden hat, die Schlagfrequenz

innerhalb jeder Periode zunimmt und die Schlagumkehr nahezu bei der Maximalfrequenz der Peristaltik liegt, wie dort der Fall sein soll, kann erst durch Versuche mit einer besseren Apparatur ermittelt werden. Ich kann nur noch dieses hier aussagen. Kurz vor dem Momente wo die Umkehr stattfindet, sieht man eine kurze Weile Pulse aus kaudaler Richtung kommen, denen von Wellen, welche jetzt am kephalen Ende beginnen, entgegengewirkt wird. Einen Augenblick scheint jede Bewegung gehemmt zu sein, aber dann setzen sich die jetzt in kaudaler Richtung laufenden Wellen mit Kraft durch. Aus dem Gesagten folgt: Bei den *Lernaeoceren* hat der Darm die Funktion des Herzens als Motor des Blutes, das, wie ich beobachtete, bis in die äußersten Spitzen der Hörner herumgetrieben wird.

#### 7. Die Befestigung der *Lernaeocera branchialis* L. im Endwirt. Reaktive Änderungen des Wirtsgewebes.

Wie im Abschn. 3, S. 665 bemerkt wurde, kommt bei der Befestigung des Schmarotzers im Wirt ein inniger Zusammenhang zwischen Bulbus arteriosus und Parasit zustande, was mit einer Geschwulstbildung verbunden ist. Um eine tiefere Einsicht in den engen Zusammenhang zwischen Wirt und Parasit zu gewinnen, habe ich 4 Herzen mit Parasiten lebensfrisch, sozusagen noch pochend, dem Wirtskörper entnommen und in frisch zubereiteter Bouillonlösung fixiert. Später hat dann mein Assistent Herr A. PUNT die Herzen in Schnitte zerlegt. Der überaus größte Teil der Schnitte wurde mit Hämalaun-Eosin, andere Präparate mit Orcein (elastische Fasern), andere wiederum nach VAN GIESON (kollagene Fasern) gefärbt. Für die Hilfe danke ich Herrn PUNT auch an dieser Stelle herzlichst.

Das Studium der 4 Herzen gewährte mir 1. eine tiefere Einsicht in die Art der Befestigung des Parasiten im Wirt, 2. es ließ näheres über die Nahrungsaufnahme des Parasiten erkennen, 3. es gab Aufschlüsse über die reaktiven Änderungen des wirtlichen Gewebes auf das Vorhandensein des Parasiten, 4. es gab Einblicke über das Gleichgewicht zwischen Parasit und Wirt, welches unter ständiger degenerativer Änderung und regenerativem Aufbau und Kompensationserscheinungen schließlich erreicht wird. — Zu allererst läßt sich fragen: Wie kommt im allgemeinen der Zusammenhang zwischen Parasit und Herz zustande? Steckt der Parasit seinen Kopf bis ins Lumen der ventralen Aorta bzw. des Bulbus arteriosus hinein und schlürft dann an der Quelle selbst Blut, oder wie geht er sonst vor?

An sich hat erstgenannter Modus der Nahrungsaufnahme wenig Wahrscheinliches für sich, denn man sollte erwarten, daß dann nicht nur Thromben zustande kommen, sondern auch, daß dann die Blutzirkulation alsbald so sehr behindert wird, daß das Leben des Wirtes gefährdet ist.

In allen untersuchten Fällen steckte der Kopf des Parasiten in den Geweben der Wand des Bulbus arteriosus (Abb. 4). In 3 der 4 Fälle war der Parasit bestimmt von außen her in die Wand des Bulbus vorgedrungen und hatte das Lumen nicht erreicht. Der 4. Fall zeigte, obwohl mir die Verhältnisse nicht in allem klar geworden sind, etwas sehr Interessantes (Abb. 3). Der Parasit war noch sehr jung und schlank, besaß einen dünnen, langgestreckten Hinterkörper, der noch nicht in gesonderte Abschnitte geteilt war, wie z. B. das Entwicklungsstadium, das unten

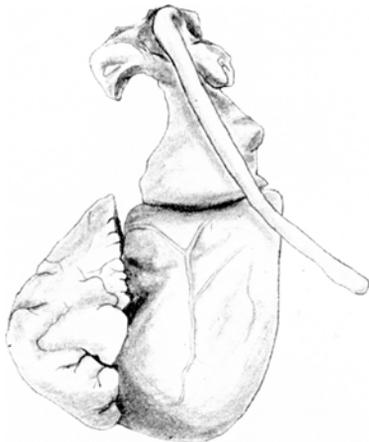


Abb. 3.

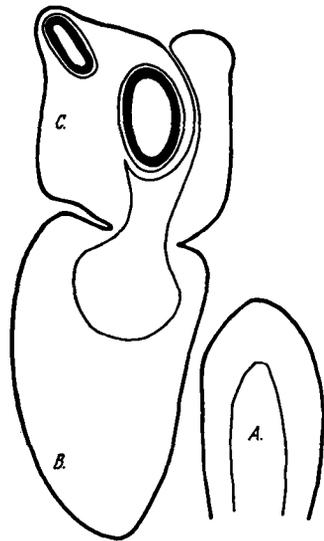


Abb. 4.

Abb. 3. Ein mit *Lernaeocera branchialis* parasitiertes Herz von *Gadus morrhua*, wobei der Hals dem Lumen der ventralen Aorta entlang nach innen dringt, während der Kopf des Parasiten in der Wand des Bulbus verankert liegt. Bei *A* Hervorwölben des Wandgewebes durch ein Horn (A. PUNT del.).

Abb. 4. Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Parasit (schwarz markiert) und dem wirtlichen Gewebe. Bei *A* Atrium, *B* Ventrikel, *C* Bulbus arteriosus. Verengung des Lumens des Bulbus durch Vorhandensein des Parasiten (C. J. BROERS del.).

S. 690 näher besprochen und in Abb. 16 wiedergegeben ist. Wo der Bulbus arteriosus in die ventrale Aorta übergeht, steigt der Halsteil des Parasiten bis in den Bulbus hinauf. Das sich in der ventralen Aorta befindende Blut ist in 2 Schichten angeordnet, eine mediane Schicht, die hauptsächlich aus Erythrozyten besteht, während die Schicht, die an den Parasiten grenzte, fast nur aus Lymphozyten zusammengesetzt ist. In der direkten Umgebung des Parasiten gibt es zahlreiche Makrophagen und polynucleäre Leukozyten, während der Parasit selbst von einer dünnen Schicht Bindegewebszellen mit langgestreckten Kernen umgeben ist (Abb. 9). Man bekommt hier durchaus den Eindruck — was bei den anderen Tieren nicht der Fall war —, daß das Tier das Lumen der ventralen Aorta bei seinen Umschweifungen erreicht und von dort aus sich einen Weg bis ins Innere der Bulbuswand gebahnt hatte.

Im Lumen der ventralen Aorta hatte sich offenbar ein Thrombus gebildet, der sich zu organisieren anfängt.

Am Vorderende des Parasiten, sowohl um den Kopf wie um die Hörner herum treten reaktive Änderungen des wirtlichen Gewebes in den



Abb. 5. Längsschnitt durch das Kephalon und Hals des Parasiten von Abb. 1 mit dem Auge (*A*) und Partien des Gehirnes. Um das Tier herum massenförmige Anhäufungen von Erythrozyten und Lymphozyten und nekrotisches Gewebe (C. J. BROERS del.).

Vordergrund. Um die Hörnern herum hatte sich eine violettfarbige Bindegewebskapsel gebildet, die im Innern sehr kompakt aussieht. Sie besteht aus zahlreichen Strängen von fadenförmig ausgereckten, mit zylindrischen Kernen ausgestatteten Bindegewebszellen, während sich mehr nach der Peripherie hin nicht sehr zahlreiche Kapillaren, von zahlreichen jungen Mesenchymzellen mit Ausläufern umgeben, darin verzweigen. Um den Kopf herum ist das wirtliche Gewebe rötlich angehaucht, zeigt

eine deutliche Eosinophilie. Hier veranlaßt die Anwesenheit des Paratiten eine Nekrotisierung, was aus der Anschwellung der schwach konturierten Bindegewebskerne hervorgeht. Die Gefäße sind daselbst blutüberfüllt und an verschiedenen Stellen sind Blutungen eingetreten. Aus

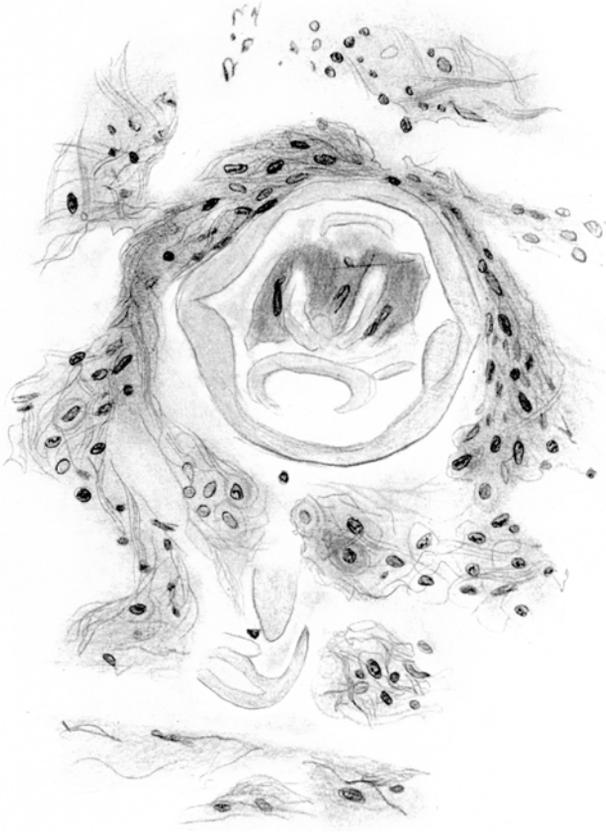


Abb. 6. Mundpartie desselben Tieres mit jungen Bindegewebszellen in der Umgebung desselben. In den Lücken zwischen denselben Erythrozyten und Lymphozyten (C. J. BROERS del.).

diesen Blutquellen bezieht das Tier seine Nahrung. Wie die Schnitte zeigen (Abb. 5 und 6), findet man sowohl im Munde wie in Pharynx und Mitteldarm zahlreiche Erythrozyten, die in dem an fermentbildenden Blaszellen reichen Mitteldarm verdaut werden. Das hier vorgeführte Herz zeigte noch eine andere Eigentümlichkeit. An sich war, wie hervorgehoben wurde, die Reaktion des wirtlichen Gewebes ausgesprochen schwach. Aber dennoch muß man annehmen, daß in dem vorliegenden Falle die Funktion des wirtlichen Herzens von der Anwesenheit des

Parasiten gestört wurde. Vor allem deshalb, weil hier sowohl infolge der von dem Auswachsen der Hörner veranlaßten Bindegewebswucherung, als infolge der von Blutungen bei Nekrotisierung und Bildungen von neuen Kapillaren und von Infiltrationsgewebe eine solche Wandverdickung entstand, daß der Parasit das wirtliche Gewebe sozusagen vor sich herausstülpt. Dadurch wird eine Verengung des Lumens des Bulbus veranlaßt, die wohl sicher einen Einfluß auf die Blutzirkulation ausübte. Von diesen Zusammenhängen gibt die etwas schematische Abb. 4 eine Vorstellung.

Ein anderes Herz, wovon die von meinem Assistenten A. PUNT angefertigte Abb. 1 ein Bild gibt, ließ eine ausgiebige Bindegewebswucherung erwarten. Hier stülpen ja die Hörner des Parasiten das Bulbusgewebe vor sich her. Sie treten an der Außenseite des Herzens als Wülste hervor. Die mikroskopisch sichtbaren Änderungen der Gewebe beschränkten sich jedoch fast nur auf die nähere Umgebung des Parasiten. Der Kopf des Parasiten liegt in einer Blutmasse, worin sich Erythrozyten und Lymphozyten unterscheiden lassen (Abb. 5 und 6). Das Bindegewebe ist in Umbildung und Wucherung begriffen und zeigt eine Neubildung von Kapillaren. Auch das Gewebe, das die Hörner umgibt, ist vascularisiert und blutreich. Zu einer Wucherung des Bindegewebes ist es jedoch nur in der nahen Umgebung des Parasiten gekommen, während das weiter entfernte Gewebe nahezu normal aussieht. Hier wie dort hat es in der Umgebung des Parasiten Blutungen gegeben. Der Parasit sitzt dem Bulbus arteriosus auf, was in den beiden Schemabildern (Abb. 7 und 8) von meinem Mitarbeiter C. BROERS wiedergegeben ist. Beide Abbildungen beziehen sich auf das Herz der Abb. 1. In Abb. 7 ist das Herz nahezu median getroffen, in Abb. 8 war die Schnittebene höher. Zu stärkerer Umbildung und Bindegewebswucherung ist es nur in dem Bindegewebspropfen gekommen, der dem Bulbus aufliegt.

Bei einem 3. Herzen (Abb. 2) war während des Präparierens das von einer Bindegewebsmasse umgebene Tier von dem Bulbus, in dem es befestigt war, abgerissen, so daß Herz und Tier gesondert geschnitten werden mußten. An dem Herzen war von außen ein blutiger Propf sichtbar, der runzelig aussah (Abb. 2). Dieser Propf sitzt dem Bulbus arteriosus auf, ist also umgebildetes Wandgewebe desselben. Er besteht aus mesenchymatischem, von zahlreichen Kapillaren und Arteriolen durchwuchertem Bindegewebe. Hier wie dort sieht man inselförmige Stränge von altem Bindegewebe mit Infiltration von Lymphozyten, während man auch anderswo vielen Lymphozyten begegnet. Kollagene Fasern finden sich hauptsächlich in diesen Inselchen, treten aber auch bereits auf in dem jüngeren mesenchymatischen Bindegewebe. Wo Vascularisation in den Vordergrund tritt, wie dies besonders in dem lockeren mesenchymatischen Bindegewebe der Fall ist, gibt es neben Wanderzellen

(mit ihren typischen Ausläufern) Fibrozyten wie auch stellenweise Lymphozyten und polynucleäre Leukozyten. Hier wie dort sieht es so aus, als ob man es mit Bindegewebskulturen zu tun hat. Die Mesenchymzellen teilen sich, schwärmen aus und bilden sich um zu Fibroblasten. Unweit davon ist das Bindegewebe in Degeneration begriffen; man begegnet Fibrinpropfen und nekrotischen Herden, worin zahlreiche Leukozyten infiltriert sind. Wo die Mesenchymteilung in den Vordergrund tritt, gibt es eine ausgiebige Pigmentbildung. Megaloblasten mit mehreren

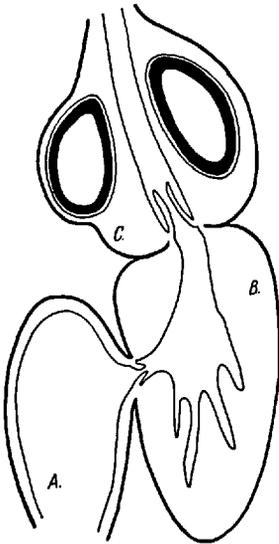


Abb. 7. Schematischer medianer Längsschnitt durch das Herz von Abb. 1 mit den beiden Hörnern (schwarz markiert) (C. J. BROERS del.).



Abb. 8. Dasselbe Herz, aber auf einer anderen Ebene getroffen. Die Hörner stülpen das Gewebe der Wand hervor. Vgl. Abb. 1 (C. J. BROERS del.).

Kernen sind nur spärlich zu finden. An anderen Stellen degenerieren die mesenchymatischen Fibroblasten massenhaft, was mit einer Pyknotisierung der Kerne, die weniger gut färbbar werden, währenddessen Chromatin bröckelig aussieht und mit einer Anhäufung von Pigment in diesen eosinophilen Zellen einhergeht. Stellenweise kommen Anhäufungen von Fibrin, das sich in der Gestalt rosafarbiger Dotterschollen kundtut, vor. Diese degenerativen Herde wechseln ab mit Stellen, die anscheinend wenig geändert aussehen, aber doch meist schon die ersten Anzeichen der Degeneration aufweisen. Die mit Orcein gefärbten Präparate zeigen ein sehr schönes Netzwerk von elastischen Fasern, vor allem in den mesenchymatischen Teilen. Es zeigt sich das Netzwerk als sich verzweigende, zahlreiche Ösen bildende Fasern, welche sich später wieder zu breiteren Bündeln vereinigen können. Das ganze sieht wie eine Landkarte eines weitverzweigten Flußdeltas aus.

Diese flußähnlichen Stränge durchziehen das Gewebe, lösen sich nachher wiederum auf in zahllose feine Fäserchen, die zusammen ein leichtmaschiges, elastisches Netzwerk bilden. Man gewinnt den Eindruck, als ob diese Fasern in dem Gewebe, wo Degeneration und Regeneration

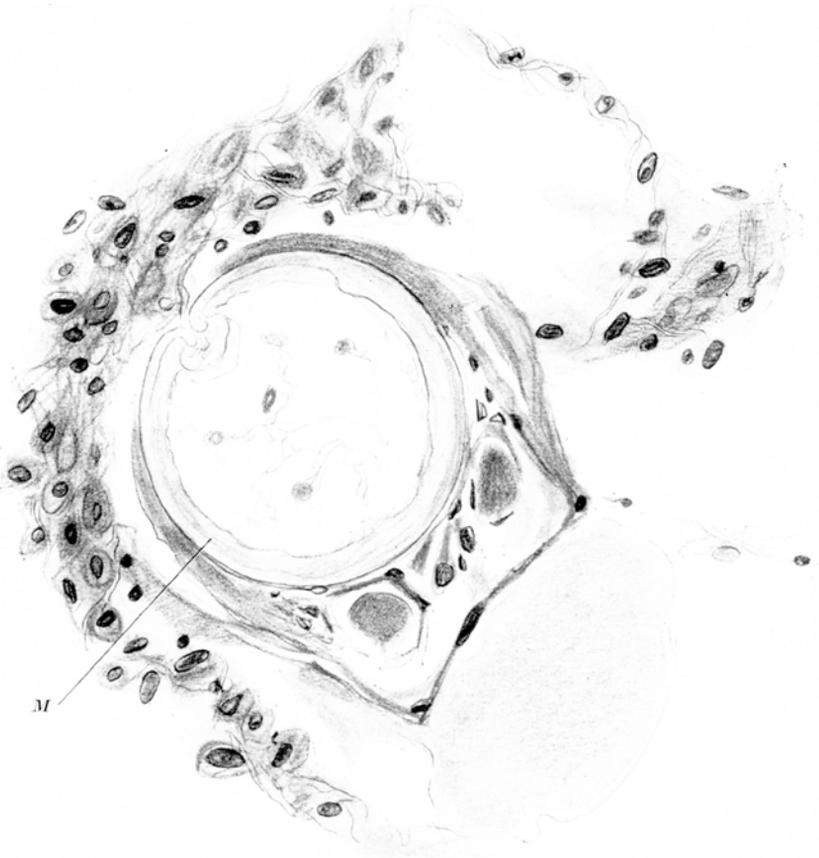


Abb. 9. Schräger Schnitt durch den Mundzylinder (*M*) einer *Lernaeocera branchialis*. Um den Mund herum Erythrozyten und lockeres Bindegewebe (C. J. BROERS del.).

um die Vorherrschaft kämpfen, und wo sich alles in Umbildung, Abbau und Aufbau befindet, die einzig festen Punkte bildeten. Um die Arteriolen herum sind die elastischen Fibrillen zahlreicher wie sonst. Hier wie dort vereinigen sich die Fasern zu Membranen, die, wie ich sah, mit dem elastischen Bindegewebsmantel der ventralen Aorta in Zusammenhang stehen. Wo das Bindegewebe sehr locker ist, lösen sich die elastischen

Fasern in ein sehr feinfaseriges Netzwerk von Fibrillen auf, die bisweilen deutlich mit Fibroblasten in Verbindung stehen, und in dessen Maschen



Abb. 10. Tangentialer Längsschnitt durch dasselbe Tier, das von einer wuchernden Bindegewebsmasse umgeben ist. Der Pharynx (*Ph*) ist quer, der Mitteldarm (*Mi*) mit seinen Blaszellen ist längs geschnitten (C. J. BROERS del.).

große Lymphozyten- und Mesenchymzellen liegen. Die Wand des Bulbus ist von zahlreichen Kapillaren durchzogen, die, soweit meine Präparate darüber Schlüsse zulassen, mit dem Lumen der Aorta in Zusammenhang stehen. Bei Färbung nach VAN GIESON zeigte es sich, daß zahlreiche

dickere und dünnere Bündel von kollagenen Fasern das ganze durchziehen.

In dem Gewebspropfen, worin sich der Kopf befand, ließ sich erkennen, wie sich hier, offenbar von dem Perimysium ausgehend, eine Bindegewebswucherung vollzogen hatte (Abb. 9). Dieses lockere Bindegewebe

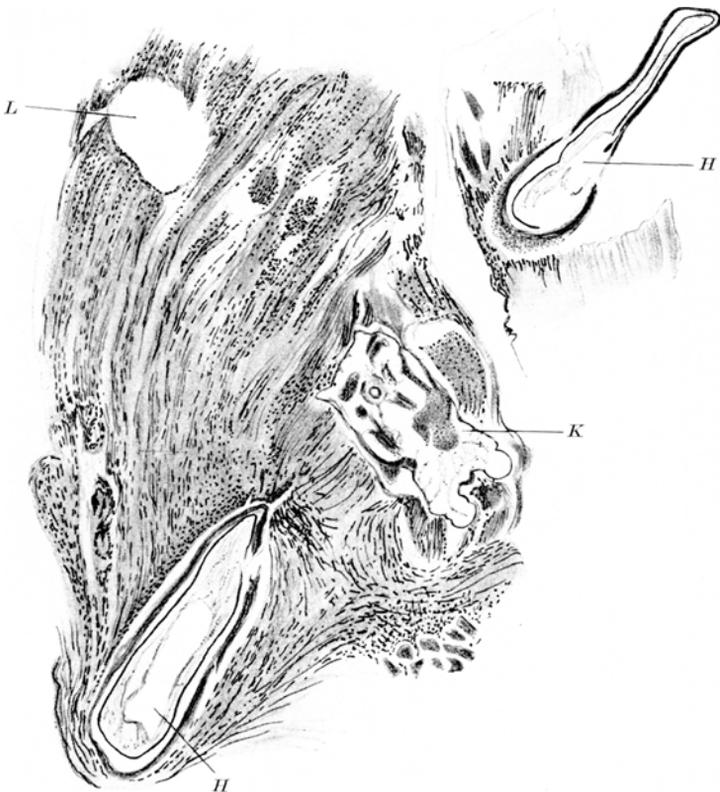


Abb. 11. Sagittalschnitt durch Kopf (K) und die beiden Hörner (H) desselben Tieres. Am Kopf ist der Querschnitt durch den Pharynx und den periösophagealen Nervenring zu erkennen. In der Abbildung oben ein Loch (L) im Gewebe, worin die Spitze des dorsomedianen Horns steckte (C. J. BROERS del.).

ist äußerst blutreich, enthält zahlreiche kollagene Fasern und zeigt eine Lymphozyteninfiltration. Der Mundzylinder liegt in einer Blutmasse. Um den Kopf herum findet man nekrotische, stark eosinophile Stellen. Besonders schön ließ sich an den Präparaten dieser Serie der Zusammenhang zwischen Parasit und Wirt studieren. Die Abb. 10 und 11, die ich Herrn BROERS verdanke, geben hiervon ein Übersichtsbild. In Abb. 10 ist das Tier tangential geschnitten, wobei die beiden lateralen Hörner überlängs, der Pharynx quer und ein Teil des Mittelarmes längs getroffen

wurden. Abb. 11, die sich auf ein andere Ebene desselben Tieres bezieht, zeigt einen Sagittalschnitt des Kopfes, schräge Schnitte durch die lateralen Hörner, während aus dem Loch in der Oberseite der Abb. 11 ein Querschnitt durch den distalen Teil des dorsomedianen Hornes gleich herausgefallen ist.

Die ausgiebigsten Gewebsänderungen beobachtete ich an einem 4. Herzen, wo dem Bulbus eine stark vascularisierte Bindegewebsmasse auflag, die um diesen ganzen Herzteil herumgreift.

Hier ließen sich alle möglichen Erscheinungen der Gewebsdegeneration und Aufbau nebeneinander beobachten. Das Bindegewebe, welches die

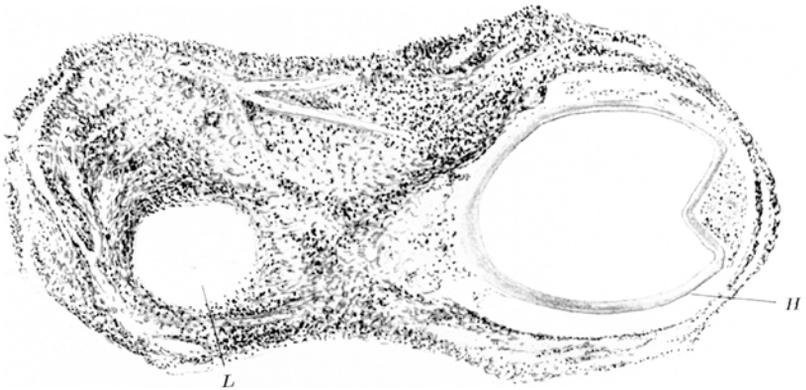


Abb. 12. Schnitt durch die Außenwand eines Fibroms. Rechts ein Querschnitt durch ein Horn (*H*), worin zahlreiche Erythrozyten und Lymphozyten und rechts ein Loch (*L*), anscheinend nahe der Spitze, wo ein Zweig dieses Horns hineinragte. Lockeres Bindegewebe mit zahlreichen verzweigten Kapillaren, Übersichtsbild (C. J. BROERS del.).

Hörner abkapselt, besteht aus langgestreckten Zellen mit spindelförmigen Kernen, während man nach der Peripherie des Fibroms hin junges aufgelockertes, mesenchymatisches Bindegewebe mit zahlreichen feineren und dickeren Kapillaren (Venulae sowohl wie Arteriolen) beobachtet (Abb. 12 und 13). Dicke Stränge von kollagenen Fasern finden sich in der direkten Umgebung des Parasiten. Eine Lymphozyteninfiltration ist deutlich ausgesprochen. Nahe der Basis der Hörner werden diese von einer Masse zum Teil pyknotisch degenerierter Erythrozyten, unter denen sich Leukozyten und Lymphozyten mischen, umgeben. Daneben gibt es fibrinöses Gerinnsel. Das lockere Bindegewebe ist geschichtet. Zwischen den Schichten hier wie dort größere Lücken, die von jüngerem mesenchymatischem Bindegewebe ausgefüllt werden. Blutungen sind an verschiedenen Stellen vorhanden. Unweit des Kopfes zeigt die Geschwulst hyaline Degeneration des Bindegewebes, welches daselbst nekrotisiert, und unter Pyknotisierung der Kerne, die ihre Färbbarkeit

verlieren, fibrinös wird (Abb. 14 und 15). Distal davon gibt es zahlreiche Fibroblasten und Mesenchymzellen, die von Lymphozyten und Polynucleären untermischt sind, und in dessen Mitte sich die Kapillaren verzweigen. An einigen Stellen findet man Hohlräume, die von nekrotisiertem Gewebe ausgefüllt sind und von zahlreichen Lymphozyten umkreist werden. Das Bindegewebe in der Nähe der Lücken und

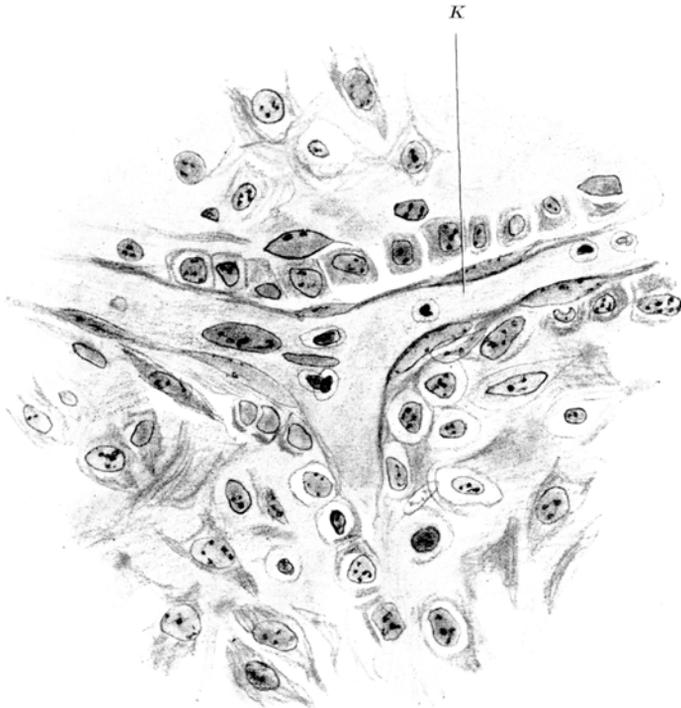


Abb. 13. Detailausschnitt an einer Stelle dieses lockeren Bindegewebes mit einer Kapillare (K), die vom mesenchymatischen Fibroblasten und Fibrozyten umschwärmt ist (C. J. BROERS del.).

Hohlräume ist serös und ödematös angeschwollen. In dem degenerierenden Gewebe sind an verschiedenen Stellen kleine Inselchen von wachsenden und sich teilenden Zellen, unter denen deutliche Mitosen auffallen, übriggeblieben. Weiter von diesen Lücken entfernt kann man in dem mehr oder weniger chaotischen Bindegewebe eine Kapillarbildung verfolgen. An anderen Stellen wurde Riesenzellenbildung beobachtet, und es kommt zu Gewebsauffressen durch Lymphozyten. In der Mundhöhle des Parasiten findet sich ein Propf von gelatinösem Gewebe mit großen, schwach gefärbten Kernen. Der Mundzylinder selbst enthält neben losgelösten Bindegewebszellen Erythrozyten und Lymphozyten, so daß sich hieraus eine deutliche Destruktion der eingesogenen Gewebe ergibt.

Um den Mund herum sieht man in dem Bindegewebe Kerne. Es tritt eine deutliche Eosinophilie in den Vordergrund, was auf eine beginnende Verdauung durch Verdauungssäfte oder auf einen Angriff durch Toxine hinweist.

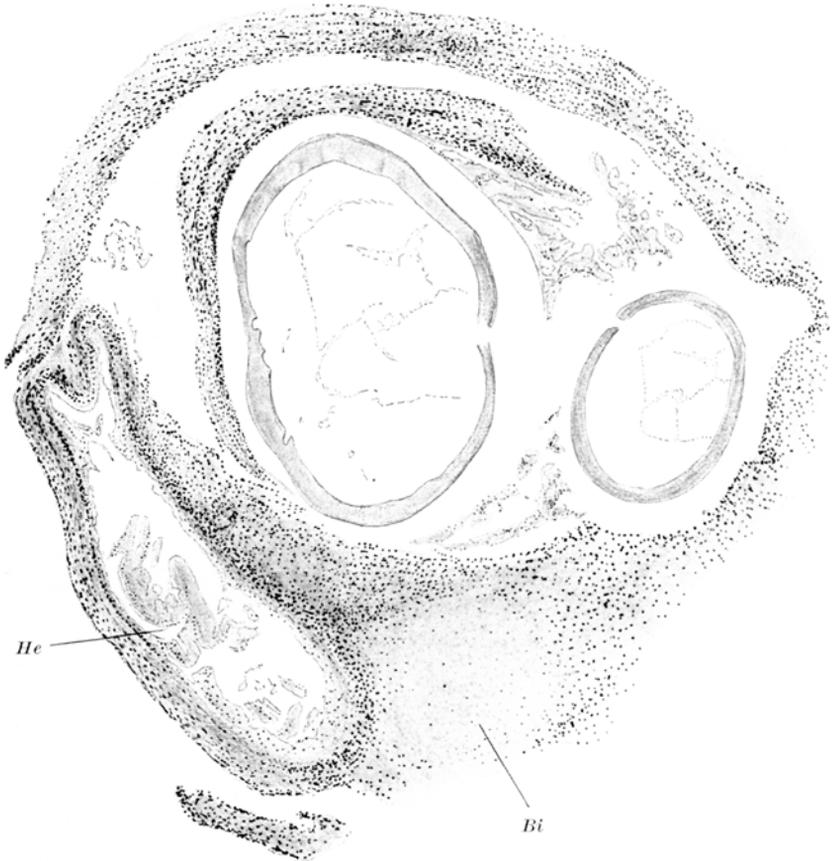
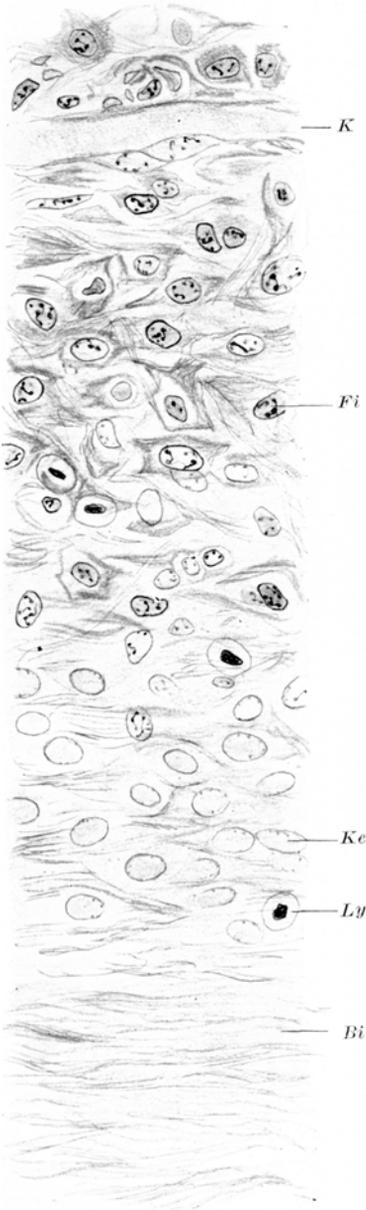


Abb. 14. Übersichtsbild. Querschnitte durch Teile desselben Parasiten, durch das Kephalon und ein Horn. Links ein nekrotischer Herd (*He*), rechts davon eine Stelle mit hyaliner Degeneration des Bindegewebes (*Bi*). In der Nähe des Kopfes fibrinöses Gerinnsel und Erythrozytenmassen (C. J. BROERS del.).

Zusammenfassend ist zu sagen, daß der Parasit in der Wand des Bulbus arteriosus öfters starke reaktive Änderungen, die schließlich zu einem gewissen Gleichgewicht zwischen Parasit und wirtlichem Gewebe führen, hervorruft. Das wirtliche Bulbusgewebe ist zu kompensatorischen Verdickungen imstande und verfügt eben in diesem Organ über bedeutendes Reservematerial an embryonalen Zellen. Man darf behaupten, daß eben der Bulbus arteriosus, derjenige Herzteil, an dessen Aufbau

vor allem Bindegewebe einen ganz hervorragenden Anteil nimmt, als Sitz dieses Parasiten vorbestimmt ist. Er ermöglicht diesem Parasiten mit seinen besonderen Eigentümlichkeiten und Bedürfnissen nicht nur mit ihm überhaupt in Zusammenhang zu treten, sondern gerade in einen solchen Zusammenhang, der beiden, Parasit und Wirt, das Leben ermöglicht.



Der mögliche Sitz der *Lernaeocera branchialis* am Wirt ist aber äußerst beschränkt. Der Bulbus ist nur eine ganz kleine Insel in der geräumigen Leibeshöhle. Er läßt nur sehr wenigen Parasiten zu, sich daran zu verankern, vielleicht im allgemeinen nur einem einzigen. Eine Masseninfektion ist bei dieser Befestigungsart ausgeschlossen. Sie müßte unbedingt, wenn sie zustande käme, den Tod des Wirtes herbeiführen. Daher sind Einzelinfektionen Regel, Mehrfachinfektionen Ausnahme. Man sieht in denjenigen Fällen, wo dennoch Mehrfachinfektionen zustande kommen und sich erhalten, öfters, daß die Superparasiten an dem Herz vorbeistreichen, wobei es nicht selten zu einer Durchbohrung der gegenüberliegenden Körperwand kommt. Dort sieht man dann die Hörner sich hervorrecken. Daß der mögliche Sitz ganz beschränkt ist, gibt meines Erachtens eine Stütze für die oben S. 663 und 664 gemachte Behauptung, daß Mehrfachinfektionen nur zu einer Zeit zustande kommen, und daß ein einmal parasitierter Fisch nachher nicht nochmals infiziert werden kann, sondern vor weiteren Infektionen eben dadurch geschützt ist.

Abb. 15. Ausschnittbild aus derselben Umgebung von Abb. 14. Unten, wo das Gewebe an den Parasiten grenzt, degeneriertes, bereits kernloses Bindegewebe (*Bi*), etwas höher Pyknotisierung der Kerne (*Ke*) und noch weiter nach der Peripherie hin Fibroblasten und Fibrozyten (*Fi*), die von einer Hülle von stark vascularisiertem Bindegewebe umgeben sind. Hier wie dort Lymphozyten *Ly*. *K* Kapillare (C. J. BROERS del.).

### 8. Die gestaltlichen Umwandlungen des Körpers von *Lernaeocera branchialis* und von *Lernaeocera lusci* während des Aufenthaltes auf dem Endwirt.

Bei meinen Untersuchungen des ausgedehnten Materiales, das das Brüsseler Musée royale d'Histoire Naturelle de Belgique von den beiden oben genannten Arten besitzt (SCHUURMANS STEKHOVEN 1935, 1936), fiel es mir auf, daß davon fast nur ganz oder nahezu ganz erwachsene Weibchen mit gut entwickelten Eiersträngen vorhanden waren oder auch solche Tiere, die ihre Eiersäckchen bereits entleert hatten. Merkwürdig ist auch, daß weder SCOTT, der offenbar viele Hunderte von Weibchen der *Lernaeocera branchialis* unter Augen gehabt hat, noch auch WILSON oder LEIGH SHARPE sich eingehend über die gestaltlichen Umwandlungen dieser Tiere während des Aufenthaltes auf dem Endwirt äußern. Auf Tafel IV [Abb. 7 (1901)] und auf Tafel 52 [Abb. 6 a (1913)] bildet SCOTT ein junges Weibchen der *Lernaeocera branchialis* ab, das schon eine deutliche Aufrollung des Genitalsegmentes und des Abdomens zeigt, während SCOTT auf Tafel IV [Abb. 6 (1901)] und Tafel 52 [Abb. 6 (1913)] ein von ihm als Pennellastadium bezeichnetes Weibchen abbildet, das sich nach seinen Angaben kurz vorher auf den Kiemen des *Gadus merlangus* angesiedelt hatte.

Bei der genauen Betrachtung der letztgenannten Abbildung fällt es auf, daß die von SCOTT als „anchor processes“ bezeichneten Vorstülpungen des Cephalothorax — von denen der mittlere (K 2) in kaudaler Richtung weist, während die beiden anderen lateral liegen — wenn SCOTTs Abbildung die wirklichen Verhältnisse getreu wiedergibt — etwa in einer Ebene liegen. Wir dürfen annehmen, daß SCOTTs „anchor processes“ die als „Hörner“ bezeichneten Teile der späteren Autoren vorstellen. An der von SCOTT gegebenen Abbildung ist aber nicht zu sehen, was bei älteren Tieren meiner Erfahrung nach immer der Fall ist, ob die 3 genannten Vorstülpungen aus einem gemeinsamen Punkt entspringen oder nicht. — WILSON (1917) betont mit Recht, daß das Eingraben sich vollzogen haben muß, bevor die Hörner angefangen haben auszuwachsen. Wenn wir nun wissen, daß das von SCOTT studierte Tier sich auf den Kiemenbögen seines Wirtes festgesetzt hat, werden die bei diesem Tier obwaltenden Verhältnisse verständlicher. Denn wie ich oben ausgeführt habe, ist dieser Sitz bei *Lernaeocera branchialis* ungebrauchlich und dringen die Weibchen dieser Art, die ihren Endwirt erreicht haben, normalerweise durch die Körperwand hindurchgehend nach dem Herzen vor. Meines Erachtens ist es deshalb fraglich, ob wir es in dem gegebenen Falle mit einem Exemplar von *Lernaeocera branchialis* zu tun haben, oder ob SCOTT nicht vielmehr ein Exemplar von *Lernaeocera lusci* vorgelegen hat. Dies ließe sich nur durch Nachuntersuchung des von SCOTT beschriebenen Individuums feststellen. Bemerkenswert ist weiter — und dieser Umstand scheint weder SCOTT noch

WILSON aufgefallen zu sein — daß die beiden Antennae bei dem erwähnten Exemplar ganz am Vorderrand des Kephalons saßen, während sie bei weiter ausgebildeten Individuen dorsalwärts verschoben sind.

Die von mir im September 1935 studierten jungen weiblichen *Lernaeocera branchialis* von *Gadus morrhua*, die in dem genannten Monat dieses Jahres häufig vorkamen, ermöglichten es mir, eine geschlossene Reihe von Entwicklungsstadien dieser Art aufzustellen, die das Pennellastadium mit dem gedrehten eiersäcketragenden, hirschgeweihgekrönten Weibchen verbinden.

Das jüngste Stadium, das mir unter die Augen kam (Abb. 16), das durchaus mit dem Pennellastadium SCOTTs zu vergleichen ist, maß 13 mm. Hier wie bei dem von SCOTT studierten pennellaähnlichen Weibchen sitzen die Antennae und Antennulae ganz am Vorderrand des Kephalons. Die Hörner strecken sich jedoch nicht in eine Ebene aus, sondern das mediodorsale Horn ist steil aufgerichtet, dazu ein wenig gekrümmt, von den beiden lateralen Hörnern liegt das linke nahezu mit dem Kephalon in einer Ebene, das rechte dagegen ist schräg aufgerichtet. Ihre Haut ist auf diesem Stadium in der Entwicklung des Weibchens noch nicht stark chitiniert, wie dies später der Fall ist, sondern membranös mit pergamentdünnen Wänden. Am Körper sind die verschiedenen Abschnitte angedeutet. Wo sich später der Genitalabschnitt vorwölben wird, gibt es schon eine schwach verdickte Ausbiegung des Körpers, die von einer Verengung am Anfang des Enddarmabschnittes gefolgt ist. Letzterer Abschnitt ist kerzengerade und trägt am distalen Ende, um das After herum, 2 Adanalplättchen, die je 4 Borsten tragen. SCOTTs Pennellastadium maß 11,4 mm.

Beim nächstfolgendem Stadium hat die Aufkrümmung des Körpers angefangen. Bei dem betreffenden Individuum, dessen Länge etwa 12 mm betrug — woraus hervorgeht, das Krümmung und Aufrollung anfangen, bevor der Körper bedeutend an Länge zunimmt — waren die Hörner kräftiger ausgebildet als bei dem vorhergehenden Stadium. An dem rechten, lateralen Horn sind Andeutungen einer Verzweigung zu erkennen. Am Rumpfe ist auch die Genitalkrümmung deutlich zu sehen (Abb. 17).

Weitere Eigentümlichkeiten zeigte Weibchen Nr. 3 (Abb. 18). Hier haben sich namentlich am Kopf Umwandlungen vollzogen. Zwar sind die Antennae noch deutlich dem Vorderende des Kephalons genähert, aber sie sitzen doch schon bedeutend höher als bei dem vorigen Weibchen. Dies ist offenbar der weiteren Ausbildung der Proboscis zu verdanken. Durch die auftretende Verdickung der Unterhälfte des Gesichtes sind die Antennae hochgekommen, und sie befinden sich auf dem Weg nach ihrem endgültigen Standorte. Das betreffende Weibchen maß 10 mm. Es hatte wenig entwickelte Hörner, die noch keine Verzweigungen oder Andeutungen davon aufwiesen. Weibchen Nr. 4 (Abb. 19), das 14 mm

maß, ist in dem Besitz von kräftiger entwickelten und schon teilweise verzweigten Hörnern — namentlich ist letzteres der Fall mit dem

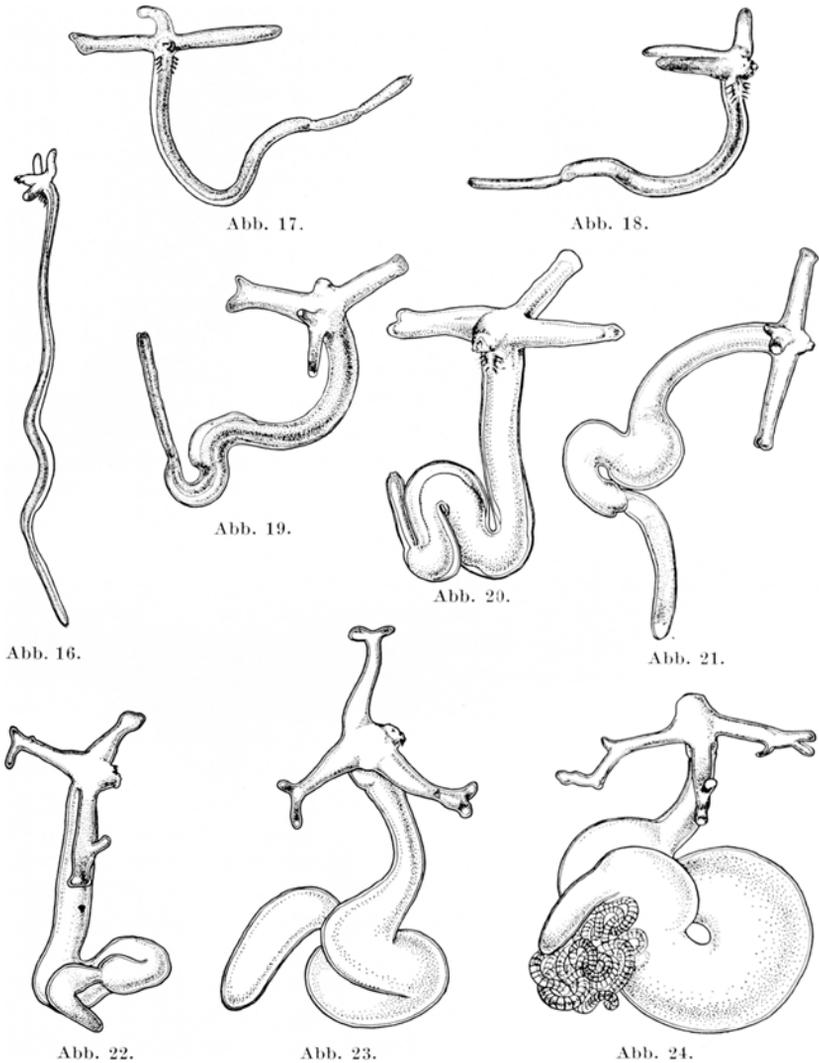


Abb. 16. Pennella-Stadium der *Lernaeocera branchialis*.

Abb. 17—24. Entwicklungsstadien der *Lernaeocera branchialis* bis zum vollentwickelten eiertragenden Weibchen. Abb. 16—24 (C. J. BROERS del.).

mediodorsalen Horn — und es zeigt eine deutlicher ausgespochener Genitalkurvatur und Genitalverdickung am Hinterende des Rumpfes. Eine S-Krümmung tritt auf. Von einer Drehung ist noch nicht die Rede. Letztere hat bei Tier Nr. 5 angefangen. Bei diesem 14,5 mm messenden

Tier hebt sich der S-förmig gekrümmte Genitalabschnitt immer deutlicher gegen den übrigen Körper ab (Abb. 20). Letzterer ist gegen den Enddarmabschnitt zu scharf abgesetzt, während der Übergang gegen den Hals mehr allmählich verläuft. Weibchen Nr. 6, 16, 5 mm lang, kann eventuell zwischen Stadium 4 und 5 eingereiht werden (Abb. 21). Aufrollung und Drehung sind offenbar auf etwas abweichende Weise zustande gekommen, denn die Vorderhälfte des Rumpfes ist bedeutend dicker als bei Tier Nr. 5. Die Antennae waren bei diesem Weibchen ganz nach hinten geschoben, sind aber auf der Abbildung nicht gezeichnet. Tier Nr. 7 ist etwa gleichaltrig. Es mißt 14,5 mm. Es hat seine Torsion vollendet, besitzt deutlich verzweigte Hörner und hat die Antennae hochgezogen (Abb. 22).

Tier Nr. 8, Länge 18 mm, stellt ein voll gedrehtes Weibchen mit verzweigten Hörnern dar (Abb. 23). Das Tier steht kurz vor der Ausbildung der Eiersäcke. Daran schließt sich ungezwungen Tier Nr. 9, ein 22 mm langes Weibchen an, welches ganz ausgewachsen ist (Abb. 24). Wie Weibchen Nr. 8 hat dieses Tier einen stark verdickten Enddarmabschnitt. Der Abstand zwischen Kephalon und Anfang der S-Krümmung hat abgenommen. Dies bedeutet, daß die Körperverdickung auf immer weitere Gebiete des Körpers übergreift. Aus dem Obenstehenden geht hervor, daß das Längenwachstum des Körpers während der immer weiter fortschreitenden Gliederung und Aufrollung des Körpers im Anfang ganz langsam vor sich geht, während das Tier in der Periode vor der Ausbildung der Eiersäcke offenbar in kurzer Zeit viel schneller wächst, wie aus der Längenzunahme von 15—22 mm (Tier Nr. 7—9) hervorgeht. SCOTT'S voll ausgebildetes Weibchen maß etwas mehr als 1 inch = 2,56 cm, so daß anscheinend während der Ausbildung der Eiersäcke noch ein weiteres Wachstum möglich ist. Das von SCOTT in seiner Abb. 7 abgebildete Tier ist meinem Tier Nr. 5 (Abb. 20) an die Seite zu stellen.

In bezug auf *Lernaeocera luscii* verfügen wir über spärliche Daten, die auch durch meine Untersuchungen nur ganz wenig erweitert werden können. Ihr Entwirt ist bekanntlich *Gadus luscus*, der während meines Aufenthaltes im Helder bedeutend seltener war als *Gadus morrhua*. Ich konnte nur wenige Exemplare der *Lernaeocera luscii* studieren, unter denen sich nur ein einziges ganz junges Individuum (Abb. 25) befand, das aber bedeutend älter war als die jüngsten Stadien der *Lernaeocera branchialis*. Da es aber ein wichtiges Stadium in der Entwicklung der *Lernaeocera luscii* darstellt, so will ich hier etwas näher darauf eingehen. Offenbar hat der Körper eben angefangen mit der Herausbildung des Genitalabschnittes. Ich schließe dies aus der Tatsache, daß der Körper fast über seine ganze Länge gleich dick ist und nur knapp vor der Umbiegung, wo im Rumpf die Geschlechtsorgane ausgebildet werden, deutlich angeschwollen ist. Ein engeres Zwischenstück verbindet Genitalregion und Enddarmabschnitt, der an dem distalen Ende, wie bei *Lernaeo-*

*cera lusci* üblich, deutlich eingekerbt ist. Ein Vergleich der Abb. 25 mit Abb. 26, die ein voll ausgebildetes Weibchen der *Lernaeocera lusci* abbildet, lehrt uns, wie die Arealbildung vor sich geht. Am Kopfe fehlen noch die lateralen Hörner, und es hat sich nur das mediodorsale Horn vorgestülpt in der Gestalt einer dicken, wulstförmigen Erhebung mit papierdünner Wand. An der distalen Spitze zeigt dieses Horn als Zeichen einer bevorstehenden Verzweigung zahlreiche, warzenförmige Auswüchse. Das betreffende Tier war nahezu 10 mm lang.

Abb. 26 stellt ein voll ausgewachsenes Weibchen derselben Art vor, dessen drei Hörner zwar bereits vorhanden, aber noch unverzweigt und hakenförmig gekrümmt sind in einer Weise, die mehr an die Verhältnisse bei *Lernaeocera branchialis* als an die von *L. lusci* erinnert. Wie bei Tier in Abb. 25 zeigt auch das Tier in Abb. 26 einen Proboscis des Typus der *Lernaeocera lusci* (s. unten). Erst an einem viel umfangreicheren Material, als mir zur Verfügung stand, wird es für *Lernaeocera lusci* möglich sein alle Stufen der Entwicklung lückenlos darzustellen.

Schließlich möchte ich dem Thema der parasitären, morphologischen Degeneration in diesem Zusammenhang noch einige Worte widmen. In der älteren Literatur wird für *Lernaeocera branchialis* diese Degeneration besonders hervorgehoben. Ich stelle mich aber an die Seite WILSONS, der behauptet, daß bei den Mundteilen und Thorakopoden von einer parasitär bedingten, morphologischen Degeneration keine Rede ist. Es sind aber diese Teile in allen Stadien der Entwicklung des Körpers auf derselben Entwicklungsstufe, die sie beim jungen Weibchen erreicht hatten, stehen geblieben. Sie haben den Riesenwuchs des Körpers während der Umbildung auf dem Endwirt nicht mitgemacht. Auch für die Augen, für die man öfters eine Degeneration erwähnt findet, gilt dasselbe. Denn, wie ich mich leicht an Schnitten durch die parasitierten Herzen überzeugen konnte, gibt es bei den mit ihren Köpfen in dem Bulbus arteriosus steckenden Weibchen ebensogut ausgebildete und entwickelte Naupliusaugen (Abb. 5) als bei den jungen, den Kiemenfäden der Butte aufsitzenden Tieren. Es kann eine Degeneration der Augen nicht festgestellt werden. Nur das Integument der Körperwand ist bei den im Endwirt verankerten Weibchen stark verdickt, was wohl

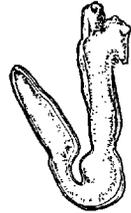


Abb. 25. Das jüngste von mir im September 1935 aufgefundene Weibchen von *Lernaeocera lusci* (C. J. BROEKS del.).

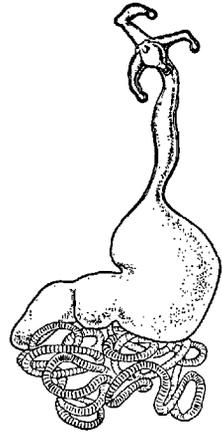


Abb. 26. Ein voll entwickeltes, lebensfrisches Weibchen von *Lernaeocera lusci*. Man bemerke den langen Rüssel (C. J. BROEKS del.).

die Ursache sein wird, daß die Augen dieser Tiere von den meisten Autoren übersehen worden sind. Inwieweit es bei diesen Weibchen zu einer Degeneration des Nervengewebes gekommen ist, wie von einigen Autoren angedeutet wird, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

### 9. Die Unterschiede zwischen *Lernaeocera branchialis* und *Lernaeocera lusci*.

Während meiner Studien an dem Material des Brüsseler Museums hatte ich Gelegenheit, den Unterschieden zwischen den beiden genannten Arten nachzuspüren (SCHUURMANS STEKHOVEN 1935, 1936). Am lebenden Material sind diese Unterschiede aber bedeutend leichter festzustellen als an toten und fixierten Tieren. So liefert die Gestalt und Anatomie des Rüssels ein Merkmal, das die Identifizierung der lebenden Tiere besonders vereinfacht, während der Kopf beim fixierten Tier bedeutend verunstaltet sein kann. Bei der lebensfrischen *Lernaeocera branchialis* L. sieht der Kopf aus wie ein stumpf gerundeter, buckelartiger Vorsprung, einem Mops Gesicht nicht unähnlich, ist der Rüssel nur zu geringfügigen Bewegungen imstande, da der ein- und ausziehbare Teil desselben ganz kurz ist. Hier findet sich am distalen Ende des Mundkonus die von einem Chitinringe umgrenzte Mundöffnung. Ventral davon befindet sich das ovale Labrum, das von den Maxillae seitlich begrenzt wird. Diese Maxillae liegen sozusagen zwischen dem Labrum und den wulstförmigen Vorsprüngen des Kopfes eingekeilt.

Bei *Lernaeocera lusci* ist der Rüssel lang. Das Kephalon hat die Gestalt eines Pferdekopfes. Auch gibt es einen viel längeren ein- und ausziehbaren Abschnitt des Rüssels als bei erstgenannter Art und ist dieser Abschnitt gegenüber den Kopfbasis scharf markiert (Abb. 27). An der Spitze der Proboscis treten die seitlichen Kopfwülste deutlicher hervor als bei *L. branchialis* und umfassen zusammen mit dem Labrum den Mundkonus.

Übrigens ist zu meinen früheren Auseinandersetzungen wenig Neues mehr hinzuzufügen. Nur möchte ich hier kurz die Antennulae und Antennae beschreiben, wie ich diese Extremitäten an dem jüngsten von mir aufgefundenen Exemplar fand. Bemerkenswert sind vor allem die Antennulae, die den *Lepeiopttheirus*-Antennulae ähnlich aussehen (Abb. 28 A, B). Am apikalen Ende findet man eine hakenförmige, dicke Borste, die für *Lernaeocera branchialis* spezifisch zu sein scheint. An den Analplatten aller von mir studierten Tiere, sieht man jederseits ein Büschelchen von 4 Haaren. Es sei hier darauf hingewiesen, daß WILSON bei der Abbildung von Eigentümlichkeiten seiner *Lernaeocera branchialis* [Tafel 12, Abb. 106] auf jeder der Analplatten seiner Exemplare nur ein einziges Haar fand. Die Plättchen waren auch bedeutend kleiner

als bei den von mir untersuchten Tieren. Zu gleicher Zeit ist zu bemerken, daß die Antennulae der Exemplare WILSONs anders aussehen als bei meinen Tieren. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit (SCHUURMANS STEKHOVEN 1936) darauf aufmerksam gemacht, daß die Maxillulae meiner Tiere anders gestaltet sind als diejenigen der von WILSON studierten Individuen. Ich glaube daher auch annehmen zu müssen, daß die von WILSON bei Woodshole und anderswo in Amerika studierten und

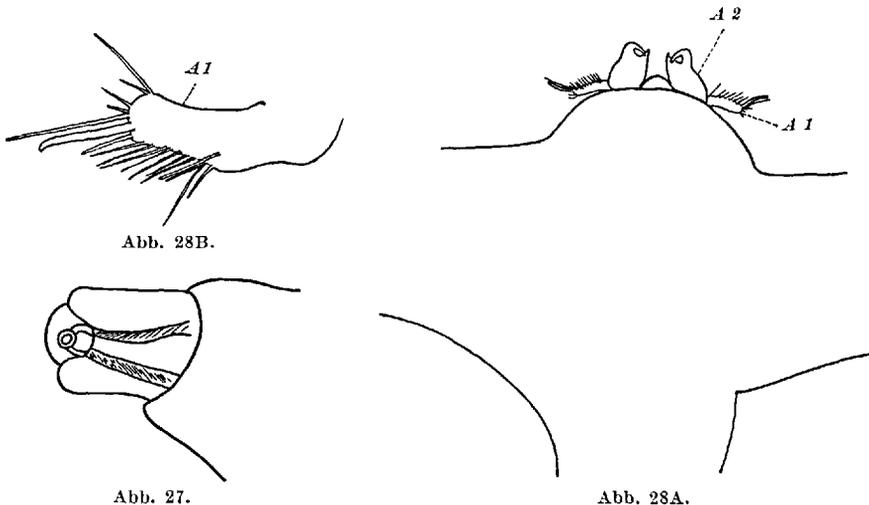


Abb. 27. Ein Rüssel der *Lernaeocera luscii* mit langem, einziehbarem Abschnitt (S. S. del.).  
 Abb. 28A und B. A Kopf des Weibchens von *Lernaeocera branchialis* mit Antennae (A2) und Antennulae (A1), B Antennulae A1 der *Lernaeocera branchialis* mit der hakenförmigen Borste (S. S. del.).

zu der Art *Lernaeocera branchialis* gestellten Tiere tatsächlich einer anderen Art zugehören, die ich *Lernaeocera wilsoni* zu nennen vorschlagen möchte.

### 10. Zusammenfassung.

1. Im Frühling, April-Mai, sind die Butten maximal infiziert, während eine Masseninfektion der Kabeljaue im Hochsommer bzw. am Anfang des Herbstes stattfindet.

2. Jedes Jahr wächst nur eine einzige Generation des Parasiten heran.

3. Vermutlich kann der Endwirt nur einmalig infiziert werden.

4. *Lernaeocera branchialis* verankert sich am Herzen des Endwirtes und kann deshalb nicht als Kiemenparasit betrachtet werden. Ein wirklicher Kiemenparasit dagegen ist *Lernaeocera luscii*, die sich auf den Kiemenbögen ansiedelt. In Zusammenhang mit den von beiden Arten bevorzugten Anheftungsstellen, die spezifisch bedingt sind, muß auch der Verzweigungsmodus der Hörner als spezifisch bedingt betrachtet werden.

5. Die *Lernaeocera branchialis* kann auf dem Endwirt bis zu 1 Jahr alt werden. Außerhalb des Wirtes können die Tiere 6 Tage am Leben gehalten werden.

6. Die rote Farbe des Parasiten stammt nicht aus dem dem Wirt entnommenen Blut, sondern sie ist einem spezifischen Atmungspigment zu verdanken.

7. Die Peristaltik und Antiperistaltik des Darmes dient zur Umrührung der Leibeshöhlenflüssigkeit und infolgedessen der Atmung. Der Darm hat die Funktion des Herzens als Motor des Blutes übernommen. Wie bei den Salpen und Ascidien wird die Darmbewegung von 2 ungleichwertigen Automatiezentren beherrscht, die sich aber bei den Lernaeoceren anders auswirken als bei den Ascidien.

8. *Lernaeocera branchialis* hat ihren Kopf in das Gewebe des Bulbus arteriosus versenkt und veranlaßt dort Fibrombildung, dessen Histologie eingehend beschrieben wird. Neben Nekrotisierung zufolge der Anwesenheit des Parasiten kommt es zu Neubildung und kompensatorischer Verdickung der Bulbuswand. Eine Verengung des Bulbuslumens kann andererseits die Herzfunktion stören. Es wurde ein sich organisierender Thrombus bei einem Herzen, in dem der Parasit von dem Lumen der ventralen Aorta aus in die Bulbuswand vorgedrungen war, beobachtet.

9. Die Hauptnahrung des Parasiten bildet das Blut des Wirtes. Auch wird wirtliches Gewebe gefressen.

10. Die gestaltlichen Umwandlungen des Parasiten werden an einer ganzen Reihe junger Stadien beschrieben.

11. *Lernaeocera branchialis* und *Lernaeocera luscii* sind am leichtesten an der Kopfgestalt zu unterscheiden. WILSONS *Lernaeocera branchialis* von der Ostküste der Vereinigten Staaten ist eine andere Art als die *Lernaeocera branchialis* der Nordsee und sollte *Lernaeocera wilsoni* heißen.

---

#### Literaturverzeichnis.

- Leigh Sharpe, W. H.: Two Copepods (*Lernaeenicus*) parasitic on *Clupea*. Parasitology 27, 270—275 (1935). — Van Oorde-de Lint, G. u. J. H. Schuurmans Stekhoven jr.: Copepoda parasitica in Grimpe u. Wagners Tierwelt der Nord- und Ostsee. Lieferung 30 (im Druck). — Schuurmans Stekhoven, J. H. jr.: Copepoda parasitica from the belgian coast. I. Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg. 11. Juli 1935. — Copepoda parasitica from the belgian coast. II. (Included some habitats in the North-sea.) Mem. Musée roy. Hist. nat. Belg. 1936, No. 74, 1—30. — Scott, A.: *Lepeophtheirus* and *Lernaea*. Liverpool marine biological committee Memoirs 6, 1—54 (1901). Scott, Th. u. A.: The british parasitic Copepoda. Roy. Society, 1913, 1, 2. — Wilson, C. B.: North american parasitic copepods belonging to the Lernaeidae with a revision of the family. Proc. U. S. nat. Mus. 53 1—150 (1917).
-