DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zehnter Jahrgang.

22. Dezember 1922.

Heft 51.

Das Laichgebiet des Aales. Bericht über die Arbeit¹⁾ von Dr. Joh. Schmidt (Kopenhagen): The Breeding Places of the Eel von Rudolf Drost, Göttingen.

Das Problem der Fortpflanzung und der Laichgründe des gewöhnlichen oder Flußaales ist uralte und hat schon die zu Aristoteles Zeiten lebenden Naturforscher beschäftigt. Aber erst in den letzten 30 Jahren hat die Forschung zu wirklichen Ergebnissen geführt.

Es ist schon seit langer Zeit bekannt, daß die ausgewachsenen Aale im Herbst aus den Flüssen und den Seen nach dem Meere zu wandern. Die wichtigsten Aalfischereien beruhen in der Tat auf dieser zum Meere hin gerichteten Wanderung. Die Aale kehren aus dem Meere nicht wieder zurück, aber mit dem Beginn des Frühlings erscheinen an den Küsten Myriaden kleiner junger Aale („Glasaale“), die den Weg zum Süßwasser hin einschlagen. Diese Glasaale sind in den meisten Ländern Europas bekannt und kommen in manchen Teilen in so ungeheuren Mengen vor, daß sie den Gegenstand einer besonderen Industrie bilden, beispielsweise im Severn in England, wo sie als „elvers“ bekannt sind. Bis zum Jahre 1896 war das Glasaalstadium das früheste Stadium der Entwicklung, in dem der Aal an den Ufern Europas bekannt war, und man nahm allgemein an, daß die im Frühjahr erscheinenden Glasaale die Abkömmlinge der Aale seien, die im vorangehenden Herbst nach dem Meere zu gewandert waren. Sie sind aber keineswegs so winzig wie z. B. die jüngsten bekannten Larvenstadien des Herings, sondern messen bereits nicht weniger als 6–7 cm in der Länge.

Wir wissen also, daß die alten Aale aus ihren letzten Aufenthaltsstätten im Meer verschwinden, und daß das Meer uns zahllose Scharen Glasaale zurücksendet. Aber wohin sind die alten Aale gewandert, und wo kommen die Glasaale her, und welches sind die noch früheren Stadien, die dem Glasaal-Stadium in der Entwicklung des Aales vorangehen? Das sind Probleme, die „die Aalfrage“ darstellen.

Es ist das große Verdienst eines dänischen Forschers, Dr. Johannes Schmidt in Kopenhagen, wichtige Teile der Aalfrage gelöst zu haben.

Schon vor seinen Forschungen, die 1904 begannen, haben sich andere mit diesem Problem beschäftigt und den ersten Schritt zur Lichtung des Dunkels unternommen. 1896 konnten die

Italiener Grassi und Calandruccio auf Grund ihrer Untersuchungen in Messina nachweisen, daß der blattförmige, glashelle, etwa 7,5 cm lange Fisch, den Kaup 1856 als *Leptocephalus brevirostris* beschrieb, nichts anderes als die Larve des Aales ist. Diese wandelt sich um in den kleineren und schmälere Glasaal, der im Frühjahr in großen Scharen an unseren Küsten erscheint und die Süßwasserläufe aufwärts wandert, von dem man annahm, daß er von den alten Aalen abstamme, die im Herbst zuvor aus den Seen, Flüssen usw. ins Meer gewandert sind. Grassi vermutete, daß die Entwicklung der Aalbrut in den Tiefen des Meeres vor sich gehe, und daß nur die vertikalen Strömungen in der Straße von Messina die Larven in obere Schichten und so in den Bereich seines Netzes gebracht hätten.

Eine Menge von Fragen jedoch konnte noch nicht beantwortet werden: Warum wurden die Larven nicht an anderen Küsten Europas gefunden, sondern nur in der Straße von Messina? Weshalb fand man dort nur ganz und fast erwachsene Larven (ca. 7,5 cm lang) und keine kleineren? Wohin ziehen die alten und woher kommen die jungen Aale unserer nordischen Länder?

Das Jahr 1904 erst gab den Anstoß zur weiteren Forschung und veranlaßte den ersten Schritt zur schließlich völligen Beantwortung der „Aalfrage“, als Dr. Johs. Schmidt auf dem dänischen Forschungsschiff „Thor“, gemäß dem Programm des Internationalen Rates für Meeresforschungen mit Fischerei-Untersuchungen beschäftigt, westlich der Faröer zufällig ein Exemplar von *Leptocephalus brevirostris*, 7,5 cm lang, fand. Auf diesen ersten Fund außerhalb des Mittelmeeres folgte in demselben Jahr ein zweiter, den ein Mr. Farran an der Westküste Irlands machte.

Auf Grund verschiedener Umstände wurde es Dänemark, wo der Aalfang ein besonders wichtiger Handelszweig ist, bewilligt, die Forschungen fortzusetzen; Schmidt wurde mit der Ausführung beauftragt.

Ziel der Untersuchungen war vor allem, die Laichplätze des Aales zu finden, und ferner, das Alter der gefundenen Larven und des Glasaales festzustellen. Hierzu war es erforderlich, systematisch in allen Teilen der in Frage kommenden Meere zu fischen. Dadurch, daß man bestrebt war, immer jüngere Entwicklungsstadien zu erbeuten, mußte es schließlich gelingen, die Laichplätze selbst zu erreichen und genau zu umgrenzen. — Doch nicht nur auf See, auch an Land im Institut mußten Untersuchungen angestellt werden. Es galt festzustellen an Hand von Aalproben, die

¹⁾ Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Vol. 211, 1922.

aus dem größten Teil des atlantischen Gebietes stammten, ob man es mit einer oder mit mehreren Arten oder Rassen des Aales zu tun habe. Im Verlauf dieser Untersuchung, die sich besonders auf die Zahl der Wirbel und Flossenstrahlen bezog, konnte *Schmidt* das Vorhandensein von nur zwei Aalarten nachweisen, nämlich einer westlichen, amerikanischen — *Anguilla rostrata* — und einer östlichen, europäischen — *Anguilla vulgaris*. Auf die Unterscheidung der beiden Arten wird weiter unten eingegangen werden.

Der ganze Verlauf der Schmidtschen Forschungen bietet soviel des Lehrreichen und Interessanten, daß man es sich nicht versagen darf, den Gang der Untersuchungen und die stufenweise Lösung der Frage zu verfolgen.

Seit 1904 betrieb *Schmidt*, wie erwähnt, die Aalforschungen und seit 1905 bildeten sie einen Punkt des dänischen Programmes. Wenn man anfangs geglaubt hatte, in kurzer Zeit nach den oben erwähnten Richtlinien die Frage restlos klären zu können, so hatte man sich sehr geirrt. 17 Jahre — eingerechnet allerdings eine fünfjährige Unterbrechung während des Weltkrieges — hat die Lösung der Aufgabe beansprucht.

Mit dem Forschungsschiff „Thor“ wurden in den Jahren 1905 bis 1910 nacheinander die dänischen Gewässer, die Nordsee, die Norwegische See, der Atlantische Ozean querab von der Westküste Europas von Island bis Marokko und das Mittelmeer befahren. 1905 stand fest, daß ausgewachsene Aallarven im Atlantischen Ozean westlich von Europa auf der ganzen Strecke von den Faröer bis Bretagne, westlich der 1000-m-Linie in Mengen vorkommen. Östlich dieser Linie wurden sie nirgends gefunden. Hieraus konnte geschlossen werden, daß alle Aale Westeuropas aus dem Atlantischen Ozean stammen. Die Größe der Larven betrug im Juni 7,5 cm. Im folgenden Jahre wurden im Atlantik erwachsene Larven — durchschnittlich 7,5 cm — in Massen erbeutet. Die Fänge im Frühling und im Herbst zeigten jedoch einen Unterschied. Im August und September war die Mehrzahl in der Metamorphose begriffen, im Frühling und Frühsommer fand sich aber keine einzige. Durch die Metamorphose wird die Länge durchschnittlich um 1 cm — von etwa 75 mm im Juni 1905 auf 66 mm im Mai 1906 —, die Höhe sogar um mehr als den vierten Teil geringer als vorher. Die umgewandelten kleinen Aale, die im Frühling an den europäischen Küsten erscheinen, müssen also durch-

entfernt gelegen sein mußten. Es ergab sich weiter die interessante Tatsache, daß die Verbreitung der Aale im Atlantik deutlich mit dem Umfang der großen Wasserströmungen zusammenfällt.

Einen Schritt näher rückte das Ziel infolge der Beute des Norwegers *J. Hjort* auf dem norwegischen Forschungsschiff „M. Sars“, Juni und Juli 1910, und durch Untersuchungen von einer Sammlung von Leptocephalen, die sich seit 1865 im Zoologischen Museum zu Kopenhagen befanden. *Hjort* fing außer 23 Larven von bekannter Größe, 65–80 mm, westlich Europas nördlich 40° N. Br. und östlich 30° W. L. 21 Larven von 41 bis 60 mm Länge und zwar westlich der Azoren an 5 Stationen zwischen dem 31. und 40. Breitengrad und zwischen dem 30. und 48. Längengrad. Er nahm an, daß die kleinen Larven erstjährig (0-Gruppe) und die größeren vorjährig seien (I-Gruppe) und vermutete, daß die Laichplätze im Zentralatlantik zwischen den Azoren und den Bermuda-Inseln gelegen seien. Unter den Exemplaren des Kopenhagener Zoologischen Museums befand sich ebenfalls ein kleines Exemplar von *Leptocephalus brevirostris* von nur 41 mm, das in der Nähe von Madeira lat. 34° 20' N. long. 18° 30' W., außerdem eines von 53 mm Länge, das viel weiter westlich, etwa 30° N., long. etwa 32° W., gefangen war. Wir sehen hieraus, daß 41 mm kleine Larven 1500 Meilen voneinander entfernt angetroffen wurden. Waren diese eben 4 cm langen Larven nun, wie *Hjort* annahm, erstjährig und hatten sie sich noch nicht weit von ihrem Ursprungsort entfernt, dann mußten die Laichgründe die ganze östliche Hälfte des Atlantischen Ozeans südlich der Azoren umfassen. Oder gab es mehrere, getrennte Laichbezirke? Wenn ja, wo befanden sich die erstjährigen Larven der riesigen Aalscharen Europas? Wie alt waren überhaupt die 40 mm langen Larven? Diese Fragen harrten der Beantwortung.

Schmidt setzte sich nun als nächste Aufgabe, zu ermitteln, nicht nur wo die jüngsten Larven leben, sondern auch wo sie nicht vorkommen, und ferner, ihr Alter festzustellen. Der Südatlantik beherbergt keinerlei Stadien der Gattung *Anguilla*, wie *Schmidt* schon 1909 nachgewiesen hatte. Also kam nur die nördliche Hälfte des Atlantischen Ozeans in Frage. Auf alle Fälle mußte das Forschungsgebiet ins Meer, weit von den europäischen Küsten verlegt werden, wozu

rigen Larven zu tun gehabt, die im Herbst etwa 35 mm maßen.

In den folgenden Jahren, 1914 und 1915, wurde durch Dampfer der dänischen Westindien-Linie die Bestätigung erbracht, daß die kleinsten Larven im Sommer vorkommen. So wurden im Mai bei 26° N. Br. und 55° W. L. gefischte Planktonproben eingesandt, die Larven von der Durchschnittsgröße 14 mm enthielten; die kleinsten waren nur 9 mm lang.

Von 1915–1920 ruhten die Untersuchungen

man so weit, erklären zu können, daß das Laichgebiet des Aales in seiner Ausdehnung bekannt sei. Auf Grund der vielen Stationen, an denen die kleinsten Larven gefangen wurden, konnte das Laichgebiet aufgezeichnet werden.

Schmidt bezeichnet als eigentlichen Laichplatz das Gebiet, innerhalb dessen Larven bis 10 mm Länge gefunden waren, in der Annahme, daß diese kleinen Tiere sich unmöglich weit von der Stelle entfernt haben können, wo sie aus dem Ei gekommen sind. Wie aus der Karte zu ersehen

und Westindien. Sie erbeuteten höchstens 3 Larven pro Station, worunter sich bemerkenswerterweise eine von nur 34 mm Länge befand (bei 25° N. Br. und 51° W. L.). Außer der geringen Größe war dieser Fang auch deshalb wichtig, weil die Fundstelle die Laichgründe mehr südlich und westlich vermuten ließ, als man bisher angenommen hatte. Von einem vollständigen Ergebnis war man 1912 aber noch weit entfernt. Schwierigkeiten machte vor allen Dingen die

Süden und von Osten nach Westen zu konstatieren, wie aus folgenden Zusammenstellungen ersichtlich ist:

Größe der Aallarven (*Anguilla vulgaris*) an Stationen von Osten nach Westen, lat. 35° N.; „Margrethe“, September 1913:

Längengrad..... 29° W. 45° W. 56° W.

Stationsnummer u.

Datum..... 1013, 24. 8. 1020, 11. 9. 1030, 1. 10.

Länge in mm..... 65, 63, 59 55, 53, 50 40, 36, 35

Fig. 1. Größe der Aallarven (*Anguilla vulgaris*) an Stationen von Nord nach Süd, im westlichen Atlantik zwischen 50° und 60° W. L.; „Margrethe“, Oktober 1913.

Deutung des Umstandes, daß 40—60 mm lange Larven, die Hjort im Juni gefangen hatte und für erstjährig hielt (0-Gruppe), auch im Winter und Frühling erbeutet wurden. Sollten vielleicht Hjorts wie Schmidts Larven erstjährig sein, und sollte gar eine Erzeugung von Eiern und Larven ununterbrochen während des ganzen Jahres stattfinden, so daß die Größe der Larven nur durch die Entfernung von dem Erzeugungsort bedingt war? Hiergegen sprach jedoch manches, z. B. die Regelmäßigkeit in der Metamorphose.

Das Jahr 1913 brachte größere Fortschritte. Einmal schickten die verschiedenen Schiffe reicheres Material, dann aber gelang es, den kleinen Schoner „Margrethe“, in vollkommener Weise ausgerüstet, für eine Expedition über den Atlantik zu bekommen. Während der Monate August bis Dezember wurden die Forschungen längs folgender drei Linien angestellt: 1. von den Faröer bis südwestlich der Azoren, 2. von dort bis zu den Neufundland-Bänken, 3. von da nach Westindien. Erbeutet wurden insgesamt 714 Larven — auch einige vom *Anguilla rostrata*. Es war eine zahlenmäßige Zunahme von Osten nach Westen und eine Abnahme der Größe von Norden nach

Von Oktober bis Dezember wurde auf Fahrten zwischen Neufundland und Westindien die nördliche und südliche Grenze der Verteilung der *vulgaris*-Larven bestimmt: 40° N. Br. und 24° N. Br.; nach Westen reichte ihr Verbreitungsgebiet, soweit wie die Untersuchung sich erstreckte, bis 65° W. L. Auch Larven des amerikanischen Aales wurden gefangen, aber nur 3 bis 4 % der Gesamtzahl der Larven. Außerordentlich auffällig war es, daß sich rings um die Bermuda-Inseln Larven des europäischen Aales befanden, während auf den Inseln selbst nur *Anguilla rostrata* festgestellt war. Betreffs der Größe der auf der „Margrethe“ gefangenen Larven war ein neuer Rekord aufgestellt: die kleinste maß nur 17 mm, wie aus der Tabelle ersichtlich ist. Aus dem Gesamtergebnis der Kreuzerfahrten der „Margrethe“ glaubte Schmidt schließen zu können, daß man die Möglichkeit einer ununterbrochenen Erzeugung von Eiern und Larven ablehnen müsse; sonst hätten im Herbst und Winter mehr kleine Larven gefangen werden müssen. Vielmehr nahm er an, daß die erbeuteten Larven während der ersten Hälfte des Jahres zur Welt gekommen seien. Er hatte es also mit erstjäh-

rigen Larven zu tun gehabt, die im Herbst etwa 35 mm maßen.

In den folgenden Jahren, 1914 und 1915, wurde durch Dampfer der dänischen Westindien-Linie die Bestätigung erbracht, daß die kleinsten Larven im Sommer vorkommen. So wurden im Mai bei 26° N. Br. und 55° W. L. gefischte Planktonproben eingesandt, die Larven von der Durchschnittsgröße 14 mm enthielten; die kleinsten waren nur 9 mm lang.

Von 1915—1920 ruhten die Untersuchungen zur See aus Anlaß des Krieges. Diese Zeit wurde

man so weit, erklären zu können, daß das Laichgebiet des Aales in seiner Ausdehnung bekannt sei. Auf Grund der vielen Stationen, an denen die kleinsten Larven gefangen wurden, konnte das Laichgebiet aufgezeichnet werden.

Schmidt bezeichnet als eigentlichen Laichplatz das Gebiet, innerhalb dessen Larven bis 10 mm Länge gefunden waren, in der Annahme, daß diese kleinen Tiere sich unmöglich weit von der Stelle entfernt haben können, wo sie aus dem Ei gekommen sind. Wie aus der Karte zu ersehen ist, liegt das Laichgebiet des europäischen Aales

Fig 2. Laichgebiet (dicke Linien) und Verteilung der Larven von *Anguilla vulgaris* und *Anguilla rostrata* (für *A. rostr.* gestrichelte Linien). Die Linien zeigen die Grenzen des Vorkommens, d. h. Exemplare kleiner als 25 mm wurden nur innerhalb der Linie 25 gefunden.

mit der Verarbeitung des bislang gewonnenen Materials ausgenutzt. So wurde z. B. eine Beschreibung der Larvenentwicklung der beiden *Anguilla*-species gegeben.

Nach Kriegsende wurden die Untersuchungen zur See von neuem aufgenommen. Von den Fängen der Handelsschiffe, die an ihre bestimmten Routen gebunden sind, war kein weiterer Fortschritt auf der Suche nach den Laichplätzen zu erwarten. 1914 und 1915 hatten sie so kleine Larven aufgebracht, daß man als festgestellt betrachten konnte, die Dampferlinie Engländer Kanal—St. Thomas passiere das Laichgebiet. Nach vielen Bemühungen gelang es 1920, für das Unternehmen den Motorschoner „Dana“ zur Verfügung zu bekommen — die „Margrethe“ war 1913 bei einer der westindischen Inseln gestrandet —. 1920 und 1921 wurden nun im Frühling und Sommer sehr zahlreiche Netzzüge im westlichen Atlantik gemacht. Endlich war

zwischen dem 22. und 30. Breiten- und dem 48. und 65. Längengrade. Die nördlichsten, südlichsten, westlichsten und östlichsten Larvenfunde, die überhaupt gemacht wurden, stellen sich wie folgt dar:

Larven des europäischen Aales (*Anguilla vulgaris*).

Nördlichster Fund: lat. 61° 21' N., long. 10° 59' W.

(„Thor“)

Südlichster Fund: lat. 20° 14' N., long. 57° 03' W.

(„S. S. Tranquebar“)

Westlichster Fund: long. 73° 30' W., lat. 30° 49' N.

(„Dana“)

Östlichster Fund: long. 15° 35' O., lat. 38° 07' N.

(„Thor“)

Der Gang der Schmidtschen Untersuchungen ist im Jahre 1921 abgeschlossen. Neben der wichtigen Auffindung der Laichgründe sind aber noch viele andere Beobachtungen nennenswert.

Die Laichzeit dauert vom Ende des Winters oder Anfang des Frühlings bis in den Sommer

hinein. Denn nicht nur im April, wo die Durchschnittslänge etwa 12 mm beträgt, wurden Larven kleiner als 10 mm erbeutet, sondern auch im Mai, Juni und Juli, wo der Längendurchschnitt stetig wuchs.

Von den riesigen Mengen der Larven gibt ein Fischzug von 2 Stunden in 50 m Tiefe am Punkt lat. $27^{\circ} 15' N.$, und long. $61^{\circ} 35' W.$ ein anschauliches Bild: 800 Exemplare befanden sich im Netz (siehe Fig. 5).

Die vertikale Verteilung im Laichgebiet ist derart, daß im Juni die älteren Tiere mit einer durchschnittlichen Länge von 25 mm von 50 m Tiefe bis zur Oberfläche angetroffen wurden, während die jüngeren Stadien 7–15 mm in tieferen Schichten 200–75 m vorgefunden wurden.

Das Alter der verschiedenen Larvengrößen hat natürlich auch endgültig ermittelt werden können. Wurden die gefundenen Maßzahlen der an bestimmten Stationen erbeuteten Larven in ein Koordinatensystem eingetragen, so zeigte sich, daß man nicht eine eingipflige Kurve erhielt, sondern zwei Kurven, zwischen denen die Linie unterbrochen ist (siehe Fig. 3).

Fig. 3. Europäischer Aal (*Anguilla vulgaris*); West-Atlantik (westl. von $50^{\circ} W. L.$), „Dana“, Juni 1920. Zeigt die Grenze zwischen der 0-Gruppe und der I-Gruppe.

Der Zwischenraum gibt die Grenzen der verschiedenen Jahresklassen an. Im Frühling, wenn die 0-Gruppe viel kleiner ist, ist das Intervall zwischen den beiden Gruppen natürlich viel ausgeprägter (siehe Fig. 4).

Eine Übersicht über die Größe der Jahresklassen gibt folgende Tabelle (siehe auch Fig. 5):

Larven des europäischen Aales im Frühsommer (Juni).

Jahresklasse	Hauptvorkommen	Länge in mm	Durchschnittliche Länge in mm
Gruppe 0	West-Atlantik	7–37	25
„ I	Zentral-Atlantik	40–etwa 70	52
„ II	Europäische Küsten	60–88	75
(„ III	Süß- und Brackwasser Europas	Gerade metamorphosierte Jungaale	

Wir haben es also insgesamt mit 3 Jahresklassen der Larven zu tun. Obige Tabelle lehrt uns gleichzeitig, wo sich die Vertreter der einzelnen Größenordnungen in der Hauptsache befanden,

und wie lange Zeit die Wanderung von den Laichgründen bis zu den europäischen Küsten währt. Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur ausgewachsenen Larve beträgt also über zwei Jahre und bis zur Beendigung der Metamorphose fast 3 Jahre.

Über den Weg der Wanderung gibt die Karte einige Auskunft. Man ersieht, daß die Hauptmasse der Larven von *Anguilla vulgaris* sich nach Nordosten wendet. Für die Anfangsrichtung konnte eine Regelmäßigkeit nicht festgestellt werden. In einem Jahr (1920) schien das Gros

Fig. 4. Erstjährige (0-Gruppe) und drei Exemplare vorjähriger (I-Gruppe) Larven von *Anguilla vulgaris*; West-Atlantik (westl. des 50° Längengrades), „Dana“, April 1921.

sich nordwärts von dem Laichplatz zu entfernen, während 1913 die Mehrzahl sogleich die nordöstliche Richtung einzuschlagen schien. Unterschiede zwischen einzelnen Jahren und verschiedenen Abschnitten des Laichgebietes sind hier als wahrscheinlich anzunehmen.

Die langjährigen Schmidtschen Untersuchungen ermöglichen es, einen Abriß der Lebensgeschichte des europäischen Aales zu geben.

Im Herbst wandert der Silberaal aus den Seen und Flüssen ins Meer. Dort ist er sehr bald unserer Beobachtung entchwunden; nur in den dänischen Sunden und Belten und gelegentlich Ende des Jahres vereinzelt im Englischen Kanal wird er noch festgestellt. Weiterhin, auf seinem Wege südwestlich durch den Ozean, ist nie mehr ein Aal gefangen worden. Wann er sein Ziel, die Laichplätze (vgl. Fig. 2) erreicht, ist nicht bekannt. Die Laichzeit dauert vom Vorfrühling bis in den Sommer hinein. Die kleineren 7 bis 15 mm langen Larven treiben bei $20^{\circ} C$ in Schichten von 200–300 m Tiefe. In ihrem

ersten Sommer erreichen sie eine durchschnittliche Größe von 25 mm und werden nun in der Mehrzahl in den obersten Wasserschichten von 50—25 m oder gar an der Oberfläche selbst angetroffen. Dann beginnt die Wanderung nach Europas Küsten, die durch Strömungen der oberen Wasserschichten unterstützt wird. Während sie sich im ersten Sommer westlich des 50. Längengrades befanden, halten sie sich im zweiten Sommer bei einer Durchschnittsgröße

Landes dringen und beträchtliche Höhen erklimmen, davon geben Fänge in der Schweiz bis zu einer Höhe von 3000 m über dem Meeresspiegel Kunde. Während ihres Aufenthaltes im Süßwasser, der je nach Umständen 5—20 Jahre dauert, werden die Aale groß und feist. Die Männchen allerdings bleiben klein und werden selten 45 cm lang. Die Farbe ist während des Heranwachsens gelb und grünlich, ohne Metallglanz. Dieses Stadium wird „Gelbaal“ genannt.

Fig. 5. Aallarven (*Anguilla vulgaris*), gefangen in einem einzigen Netzzug von 2 Stunden Dauer auf der „Dana“, Station 871 (lat. $27^{\circ} 15' N.$, long. $61^{\circ} 35' W.$) im westlichen Atlantik, 1920, Juni 27; Tiefe etwa 50 m. Ein Exemplar gehört zur I-Gruppe, die übrigen zur O-Gruppe. Unten ein Exemplar der II-Gruppe, Länge 74 mm, vom östlichen Atlantik zum Vergleich.

Etwa ein Drittel nat. Gr. (cf. die cm-Skala unten.)

von 50—55 mm im mittleren Teil des Atlantischen Ozeans auf. Im dritten Sommer erreichen sie die Küsten Europas als ausgewachsene Larven von meist 75 mm Länge. Im Herbst und Winter wandelt sich ihre blattförmige Gestalt in die aalförmige um. Im Frühling ist das Glasaalstadium erreicht und die Wanderung flußaufwärts beginnt. Manche der Jungaale jedoch, besonders Männchen, bleiben im Brackwasser in Lagunen und Buchten. Daß die Tiere weit ins Innere des

Naht die Wanderzeit, so bekommt der Körper einen metallischen Schein, und die Brustflossen werden schwarz; zugleich nimmt die Freßlust ab. In diesem Zustand werden sie als Silberaal bezeichnet. Fest und fett, wie ihr Fleisch dann ist, sind sie so sehr gut für ihre große Reise gerüstet.

Zum völligen Verständnis unseres Aales ist es unerläßlich, auch die zweite Art, *Anguilla rostrata*, heranzuziehen. Wie bereits erwähnt, stellte Schmidt bei seinen Untersuchungen fest,

daß im Gebiet des Atlantischen Ozeans außer *Anguilla vulgaris* nur noch *Anguilla rostrata* vorkommt. Äußerlich unterscheiden sich die Arten kaum voneinander. Erst die anatomische Untersuchung gestattet eine sichere Trennung. *Anguilla vulgaris* hat z. B. im Durchschnitt 114,7 Wirbel, während *Anguilla rostrata* nur 107,2 besitzt. Die Larven des amerikanischen Aales haben die Untersuchungen über *Anguilla vulgaris* ziemlich erschwert; wurden doch beide Arten oft an derselben Stelle und mit demselben Netz erbeutet. Zudem sind die Larven beider Arten nur zu unterscheiden, wenn unter dem Mikroskop die 104—120 Muskelsegmente (Myomeren) gezählt werden. Der Laichplatz von *Anguilla rostrata* überdeckt sich teilweise mit dem von *Anguilla vulgaris* (vgl. die Karte Fig. 2). Die Größe der Larven beträgt im April 20—25 mm, im Juni 30—35 mm, im Juli 40 mm und im September etwa 50—55 mm. Gegen Ende des Jahres sind sie ausgewachsen und 60—65 mm lang. In den Wintermonaten findet die Metamorphose statt, und im Frühling steigen die Jungaale die Flüsse hinauf. Zur ganzen Entwicklung vom Ei bis zum Glasaal, die bei *Anguilla vulgaris* 3 Jahre dauert, wird also nur 1 Jahr gebraucht. Die Erkenntnis dieser Tatsache läßt es nicht mehr rätselhaft erscheinen, weshalb um Bermuda Larven von *Anguilla vulgaris* vorkommen, erwachsene Tiere auf den Inseln aber nicht zu Hause sind, sondern nur *Anguilla rostrata*. Die *vulgaris*-Larven um Bermuda gehören der 0- und I-Gruppe an. Bis sie metamorphosiert sind, hat sie die Meeresströmung weit von diesen Inseln weggeführt. *Anguilla rostrata* jedoch, der seine Larvenentwicklung in einem Jahr beendet, hat sich bis dahin noch nicht weit von der amerikanischen Küste entfernt. So erklärt sich auch die reinliche Scheidung im Vorkommen der erwachsenen Aale trotz der Durchmischung der Larven. Der amerikanische Aal hat während seiner kurzen Larvenzeit im Meere einfach keine Zeit für so weite Wanderungen, wie sie *Anguilla vulgaris* ausführt. Außer diesem ethologischen Grund — verschiedene Dauer des pelagischen Wanderstadiums — ist noch ein geographischer Grund für das getrennte Vorkommen der erwachsenen Aale anzuführen: die etwas südlichere und westlichere Lage des Laichgebietes von *Anguilla rostrata*.

Das Häufigkeitsverhältnis der beiden Arten mögen folgende Zahlen erläutern:

	<i>Anguilla rostrata</i>	<i>Anguilla vulgaris</i>
Handelsschiffe 1911—1915	3	120
„Margrethe“ 1913.....	24	714
„Dana“ 1920	ca. 1000	ca. 6000

Diese Zahlen entsprechen der Bedeutung der Aalfischerei: der jährliche Ertrag in Amerika beträgt etwa 2000 Tonnen, in Europa über 10 000 Tonnen.

Literatur.

1873. Boudelot, Recherches sur la structure et le développement des écailles des poissons osseux. Arch. de Zool. exp. et gen. T. II.
1882. Moebius, K. und Heincke, Fr., Die Fische der Ostsee. IV. Ber. d. Komm. z. Unters. d. deutsch. Meere in Kiel.
1888. Raffaele, Le Uovi galleggianti et le Larve dei Teleostei nel Golfo di Napoli. Mitt. aus d. Zool. Stat. Neapel VIII.
1891. Trybom, F., Zirkular des Deutschen Fischereivereins, Nr. 1.
1894. Petersen, C. G. Joh., The Common Eel (Ang. vulg.) gets a particular breeding-dress before its emigration to the sea etc. Reports from the danish biological Station Vol. V.
1894. Trybom, F., Fisket i Halland 1893. Hallands Läns Hushållings-Sällskaps Handlingar.
1894. Heincke, Fr., Die Fische Helgolands. Wiss. Meer-Unters. N. F. I.
1895. Williamson, H. C., On the Reproduction of the Eel. Fishery Board for Scotland, 13. Annual-Report.
1895. Facciola, La prima forma larvata dell' *Anguilla vulgaris*. Nat. Sicil. Vol. XIII—XIV, Palermo.
- *1896. Grassi, The reproduction and metamorphosis of the Common Eel (Ang. vulg.), Proc. of the R. Soc. London Vol. 60.
- *1897. Grassi und Calandruccio, Riproduzione e metamorfosi delle Anguille. Giorn. Italian. di Pesca etc. 7—8. Deutsch von Doflein, Allgem. Fisch.-Ztg. N. F. Bd. 12, 1897.
1897. Heincke, Fr., Nachträge zur Fisch- und Molluskenfauna Helgolands I. Wiss. Meer-Unters. N. F. Bd. II.
1902. Eigenmann, The egg and development of the conger eel. Bull. of the U. S. Fish Comm. Vol. XXI, for 1901, Washington.
1902. Trybom, F., Ålhanar fram Sveriges ostkust. Svensk Fiskeri-Tidskrift. Arg. 11.
1903. Trybom, F. und Nyström, A., Till kännedom om dett insötvattnena upvandrande ålynglet. ibid. Arg. 12.
1904. Nordquist, O., Ålfiskeförsök och ålundersökningar i södra Finland. Fiskeritidskrift för Finland 13.
- 1904a. —, Resultate der Aussetzung von gezeichneten Aalen in Finnland im Jahre 1903. Mitt. d. Dtsch. Seefisch-Ver. Bd. XX.
1904. Palmén, J. A., Neue Aussetzungen gezeichneter Aale in Finnland. ibid.
1905. Herwig, Aussetzung von markierten Aalen und Flundern von seiten d. Deutsch. Seefisch-Ver. i. d. Ostsee. ibid. Bd. XXI.
1905. Petersen, C. G. Joh., Larval Eels (*Leptocephalus brevirostris*) of the atlantic coasts of Europe. Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser, Serie: Fiskeri, Bd. I, Nr. 5.

¹⁾ Die Literaturangaben sind nicht vollständig. Besonders hingewiesen sei noch auf Arbeiten von Ehrenbaum, Marcus und andern Autoren über Alter und Wachstum des Aales im Frischwasser. Die mit * versehenen Arbeiten sind bei Schmidt 1922 angeführt.

21. 1905. *Trybom, F.*, Ålmärkningar i Östersjön 1903 och 1904. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter Bd. I.
22. 1906. *Gemzøe, K. J.*, Age and Rate of Growth of the Eel. Rep. of the Danish Biological Station to the Board of Agriculture Vol. XIV.
23. 1906. *Palmén, J. A.*, Om den finska ålens vandringar. Fiskeritidskrift för Finland Årg. 15.
- *24. 1906. *Schmidt, Joh.*, Contribution to the Life-history of the Eel (*Anguilla vulgaris* Flem.) Cons. perm. pour l'expl. de la mer. Rapports et procès-verbaux Vol. V, Copenhagen.
25. 1906. *Trybom, F.*, Ålens fortplantingsförhållanden. Svensk Fiskeri-Tidskrift Årg. 15.
26. 1906. —, Ålmärkningar i Östersjön 1905. Svenska Hydrografisk-Biol. Komm. Skr. Bd. II.
27. 1907. *Trybom, F.* und *Schneider, G.*, Die im Jahre 1910 in Schweden ausgeführten Versuche mit gekennzeichneten Aalen. *ibid.* Bd. III.
28. 1907. *Ehrenbaum, C.*, Johs. Schmidts Abhandlung über den Aal. Referat i d. „Fischerei-Zeitung“, Neudamm.
29. 1908. *Giacomini, E.*, Intorno alla gonogenesi nelle anguille e all'epoca del differenziamento sessuale in questi Murenoidi. Rivista mensile di pesca, anno X, Nr. 3.
30. 1908. *Gilson, G.*, L'Anguille, sa reproduction, ses migrations et son intérêt économique en Belgique. Annales de la Soc. royale Zool. et Malacolog. de Belgique Tome XLIII.
31. 1908. *Lübbert*, Praktische Ergebnisse der wissenschaftlichen Meeresforschung für die Binnenfischerei. Allgem. Fischerei-Zeitung XXXIII, Nr. 10 u. 11.
32. 1908. *Petersen, C. G. Joh.*, The Influence of Light on the Migrations of the Eel. Reports of the Danish Biological Station to the board of agriculture Vol. XIV, Copenhagen.
33. 1908. *Trybom, F.* und *Schneider, G.*, Das Vorkommen von „Montées“ und die Größe der kleinsten Aale in der Ostsee und in deren Flüssen. Cons. perm. pour l'expl. de la mer, Rapp. et procès-verbaux Bd. IX.
34. 1908a. — und —, Die Markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichnete Aale in der Ostsee. *ibid.*
35. 1909. *Järvi, T. H.*, Beobachtungen über die Größe und das Alter der Aale in Binnengewässern Finnlands. Medd. 1909, Heft 35.
36. 1909a. —, Über das Vorkommen des Aales im Wassersystem des Kymi-Flusses. *ibid.*
- *37. 1909. *Schmidt, Joh.*, Remarks on the Metamorphosis and Distribution of the Larvae of the Eel (*Anguilla vulgaris*). Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser, Serie: Fiskeri, Vol. III, Nr. 3, Copenhagen.
- *38. 1909a. —, On the Distribution of the Fresh-Water Eels (*Anguilla*) throughout the World. *ibid.*, Nr. 7.
39. 1909. *Schneider, G.*, Über das Wachstum der Aale (*Anguilla vulg.*) in den Gewässern Schwedens. Publications de Circonstance Nr. 4. Cons. perm. intern. l'explor. de la mer, Kjøbenhavn.
40. 1910. *Hein, W.*, Bellinis Sexualdimorphismus der mediterranen Steigale und die nordische Aalbrut. Allgem. Fischerei-Zeitung 1910, Nr. 13.
- *41. 1910. *Hjort, J.*, Eel Larvae from the Central Atlantic. Nature Vol. 85.
42. 1910. *Walter, E.*, Der Flußaal, eine biologische und fischereiwirtschaftliche Monographie, Neudamm.
43. 1911. *Schmidt, Joh.*, Biology of the Eel-fishes, especially of the Conger. Nature Vol. 86.
44. 1912. —, Contributions to the Biology of some North Atlantic species of Eels. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturh. Forening i Kjøbenhavn Vol. 64.
- *45. 1912a. —, Life History of the Freshwater-Eel. Int. Rev. d. ges. Hydrob. usw. Bd. 5.
46. 1912. *Cligny, A.*, Captures d'anguilles en pleine mer, Ann. Stat. aquicole de Boulogne, Nouvelle série 1912, T. II.
47. 1912a. —, Migration marine de l'anguille commune. C. R. Ac. Sc. Paris Séance du 11 mars 1912, T. 154.
- *48. 1913. *Schmidt, Joh.*, First report on Eel Investigations Cons. intern. pour l'Expl. de la mer; Rapports et Procès-verbaux Vol. 18.
1913. *Grassi, B.*, Sullo sviluppo dei murenoidi, Jena.
- *49. 1914. *Schmidt, Joh.*, On the Classification of the Fresh-Water Eels (*Anguilla*). Meddel. fra Kom. for Havunders., Ser. Fiskeri Vol. 4, Nr. 7, Copenhagen.
- *50. 1915. —, Second rapport on Eel Investigations. Cons. intern. pour l'Expl. de la mer; Rapp. et Procès-verbaux Vol. 23.
- *51. 1916. —, On the Early Larval Stages of the Fresh-Water Eels (*Anguilla*) and some other North Atlantic Muraenoids. Meddel. fra Kom. for Havunders., Serie Fiskeri, Vol. 5, Nr. 4, Copenhagen.
- *52. 1919. —, Stations in the Atlantic etc. *ibid.* Vol. 5, Nr. 7, Copenhagen.
1919. *Grassi, B.*, Nuove ricerche sulla storia naturale dell'Anguilla. R. Comitato Talassografico Italiano, Memoria LXVII, Venezia.

Die Unregelmäßigkeit (Arhythmie) des Herzschlages.

Von C. J. Rothberger, Wien.

Die meisten Laien glauben, daß das gesunde Herz ganz regelmäßig schlägt, und daß eine unregelmäßige Tätigkeit schon ein Zeichen von Krankheit ist. Da nun die unregelmäßige Herz-tätigkeit, besonders wenn sie der Laie an sich selbst entdeckt, aber auch von vielen Ärzten für eine bedenkliche und dringend eine Behandlung erfordernde Sache gehalten und nicht selten nur aus der Arhythmie auf eine Erkrankung des Herzmuskels geschlossen wird, dürfte es sich empfehlen, auch weitere Kreise von den der Unregelmäßigkeit des Herzschlages zugrunde liegenden Vorgängen zu unterrichten; mancher, der von dem Gedanken bedrückt ist, ein Herzleiden zu haben, wird vielleicht durch diese Aufklärung