Unsere gegenwärtigen Kenntnisse vom Lebenslauf des Aales (*Anguilla vulgaris* Flem.) und ihre ökonomische Bedeutung.

Von

Dr. V. Franz (Helgoland).

- 1) **Ehrenbaum, C.**, Johs. Schmidts Abhandlung über den Aal. Referat in der „Fischerei-Zeitung“. Neudamm 1907.
- 2) **Eigenmann**, The egg and development of the conger eel. Bull. of the U. S. Fish Commission. Vol. XXI, for 1901, Washington 1902.
- 3) **Gemzøe, K. J.**, Age und Rate of Growth of the Eel. Report of the Danisk Biological Station to the Board of Agriculture. Vol. XIV. 1906.
- 4) **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. 1908.
- 5) **Grassi, V. B.** und **Calandruccio, S.**, Fortpflanzung und Metamorphose des Aales. Deutsch von Dr. Doflein. Allgemeine Fischereizeitung XXII. Jahrg. N. F. Bd. XII, 1897.
- 6) **Heineke, Fr.**, Die Fische Helgolands. Wissenschaftl. Meeresuntersuch. N. F. Bd. I. Heft 1. 1894.
- 7) **Heineke, Fr.**, Nachträge zur Fisch- und Molluskenfauna Helgolands. I. Ibid. Bd. II. Heft 1. 1897.
- 8) **Herwig**, Aussetzung von markierten Äalen und Flundern von seiten des Deutschen Seefischereivereins in der Ostsee. Mitteil. d. deutschen Seefischereivereins. Bd. XXI. 1905.
- 9) **Lübbert**, Praktische Ergebnisse der wissenschaftlichen Meeresforschung für die Binnenfischerei. Allgemeine Fischereizeitung XXXIII, 1908, Nr. 10 und 11.
- 10) **Moebius, K.** und **Heineke, Fr.**, Die Fische der Ostsee. Berlin 1883. Auch im IV. Bericht d. Komm. z. Untersuch. d. deutschen Meere in Kiel. Berlin 1882.
- 11) **Nordquist, O.**, Alfiskeförsök och ålundersökningar i södra Finland. Fisketidskrift för Finland. 13. 1904.
- 12) **Nordquist, O.**, Resultate der Aussetzung von gezeichneten Aalen

- in Finnland im Jahre 1903. Mitteil. d. deutschen Seefischereivereins. Bd. XX. 1904.
- 13) **Palmén, J. A.**, Neue Aussetzungen gezeichneter Aale in Finnland. Mitteil. d. deutschen Seefischereivereins. Bd. XX. 1904.
 - 14) **Palmén, J. A.**, Om den finska ålens vandringar. Fiskeritidskrift för Finnland. 15 årg. 1906.
 - 15) **Petersen, C. G. Joh.**, The Common Eel (*Anguilla vulgaris*, Turton) gets a particular breeding-dress before its emigration to the sea. The bearings of this fact on the classification and on the practical eelfisheries. Reports from the danish biological Station. Vol. V. 1894.
 - 16) **Petersen, C. G. Joh.**, Larval Eels (*Leptocephalus brevirostris*) of the atlantic coasts of Europe. Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser. Serie: Fiskeri. Bind I. Nro. 5. 1905.
 - 17) **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 1908.
 - 18) **Raffaele**, Le Novi gallegianti e le Larve dei Teleosti nel Golfo di Napoli. Mitteil. aus der Zool. Station zu Neapel. VIII. 1888.
 - 19) **Schmidt, Joh.**, Contribution to the Life-history of the Eel (*Anguilla vulgaris* Flem.) Conseil permanent pour l'exploration de la mer. Rapports et procès-verbaux. Vol. V. Copenhagen 1906.
 - 20) **Trybom, F.**, Circular des Deutschen Fischerei-Vereins. Nr. 1. 1891.
 - 21) **Trybom, F.**, Fisket i Holland 1893. Hollands Løces Hushållings-Søllskaps Handlinger 1894.
 - 22) **Trybom, F.**, Ålhanar från Sveriges ostkust. Svensk Fiskeri-Tidskrift. Årg 11. 1902.
 - 23) **Trybom, F.**, Ålmärkningar i Östersjön 1903 och 1904. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Bd. I. 1905.
 - 24) **Trybom, F.**, Ålens fortplantningsförhållanden. Svensk Fiskeri-Tidskrift 15. årg. 1906.
 - 25) **Trybom, F.**, Ålmärkningar i Östersjön 1905. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Bd. II. 1906.
 - 26) **Trybom, F. und Schneider, G.**, Die im Jahre 1906 in Schweden ausgeführten Versuche mit gekennzeichneten Aalen. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Bd. III.
 - 27) **Trybom, F. und Schneider, G.**, Das Vorkommen von „Montées“ und die Größe der kleinsten Aale in der Ostsee und in deren Flüssen. Conseil permanent pour l'exploration de la mer, Rapports et procès-verbaux. Bd. IX. 1908.
 - 28) **Trybom, F. und Schneider, G.**, Die Markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichnete Aale in der Ostsee. Conseil permanent pour l'exploration de la mer, Rapports et procès-verbaux. Bd. IX. Copenhagen 1908.
 - 29) **Trybom, F. und Nyström, A.**, Till kännedomen om det in sötvattne uppvandrande ålynglet. Svensk Fiskeri-Tidskrift, 12. årg. 1903.
 - 30) **Williamson, H. C.**, On the Reproduction of the Eel. Fishery Board for Scotland. 13. Annual-Report, 1895.
-

Schon vor 15 Jahren war die Aalfrage ein Gegenstand großen Interesses für alle Zoologen, denn damals wurde durch Grassis und Calandruccios Untersuchungen [5] definitiv festgestellt, daß der wohlbekannte *Leptocephalus brevirostris* nichts anderes als die Larve des Flußaals (*Anguilla vulgaris* Flem.) ist. Die morphologische Seite der Aalfrage war damit in ein neues und helles Licht gerückt, ihre biologische und tiergeographische Seite aber, insbesondere die Frage nach der Herkunft der *Leptocephali* und den Wanderungen der verschiedenen Aalstadien im Meere blieb noch lange Jahre von tiefem Dunkel umschlossen. Die italienischen Forscher nehmen mit gutem Grunde an, daß die Larven des Aales im Mittelmeer durch Meeresströmungen aus der Tiefe des Mittelmeeres emporgewirbelt werden, daß also jene Meerestiefen als Geburtsstätte vieler Aale angesehen werden müssen. Aber die Frage nach der Heimat des nordeuropäischen Flußaals war dadurch nicht nur nicht gelöst, sondern sogar erst recht rätselhaft geworden. Wo verbleiben die zahllosen „Silberaale“, welche, durch vortrefflichen Ernährungszustand und nicht minder durch ihre helle Farbe gekennzeichnet, alljährlich im Herbste zu Tausenden aus den Flüssen dem Meere zuwandern? Und woher kommen die zahllosen jungen Aale, die im Frühjahr und Sommer als sogenannte „Montée“ in den Flußmündungen erscheinen und stromauf wandern? Große schwer zu ergründende Tiefen, wie sie im Mittelmeer vorhanden sind, liegen vor den dänischen, deutschen, holländischen, belgischen und französischen Küsten nicht. Und doch war es nie gelungen, in der Nordsee das Vorkommen von Silberaalen oder *Leptocephali* festzustellen. Nur beiläufig ist das häufige Vorkommen des Flußaals an den Klippen um Helgoland zu erwähnen. Helgoland verhält sich in dieser Beziehung nicht wesentlich anders, als irgend ein Flußgebiet des nordeuropäischen Flachlandes. Man findet hier die ausgebildeten, aber noch nicht geschlechtsreifen Aale, welche Heincke [6, 7] ehemals als einheimische Bewohner dieses Gebietes ansehen zu müssen glaubte. Ein wenig weiter reichte die Kenntnis bezüglich des meерwärts wandernden Aals in der Ostsee. Hier wird der Aal, nachdem er die Flüsse verlassen hat, noch vielfach in Reusen gefangen, und jeder Fischer weiß genau, nach welcher Richtung er die Öffnung der Reuse zu orientieren hat: offenbar wandern die Aale den Küsten parallel in der Ostsee westwärts, dann durch die Belte und den Sund und von dort ins Skagerrak und in die Nordsee; denn nur wenn man ihnen in dieser Richtung die Reusen in den Weg stellt, werden in den genannten Gebieten Aale erbeutet.

Eine weit vollständigere Klärung der Aalfrage wurde erst durch die internationale Meeresforschung erzielt, und namentlich durch eine umfangreiche Arbeit von Dr. Johs. Schmidt: „Contribution to the Life-history of the Eel (*Anguilla vulgaris* Flem.)“ (1906) wurde die Lösung des großen Problems erbracht: die Heimat des Aals in den nordischen Meeren ist die Tiefsee des atlantischen Ozeans. Diese Arbeit, das Resultat äußerst großzügiger Gedankengänge und Untersuchungen, ist ein Standart work der Internationalen Meeresforschung, sie löst das größte aller hydrobiologischen Probleme, das jemals eine einzige Tierespezies der Forschung gestellt hat.

Referent will im Folgenden nach Möglichkeit ein Gesamtbild von der Naturgeschichte des Aals in den nordischen Gewässern Europas entwerfen. Dasselbe beruht natürlich im wesentlichen auf der erwähnten Arbeit von Johs. Schmidt, sowie auf einigen früheren Arbeiten, die zum Teil nur Vorläuferinnen der Schmidt'schen Arbeit sind, und auf einigen nach ihr erschienenen kleineren Untersuchungen.

Eine allgemein-biologische Würdigung des so merkwürdigen biologischen und morphologischen Verhaltens des Aals wird dann durch Vergleichung mit anderen Fischarten versucht werden. Den Schluß der Darstellung sollen Hinweise auf die ökonomische Bedeutung und Ausnützung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse bilden.

Das Ei des Flußaals ist noch gänzlich unbekannt. Mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit können wir aber annehmen, daß die Eier, wie bei vielen anderen Fischen, so auch beim Aal ins Wasser abgelegt und hier befruchtet werden, d. h. daß die Eier dieses Fisches pelagisch sind. Ferner ist anzunehmen, daß die Befruchtung in großen Meerestiefen erfolgt und daß die Eier, ähnlich wie die des Tiefseefisches *Argentina silus*¹⁾, bathypelagisch sind. Eigenmann (l. c.) schließt dies schon daraus, daß die Eier von Aalarten, wie sie gelegentlich Raffaele im Mittelmeer beobachtete, stets die Gastrulation bereits vollendet hatten oder noch älter waren. Dasselbe gilt von Muränideneiern, die Grassi und Calandruccio [5], sowie Williamson [30] an der Oberfläche fingen, auch die geringe Zahl der jeweils beobachteten Eier spricht für ihre bathypelagische Eigenschaft. Man kann ferner zu einer anderen Annahme auch deshalb nicht kommen, weil man heute weiß, daß der laichreife Aal nach seinem ganzen Charakter ein Tiefseefisch ist.

Auch über die präleptocephalischen Stadien des Flußaals fehlt noch jede Kunde, es sei daher, um die Lücke provisorisch auszufüllen, wiederum auf die von Eigenmann beschriebenen Stadien des Conger verwiesen. Indessen können wir aus einer bestimmten Tatsache einen wichtigen Schluß auf die Bedeutung des präleptocephalischen Stadiums ziehen. Da nämlich die Leptocephali in ihrem Darmtraktus nie die geringste Spur von Nahrung aufweisen und ihre ganze Entwicklung vielmehr unter ständiger Reduktion der Größe erfolgt, so muß der Leptocephalus bereits als Metamorphosestadium aufgefaßt werden, dem das eigentliche Larvenstadium vorangeht. Die Aallarve im strengen Sinne des Wortes kennen wir also noch nicht (vgl. Gilson [4]).

Von dem viel besser bekannten Leptocephalus des Flußaals unterscheidet Schmidt sechs Stadien: Das erste, oleanderblattähnliche Stadium, welches uns bekannt ist, ist etwa $7\frac{1}{2}$ cm lang und kennzeichnet sich namentlich durch die weit hinten gelegene Lage des Anus. Im zweiten Stadium rückt der After weiter nach vorn, die Larvenzähne fallen aus, und die ersten Spuren von Pigment im Larvenkörper treten am Schwanzende auf. Eine bereits begonnene Reduktion der Körperhöhe nimmt im dritten Stadium deutlichen Fortgang, der After rückt noch weiter nach vorn, Pigment erscheint an der Basis der Schwanzflosse. Im vierten Stadium tritt unter weiterem, starken Fortgang der Höhereduktion ein Dickenwachstum ein; der Beginn der Rückenflosse rückt mehr nach vorn; zu dem inneren Pigment des Schwanzes gesellt sich ein oberflächlicher gelegenes Pigment. Das fünfte Stadium, die „Halblarve“ ist außer durch weitergehende Höhereduktion wiederum durch eine Abnahme der Dicke charakterisiert. Oberflächlich gelegenes Pigment erscheint am Nacken. Das Stadium bildet den Übergang zum „Glasaal“, welcher namentlich unter der Bezeichnung „Montée“

¹⁾ Nach Johs. Schmidt sind bathypelagische Fischeier in der Tiefsee überhaupt keine seltene Erscheinung.

aus den Küsten und Flußmündungen weit bekannt ist und bereits in hohem Grade dem erwachsenen Aale ähnelt. Es ist dies das letzte Metamorphosestadium, und es geht unmittelbar der nun folgenden Periode der Nahrungsaufnahme und des Wachstums voran.

Um die Verteilung der verschiedenen Stadien auf die einzelnen Gebiete des Meeres zu besprechen, seien erst einige Worte über die Topographie des Meeresbodens vorausgeschickt. Das Relief des Meeresbodens ist jenseits von Großbritannien und Irland durch einen plötzlichen Abfall um etwa 800 m nach seawärts ausgezeichnet. Die 200- und die 1000 m-Linie liegen daher dort nahe beieinander. Würde also der Wasserspiegel des Ozeans um 1000 m sinken, so wäre die Nordsee flaches Land, Großbritannien und Irland würden sich aus dem flachen Lande erheben. Es wäre also der Kontinentalsockel freigelegt, auf welchem Europa ruht. Von ihm erstreckt sich ein das Nordmeer nach Westen abgrenzender Fortsatz über die Faröer nach Island; diese Inseln würden dann also mit dem Festlande durch eine Landzunge verbunden sein. Die Westgrenze des Kontinentalsockels fällt ungefähr mit dem zehnten Grade westlicher Länge zusammen, sie nähert sich jedoch im Golf von Biskaya der europäischen Küste, an die sie bei Bayonne und an den spanischen Küsten sehr nahe herantritt.

Dieses soeben bezeichnete, große Gebiet der 1000 m-Linie ist nach den Untersuchungsfahrten Johs. Schmidts die Fundstelle der jüngsten bekannten *Leptocephalus*stadien, und hier muß daher auch die Geburtsstätte des Aals gesucht werden. Der gelegentliche Fang eines einzigen *Leptocephalus brevirostris* westlich von den Far-Öer am 22. Mai 1904 (Petersen 1905) diente als vortrefflicher Wegweiser für die im folgenden Jahre ausgeführten Untersuchungen Schmidts, welche mehrere Hunderte *Leptocephali* zutage förderten. Schmidt gelang es dann auch, die *Leptocephali* während der ganzen, etwa ein Jahr lang dauernden Zeit der Metamorphose auf ihrer landwärts gerichteten Wanderung (zum Teil auch an der Hand älterer Berichte) zu verfolgen. Der Zeitpunkt, an welchem die Aalbrut die Küsten erreicht, ist nicht überall der gleiche, sondern fällt naturgemäß um so später, je weiter die Küsten von dem Laichgebiet des Aals, der 1000 m-Linie, entfernt sind. So sieht man die Aalbrut am frühesten (im Oktober bis Januar) einerseits an der Westküste von Irland erscheinen, andererseits an der Nordküste Spaniens und Westküste Frankreichs, wo ja die 1000 m-Linie nahe an die Küste herantritt. Im Februar hat sie bereits die Küsten von England und Nordfrankreich erreicht. In den Flußmündungen der deutschen und dänischen Nordseeküste erscheinen die jungen Aale bekanntlich im April und Mai. Bei Helgoland beobachtete Heincke [7] glashelle Montée von Ende Mai bis Anfang Juli. Vielfach noch später treten die jungen Aale in der Ostsee auf, so daß in ihr überhaupt keine Glasaale mehr gefangen werden, sondern alle bereits das dunkelgefärbte postleptocephale Stadium erreicht haben. Es tritt hier, ähnlich wie in einem früheren Bericht über die Wanderungen der Gadiden und Pleuronectiden, zutage, daß die Verhältnisse in der Ostsee gegenüber denen der Nordsee modifizierte sind, wie ja die ganze marine Ostseefauna nur ein, aus der Art geschlagener Ableger der Nordseefauna ist. Im April und Mai beobachtet man sie in den Flüssen der Kieler Bucht (Möbius und Heincke [10]), im Mai und Juni an der Ostküste Schleswig-Holsteins, an der Westküste Schwedens vor Mai, im Bezirk Swinemünde von Mai bis Juli, an der Südküste Schwedens und im Kurischen Haff gegen Ende Juni. Man sehe hierüber die Zusammenstellung, welche Trybom und Schneider [27] geben. Beim Trollhättafall beobachtete Nyström [29], daß außer

der eigentlichen Montée auch ältere Aale, selbst solche bis zu 65 m Länge, noch am Aufstiege beteiligt sind, also so große Fische, wie man sie auch schon in großer Zahl meerwärts hinabsteigen sieht. Es verspäten sich also viele Aale in diesem Gebiete erheblich beim Aufstiege. Trybom [24] macht hierfür die Temperaturverhältnisse des Flußwassers verantwortlich. Die Aale sollen um so eher in die Flüsse hinaufsteigen, je eher ein Steigen der Temperatur eintritt. Sie erscheinen daher in kleineren Gewässern Schwedens früher im Jahre und bei geringerer Körperlänge als in dem viel größeren Göta-Elf bei Trollhätta. Da, wie gesagt, alle in die Ostsee eintretenden Jungaale bereits dunkel gefärbt sind und viele von ihnen sogar jahrelang in der Ostsee verweilen, bevor sie in die Ostseeflüsse aufsteigen, so läßt sich hinsichtlich der Aalfrage die Ostsee selbst mit den in die Nordsee und den Ozean einmündenden Flüssen in eine ungezwungene Parallele setzen.

Es sei hier erwähnt, daß gelegentlich, wenngleich selten, auch Glasaale vom deutschen Forschungsdampfer „Poseidon“ in der offenen Nordsee und im Skagerrak gefunden worden sind. Die Beobachtungen haben natürlich nach dem Gesagten nichts Überraschendes mehr an sich und würden sich im Falle systematischer Untersuchungen sicher erheblich mehrern.

Je weiter die Küsten vom Laichgebiete entfernt sind, um so geringer ist begreiflicherweise auch die Zahl der Larven, welche die Küsten erreichen. So ist es z. B. möglich, daß im Bristolkanal, der sich trichterförmig nach dem Laichgebiete hin öffnet, alljährlich viele Millionen von jungen Aalen gefangen werden, während sie beispielsweise an den deutschen Nordseeküsten merklich spärlicher auftreten.

Es ist klar, daß nach diesen Daten die Aalfrage als im Prinzip gelöst betrachtet werden muß. Die Frage nach den Laichgebieten des Aals und der Herkunft der Montée ist geklärt. Den Untersuchungen Schmidts verdanken wir weiterhin noch interessante Aufschlüsse über die Lebensweise des *Leptocephalus*. Zunächst geht aus der Lage und dem hydrographischen Charakter des Verbreitungsgebietes der jüngsten Stadien hervor, daß die Brutplätze des Aals durch zwei Bedingungen gegeben sind: eine Tiefe von etwa 1000 m und eine Temperatur von mindestens 7° C. Beides zusammen findet sich eben nur in dem genannten Teile des atlantischen Ozeans das ganze Jahr hindurch. Sodann ist jetzt erst der sichere Beweis erbracht, daß die *Leptocephali* echt pelagische Tiere sind, was früher öfter in Zweifel gezogen wurde (obwohl es schon durch die ganze Organisation des Tieres nahe gelegt wird). Daß die *Leptocephali* keine Nahrung zu sich nehmen, wurde schon gesagt. Sie halten sich vorwiegend in den höheren und mittleren Wasserschichten; bei Tage hauptsächlich in einer Tiefe von ca. 100 m, nachts scheinen sie, gleich vielen anderen pelagischen Fischen, höher empor zu steigen. Die Bewegungen des *Leptocephalus* sind wellenförmig und langsam, oft sieht man ihn im Wasser ganz still stehen.

Wir haben nunmehr im Folgenden den Aal als Süßwasserfisch zu betrachten, und hierüber bringt namentlich eine Arbeit von Gemzöe aus der dänischen Biologischen Station wichtige Aufschlüsse. Gemzöe stellte sich die Frage: wie viele Jahre bringt der Aal zwischen den beiden Perioden der Larven- und der Laichwanderung zu? und beantwortet sie in klarer Weise. Durch Messungen stellte Gemzöe fest, daß die jungen Aale bis zu einer Größe von 18 cm in zwei Größengruppen zerfallen, d. h., daß sie bereits zwei Jahrgänge repräsentieren

(vom Eintritt der Montée in die Flußmündungen an gerechnet)¹⁾. Bei den älteren Stadien verwischen sich die Größengruppen natürlich mehr und mehr, jedoch treten beim 18 cm langen Aal die Rudimente der Beschuppung auf, und an den rudimentären Schuppen konnte Verf. Jahresringe konstatieren. Die konzentrischen Zonen bilden sich regelmäßig im Sommer, während der jährlichen Wachstumsperiode des Fisches. Nach dem Zeugnis dieser Jahresringe leben von den Männchen wenige nur $4\frac{1}{2}$ Jahre im Süßwasser, die Mehrzahl $5\frac{1}{2}$ und $6\frac{1}{2}$ Jahre; wenige wiederum $7\frac{1}{2}$ und $8\frac{1}{2}$ Jahre. Die Weibchen bringen durchschnittlich eine längere Zeit im Süßwasser zu, sie verlassen dasselbe selten mit $6\frac{1}{2}$ Jahren, meist mit $7\frac{1}{2}$, einige auch mit $8\frac{1}{2}$ Jahren. Das jährliche Längenwachstum der Männchen vermindert sich erheblich mit fünf Jahren, das der Weibchen, die hier doppelt so groß wie die Männchen werden können, erst mit 8 Jahren. Das Dickenwachstum ist im vierten und fünften Jahre am erheblichsten.

Petersen [15] untersuchte die verschiedenen Formen- und Farbenvarietäten des Flußaales und kommt insbesondere zu dem wichtigen Ergebnis, daß die häufig beobachteten gelben Aale nichts anders sind als Vorstadien der meerwärts wandernden Silberaale. Der Übergang vom gelben zum silbernen Aal wird nicht nur durch die allmähliche Umfärbung gekennzeichnet, sondern auch durch eine Einschrumpfung des Darmkanals und eine fortschreitende Entwicklung der Genitalorgane. Petersen faßt seine Ergebnisse dahin zusammen, daß die Silberfarbe des meerwärts wandernden Aales ein Hochzeitskleid darstelle. Schmidt (19, S. 140 Anm.) warnt vor dem Ausdruck „Hochzeitskleid“, da man einerseits den laichen Aal noch nicht beobachtet hat, andererseits der Eintritt noch weiterer morphologischer Änderungen feststeht. Nach Meinung des Ref. liegt beim Silberaal keineswegs ein wirkliches Hochzeitskleid vor wie es bei vielen Fischen beobachtet wird, sondern die biologische Bedeutung des Silberglanzes liegt in diesem Falle darin, daß der Aal eine Anpassung ans pelagische Leben im Meere erhält.²⁾

Den Silberaal hat man auf seiner Abwanderung durch einige Markierungsversuche in der Ostsee zu verfolgen vermocht (siehe Nordquist [11, 12], Herwig [8], Trybom [22, 23 und 24], Palmén [13, 14], und besonders Trybom und Schneider [28]). Es ist wohl nur auf Zufälligkeiten zurückzuführen, daß bisher unter den wiedergefangenen Fischen sich nur Weibchen fanden. Die Versuche bestätigen zunächst, was schon (wie oben erwähnt) nach den Erfahrungen der Fischer durchaus wahrscheinlich war, daß die Aale in der Ostsee im allgemeinen den Küsten entlang in die Bälte und den Sund, ins Kattegat, Skagerrak und in die Nordsee ziehen. Die Wanderung erweckt jedoch nicht in jedem Falle den Anschein des Zielbewußten, vielmehr durchqueren die Aale mitunter auch die Ostsee oder den Sund, so namentlich zwischen der Südspitze Finlands und Stockholm, zwischen der Südspitze Schwedens und der Kögebucht bei Seeland, zwischen Öland und Kammerland am Nordende des Sundes, auch wohl zwischen Rügen und der Südspitze Schwedens. Betreffs der Auslösung des Wanderungstriebes sei die bekannte Tatsache erwähnt, daß in den Nächten der ersten kalten Oktobertage die Silberaale den Schlammboden der Flüsse ver-

¹⁾ Es sei jedoch bemerkt, daß dies zunächst nur für die von Gemzöe untersuchte, hauptsächlich aus dem Gebiet des Kattegat stammende Aalbrut gilt. In anderen Gebieten kann die Aalbrut, wie Trybom und Schneider [27] an der Hand älterer Angaben nachweisen, viel rascher wachsen.

²⁾ Vgl. hierzu V. Franz, Die biologische Bedeutung des Silberglanzes in der Fischhaut. Biol. Zentralbl. Bd. XXVII. Leipzig 1907.

lassen und mit der Strömung meerwärts treiben. Im Meere angelangt, legt der Aal immer noch eine unverkennbare Lichtscheu an den Tag. In dunklen Nächten nähert er sich den Ufern mehr als in mond hellen, in diesen mehr als am Tage. Falls er am Tage überhaupt fortwandert, was noch nicht sicher festgestellt, geschieht dies nur in tieferen Wasserschichten. Auch der Wind beeinflusst stellenweise an der Küste die Abwanderung, insofern das Wasser samt den in ihm wandernden Aalen in sekundäre Bewegungen versetzt wird (Trybom [28], Nordquist [11, 12]).

Die durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit beträgt (nach Trybom und Schneider [28]), im Maximum kaum mehr als 36 km in 24 Stunden, kann jedoch auch „wohl sicher zu Zeiten mehr als 50 km in 24 Stunden betragen“. Die Autoren schließen sich der Auffassung Schmidts (briefliche Mitteilung) an, „daß die Aale wahrscheinlich im Mittel 14 km in 24 Stunden zurücklegen und etwa 200—220 Tage brauchen, um von den Ålandsinseln bis zu ihren Laichplätzen zu gelangen.“ Ob Silberaale auch in der Ostsee überwintern, steht noch nicht fest.

Von Änderungen in der Körperbeschaffenheit der wandernden Silberaale ist zunächst eine Abnahme des Körpergewichtes bis auf $\frac{1}{3}$ (nach den finnischen Versuchen) konstatiert worden. Sie hängt damit zusammen, daß beim Aal, wie bei vielen und vielleicht allen Fischen, mit dem Eintritt der Leichwanderung der Nahrungstrieb erlischt. Sodann hat Trybom [21] schon an im Kattegat gefischten Silberaalen ein Wachstum der Genitalorgane festgestellt.

In der Nordsee oder gar im atlantischen Ozean hat man den Aal auf seiner Wanderung bisher noch nicht verfolgen können. Indessen geben einige interessante Funde, auf welche Johs. Schmidt mit Recht in seiner bereits häufig zitierten Abhandlung verweist, einigen Aufschluß über weitere morphologische Veränderungen des Aales vor und während der Laichperiode. Grassi und Calandruccio haben bei Messina einige Aale mit stark vergrößerten Augen gesehen, und Schmidt bildet einen von A. Feddersen im Prästöfjord in Dänemark gefangenen männlichen Aal mit völlig laichreifen Hoden ab, welcher gleichfalls riesig vergrößerte Augen aufweist. Es handelt sich offenbar um einen gelegentlich im flachen Wasser zurückgebliebenen Aal, dessen merkwürdige Anpassung an das Tiefseeleben bei den Biologen berechtigtes Aufsehen erregt.

Natürlich wissen wir auch über den Modus des Laichens der Aale nichts Näheres. Eine weit verbreitete, nach Meinung des Ref. aber auf recht schwachen Füßen stehende Meinung besagt, der Aal sterbe nach einmaligem Laichen ab. Warum sollte der Aal nicht, wie fast alle uns besser bekannten Fische, zu mehrmaligem Laichen befähigt sein?

Zu dieser Annahme, deren Prüfung durch spätere Beobachtungen natürlich im Bereich des Möglichen liegt, glaubt sich Ref. vorläufig um so eher berechtigt, als der Aal bei näherem Zusehen durchaus nicht in so hohem Maße ein biologisches Unikum präsentiert, wie es anfangs schien. Wir kommen damit zu einer allgemein-biologischen Würdigung der Lebensweise des Aales durch Vergleichung mit anderen Fischen. Wir können sagen, nur das Zusammentreffen mehrerer Charakterzüge, die gesondert auch bei anderen Fischen anzutreffen sind, bedingen das scheinbar so einzig dastehende Verhalten des Aales.

Auf einige Gesichtspunkte für diese Betrachtungen macht bereits Schmidt in seiner Abhandlung aufmerksam. Schmidt führt zunächst aus, daß die meisten

Aalarten Tiefseefische sind, beispielsweise mehrere *Synphobranchus*arten. Es ist also nicht befremdend, daß auch der Flußaal seine Heimat in der Tiefsee des Ozeans hat. Die Größe der Wanderungen dieses Fisches ist wiederum nicht befremdend, wenn man bedenkt, daß (nach Schmidts Beobachtungen) auch *Gadus morrhua* und *Clupea harengus* im atlantischen Ozean sehr ausgedehnte Wanderungen vollziehen, wie sie im Nordsee- oder gar im Ostseebecken nicht beobachtet werden.

Auch dafür, daß Fische lange Zeit in Gebieten leben, wo sie niemals laichen, fehlt es durchaus nicht an Beispielen. Schmidt erwähnt als solche die Hundszunge (*Pleuronectes cynoglossus*) und den Angler (*Lophius piscatorius*). Recht bemerkenswert ist auch der Hinweis Ehrenbaums [1] auf die Analogie zwischen Aal und Flunder. Beide Fische haben ihre Heimat im Meere. Eine Zeit ihres Jugendlebens bringen sie jedoch in den Flüssen zu, die sie erst zum Laichen wieder verlassen. Sie unterscheiden sich damit sehr wesentlich von manchen anderen, gleichfalls euryhalinen, zwischen Salz- und Süßwasser wechselnden Fischen, wie z. B. vom Lachs, der in den Flüssen beheimatet ist und in ihnen laicht. Der handgreifliche Unterschied zwischen Aal und Flunder besteht natürlich darin, daß letztere nicht der Tiefsee, sondern nur der Flachsee angehört und andererseits auch nicht so weit in die Flüsse emporsteigt.

Das morphologische Verhalten des Aals, insbesondere seine ohne Nahrungsaufnahme erfolgende Metamorphose steht so wenig wie das biologische gänzlich ohne Analogien da. Ref. möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, daß auch bei den Pleuronektiden die Umwandlung der pelagischen Larve zur Plattfischform sicher mit Reduktionsvorgängen verbunden ist.

Wir bezeichneten oben die Aalfrage als das größte hydrobiologische Problem, welches bisher je eine einzige Tierspezies der Forschung gestellt hat. Aber man darf nicht vergessen, daß möglichen Falls noch viel größere ähnliche Probleme nicht nur ihrer Lösung, sondern auch noch ihrer Aufstellung harren. Der Lebenslauf des Flußaals spielt sich innerhalb eines bathymetrischen Gebietes von 1000 m ab. Die Ozeane enthalten jedoch noch sehr viel größere Tiefen. Zieht man in Erwägung, daß viele Fische selbst in der relativ doch sehr flachen Nordsee gesetzmäßige Wanderungsbewegungen erkennen lassen, so wird man erst recht ermessen können, wie unendlich gering unsere Kenntnisse über das Leben in der Tiefsee sind. Über möglichen Falls noch viel größere Wanderungen im Tiefenraume von 1000—9000 m wissen wir nichts.

Während nun dem Forscher, wie nach jeder großen Entdeckung, so auch diesmal neue Lücken des Wissens sich auftun, neue Probleme erwachsen, ist der Praktiker im Falle der Aalfrage in einer viel glücklicheren Lage. Er kann aus den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung Nutzen ziehen, und zwar diesmal vielleicht viel größeren als bei den allermeisten andern Gelegenheiten. Daher glaubt Ref. an dieser Stelle auch auf die für die Praxis bedeutsamen Folgerungen der Forschungsergebnisse eingehen zu dürfen, und dies um so mehr als wir dankbar anerkennen müssen, daß gerade die im Interesse der fischereilichen Praxis gegründete Organisation der Internationalen Meeresforschung diese Resultate zu Tage gefördert hat. Wenn übrigens nach der Auffassung eines bekannten Physiologen das Ziel der biologischen Forschung in der Beherrschung der Lebensvorgänge bestehen soll, so können wir mit Freuden konstatieren, daß die Beherrschung in unserem Falle gelingen wird — wobei freilich ein anderes und

räumlich umfassenderes Gebiet der Biologie in Frage kommt als das, von welchem J. Loeb sprach.

Schmidts Darlegungen führen in konsequenter Weise zu dem Schlusse, daß der Ersatz der Aale in den dänischen und deutschen Gewässern von den Aalen ausgeht, welche das Gebiet der 1000 m-Linie besuchen. Dies aber sind nur zum kleinsten Teile die, welche unseren Gewässern entstammen, erstens weil sie an sich nur die geringste Anzahl stellen, zweitens weil für sie die Wanderung bis zur 1000 m-Linie am weitesten und gefahrvollsten ist.

Mithin wird auch ein starkes Wegfangen der aus unseren Flüssen auswandernden Silberaale nur eine ganz geringe, praktisch nicht in Betracht kommende Schädigung des Aalbestandes im Laichgebiete zur Folge haben. Eine möglichst lebhafteste Fischerei auf Wanderaale ist daher empfehlenswert. Hier setzt eine Arbeit von Petersen ein.

Wie soll man die Fischerei auf Wanderaale heben? Petersen [17] rechnet mit der Lichtscheu des Aals, und sein Ziel ist es, die Aale auf ihrer nächtlichen Wanderung durch Lichter zu beirren, so daß sie an geeigneter Stelle in größerer Zahl gefangen werden. Einige, freilich z. B. noch im Anfangsstadium stehende gebliebene Versuche mit dicht über Wasser entzündeten hellen Azetylenlampen, deren Licht durch Scheinwerfer in das Wasser reflektiert wird, erwiesen sich tatsächlich als Erfolg versprechend, so z. B. im Lim-Fjord und im Oddeund.

Sodann entwirft Schmidt einen anderen Plan, um den Reichtum an Aalen in den deutschen Gewässern beträchtlich zu heben. Es ist nämlich gar keine Frage, daß manche dem Laichgebiet der Aale näher liegende Gewässer, beispielsweise der Bristolkanal, im Frühjahr von einer solchen Unmasse von Montée übervölkert werden, daß diese Fische sich nur zum kleinsten Teile zu farbigen Aalen entwickeln können. In anderen Gegenden aber, wie in den Mündungen der Nord- und Ostseeflüsse, könnte ein größerer Aalbestand fortkommen, als der tatsächlich vorhandene und alljährlich durch die Montée gelieferte. Statt daß man nun, wie es z. Z. vielfach geschieht, teure Aalbrut aus Frankreich oder Italien zur Bereicherung unserer Binnengewässer bezieht, liegt daher der Gedanke nahe, Glasaale aus den Gebieten, wo sie ungemein zahlreich sind, in aalärmere zu verpflanzen. Im Bristolkanal bezahlt man für das Pfund (etwa 1500 Stück) etwa 15 Pfennige und verwendet sie zum großen Teile als Schweinefutter. Von dort könnte man also Aale in unsere Gewässer verpflanzen. Fast könnte es sogar scheinen, sagt Schmidt, als wären diese Glasaale gerade für diesen Zweck von der Natur geschaffen. Sie sind in diesem Stadium recht zählebig und können lange Zeit außer Wasser leben. Ferner ist ihre Fähigkeit, bis zur Beendigung ihrer Metamorphose ohne Nahrung zu leben, höchst günstig für den Transport auf weite Strecken.

Von deutscher Seite sind inzwischen schon umfangreiche Maßnahmen getroffen worden, um aus diesen Gedankengängen Nutzen zu ziehen. Es wird sich zunächst darum handeln, möglichst günstige Methoden zum Fang von jungen Aalen ausfindig zu machen. Hierin können wir von den Italienern lernen, welche in den Lagunen von Comacchio an der Pomündung seit Jahrhunderten eine sehr ergiebige Fischerei auf Jungaale betreiben. Daher entsandte der deutsche Fischereiverein im September 1906 eine Kommission, bestehend aus Prof. Henking-Hannover (jetzt Berlin), Prof. Schiemenz-Müggelsee und Fischereidirektor Lübbert-Hamburg, nach Comacchio zum Studium der dort angewandten Aalfangmethoden. Man wird zusehen müssen, ob sich ähnliche Methoden auch in den nordischen Gewässern anwenden lassen.

Es scheint sicher, daß bedeutende Erfolge dieser Untersuchungen zu erwarten sind. Schon gingen Mitteilungen — freilich nicht authentische¹⁾ — durch die Fischereizeitungen, wonach der deutsche Fischereiverein zirka $\frac{1}{2}$ Million junger Aale vom Bristolkanal nach Cuxhafen habe transportieren und in Bassins setzen lassen. Unmittelbar darauf habe sich die Nachfrage nach Jungaalen enorm gesteigert und seien in diesem Frühjahr bereits mehr als 10 Millionen solcher Fische von deutschen Fischzüchtern begehrt wurden.

Wenn also auch die wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der Aalfrage in den nächsten Jahren vermutlich nicht ruhen werden, so dürften doch der Praxis fürs erste größere Erfolge bevorstehen.

¹⁾ Ein authentischer Bericht von Lübbert ist inzwischen in der Allgemeinen Fischereizeitung, XXXIII. Jahrg., Nr. 10 und 11 erschienen.