

Über Altersbestimmung und Wachstum beim Aal.

Von

E. Ehrenbaum und H. Marukawa (Hamburg).

Mit 7 Tabellen und 2 Tafeln.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	89
Gewzoes Untersuchungen zur Altersbestimmung beim Aal	93
Altersbestimmung beim Aal mittelst der Otolithen	97
Wert der Schuppen für die Altersbestimmung	101
Das Wachstum der Aale	106
Glasaale und O-Gruppe	106
I-Gruppe	109
II-Gruppe	111
III-Gruppe	113
IV-Gruppe	115
V-Gruppe	116
VI-Gruppe	117
VII-Gruppe und folgende	118
Tabellen I—VII	
Tab. I. Altersbestimmung englischer Glasaale, die in Gefangenschaft aufgezogen wurden	120
Tab. II. Altersbestimmung an Aalen der Unterelbe	121
Tab. III. Altersbestimmung an Alster Aalen	122
Tab. IV. Altersbestimmung an Aalen von Calbe a. S.	123
Tab. V. Altersbestimmung an Aalen aus dem Dassower Binnensee	123
Tab. VI. Große Aale der Elbe und Alster nach Schuppengruppen geordnet	124
Tab. VII. Extreme und mittlere Längenmaße der einzelnen Jahresklassen des Aals	125
Verzeichnis der Abbildungen	126

Einleitung.

Die epochemachenden Untersuchungen des letzten Dezenniums über das biologische Verhalten des Süßwasseraals und die Entdeckung seiner Beziehungen zum Atlantischen Ozean, die sich an den Namen des dänischen Forschers Joh. Schmidt knüpfen, haben neben ihrer großen wissenschaftlichen Bedeutung auch einen bemerkenswerten praktischen Erfolg gehabt, indem sie unserer Binnenfischerei und insonderheit der Seenwirtschaft eine neue und anscheinend sehr zuverlässige Quelle für den Bezug von Besatzmaterial eröffnet haben.

Von der Mündung des Severn an der englischen Westküste sind in den letzten Jahren durch Vermittelung des Deutschen Fischereivereins und besonders

des hamburgischen Fischereidirektors Lübbert, der das Hauptverdienst an der Organisation dieses Unternehmens hat, jährlich 5 bis 7 Millionen junger Glasaale auf dem Wege über Hamburg nach Deutschland eingeführt worden, die mit äußerst geringen Verlusten an Abnehmer in den verschiedensten Teilen des Reiches versandt werden konnten. Diese Mengen entsprechen der Größe der vorher seitens der Interessenten aufgegebenen Bestellungen; es steht aber nichts im Wege, die genannten Ziffern erforderlichenfalls noch wesentlich zu erhöhen.

Gerade diese Möglichkeit und der niedrige Preis, zu dem die englischen Glasaale nunmehr durch Vermittelung des Deutschen Fischereivereins für jedermann erhältlich sind, sollten dazu führen, den Fang von Glasaalen an den deutschen Nordseeküsten, den der Deutsche Seefischereiverein organisiert, aber vernünftigerweise bald wieder aufgegeben hat, möglichst wieder zu verlassen. Denn wenn auch von sachverständiger Seite versichert wird, daß gelegentlich des Glasaalfanges an einzelnen Punkten der deutschen Nordseeküste die Aale in ganz ungeheurer Zahl beobachtet wurden, so liegt es doch auf der Hand, daß die an der deutschen Küste fangbaren Aale unserer Fischerei ohnehin zugute kommen, während die aus England eingeführten Aale einen reinen Gewinn für den Fischbestand unserer Binnengewässer darstellen.

Trotz der großen Anerkennung, die die Einführung der englischen Glasaale nach Deutschland fast auf allen Seiten gefunden hat, fehlt es aber doch nicht an Stimmen, die diese Neuerung verurteilen, weil für gewisse deutsche Fischereibetriebe Nachteile daraus erwachsen sind, die möglicherweise nicht vorübergehender Natur sein werden. Speziell an der Unterelbe und besonders von Altenwärdern aus beschäftigt man sich seit einer Reihe von Jahren mit dem Fang und Verkauf sogenannter Satzaale, das sind Aale von angeblich 25 bis 35 cm Länge, die unterhalb von Hamburg leicht massenhaft zu fangen sind, und durch deren Versand ins Binnenland die beteiligten Fischer und Händler eine gewinnbringende Beschäftigung gefunden haben. Es ist begreiflich, daß dieses Geschäft unter der Konkurrenz der englischen Glasaale zu leiden hat, und daß die Interessenten angefangen haben, darüber Klage zu führen, daß der Deutsche Fischereiverein öffentliche Mittel dazu verwenden durfte, um ihrem Erwerb eine vielleicht bedenkliche Konkurrenz zu schaffen. Diese Klagen dürfen natürlich beanspruchen, ernstlich auf ihre Berechtigung geprüft zu werden; und zugleich muß die Frage aufgeworfen werden, wie weit sich das Interesse der Altenwärdern Elbfischer mit demjenigen der Binnenfischerei deckt, soweit dieselbe am Aalfang beteiligt ist.

Es hat nicht an Stimmen gefehlt, besonders unter den Fischereiberechtigten von der Elbe oberhalb Hamburgs, die sich darüber beschwerten, daß in der Unterelbe große Mengen von Aalen in Form von Satzaalen fortgefangen werden, die ihnen später zugute kommen müßten, wenn man den Aalen Zeit ließe, den natürlichen Aufstieg in die Nebenflüsse des Stromgebiets auszuführen. Entweder die Satzaale der Unterströme sind, wie behauptet wird, zum weitaus größten Teil Männchen — dann haben sie als Besatzmaterial nur einen untergeordneten Wert, weil die Aalmännchen im allgemeinen nicht wesentlich über 40 cm lang werden; oder aber sie bestehen zu einem erheblichen Teil aus Weibchen, dann ist nicht zu zweifeln, daß diese mit der Zeit aufwärts wandern oder an Ort und Stelle heranwachsen werden, so daß durch ihren vorzeitigen Wegfang entweder die

Elbfischer selbst oder die Oberlieger geschädigt werden. Hier ergibt sich die Notwendigkeit, das Verhältnis der Geschlechter unter den Satzaalen aufs neue zu untersuchen, und die Resultate älterer Untersuchungen entweder zu bestätigen oder zu widerlegen.

Läßt man aber einstweilen gelten, was manche Abnehmer von Elbsatzaalen behauptet haben, daß diese sehr befriedigende Abwachsresultate ergeben, daß also der Prozentsatz von Männchen unter ihnen kein so großer ist, daß die Verwendung dieses Besatzes als unwirtschaftlich verworfen werden müßte, so entsteht die Frage, in welchem Verhältnis steht der Wert dieses Besatzmaterials zu dem Wert der Glasaale als Besatzmaterial? Die Satzaale sind natürlich mehrere Jahre älter als die Glasaale und wachsen also entsprechend schneller zur Marktware heran; andererseits sind die Versandkosten der Glasaale pro Stückzahl berechnet ganz wesentlich geringer als die der Satzaale. Ein Zentner Glasaale enthält 160 000 bis 240 000 Stück, ein Zentner Satzaale dagegen nur ca. 2000 bis 2500 Stück; erstere kosten 480 bis 720 Mark, letzere 27 Mark netto; man kann also, abgesehen von den Transportkosten, für 30 Mark etwa 10 000 Stück Glasaale, aber nur 2200 Stück Satzaale kaufen.

Die Praxis hat die Entscheidung über den größeren Wert des einen oder des anderen Besatzmaterials einstweilen dahin getroffen, daß beim Versand auf geringe Entfernungen, z. B. nach der Provinz Brandenburg, dem Bezug von Satzaalen, auf größere Entfernungen, z. B. nach Ost- und Westpreußen, den Glasaalen der Vorzug gegeben wird. Gegenüber den Vorzügen, die den Satzaalen hinsichtlich eines schnelleren Abwachsens eingeräumt werden müssen, argumentieren die Abnehmer von Glasaalen folgendermaßen: Wenn ein Seenbesitzer, wie er sollte, seinem Gewässer alljährlich einen gewissen Besatz von Glasaalen zuführt, so werden dieselben nach Verlauf einer Reihe von Jahren in regelmäßiger Weise alljährlich Marktfische liefern, und der wesentliche Altersunterschied zwischen Satzaalen und Glasaalen wird sich nur bei Beginn der Aktion einmal vorübergehend geltend machen. Dabei wird also als unerheblich außer acht gelassen, daß die Glasaale eine beträchtliche Menge Nahrung verbrauchen, um bis zur Größe von Satzaalen heranzuwachsen.

Wenn nach alledem die Entscheidung darüber, welches Besatzmaterial die größeren Vorzüge hat, noch nicht getroffen worden ist, und vielleicht auch vorderhand noch nicht in ganz eindeutiger Weise zu treffen sein wird, so ist es gerade deshalb doch in hohem Maße wünschenswert, daß man auf jede mögliche Weise mehr Einsicht in die für die Entscheidung in Betracht kommenden Momente zu gewinnen sucht. Dies kann einmal dadurch geschehen, daß man zahlreiche und mannigfach variierte Versuche der Aufzucht mit beiderlei Material anstellt, zweitens aber dadurch, daß mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden das Wachstum des Aals und das verschiedene Verhalten beider Geschlechter beim Wachstum festgestellt wird.

Letzteres hat durch Anwendung einer einwandfreien Methode der Altersbestimmung zu geschehen, die bisher für den Aal noch nicht benutzt worden ist.

Die Demonstration einer solchen Methode und ihrer Anwendung zur Bestimmung und Unterscheidung der einzelnen Jahresklassen beim Aal — namentlich in den jüngeren Lebensstadien bis zu Längen von ca. 40 cm — ist der

Hauptgegenstand der nachfolgenden Darlegungen. Denselben sollen später Mitteilungen folgen, die den Zweck haben, durch Nachweise über das Verhältnis der Geschlechter bei Satzaalen verschiedener Herkunft neues Material für die Beurteilung der Wanderungen des Aals beizubringen und eine zuverlässigere Einschätzung des Wertes dieser Satzaale für die Aufzucht zu ermöglichen.

Für die Altersbestimmung sind von uns sowohl Otolithen wie Schuppen benutzt worden. Die Untersuchung der Otolithen und Schuppen von mehr als 1500 Aalen ist von H. Marukawa im Fischereibiologischen Laboratorium des Naturhistorischen Museums zu Hamburg ausgeführt worden. Die Aufstellung des Programms für die Untersuchung, die Leitung derselben und die Darstellung der Ergebnisse hat E. Ehrenbaum besorgt. Für die Untersuchung ist mit verschwindenden Ausnahmen nur frisches Material benutzt worden, da dieses für den vorliegenden Zweck allein brauchbar ist. Die Beschaffung desselben in den erforderlichen Größen und Mengen war nicht immer ganz leicht, und dem Fischereidirektor Lübbert, der an den Untersuchungen das lebhafteste Interesse nahm, gebührt das Verdienst, durch das Personal und die Hilfsmittel der Fischereidirektion in tatkräftiger Weise für die Bereitstellung des Untersuchungsmaterials Sorge getragen und einen großen Teil der nicht unerheblichen Geldmittel für den Ankauf von Aalen und die Bezahlung der Hilfsarbeit zur Verfügung gestellt zu haben.

Dafür sei ihm auch an dieser Stelle auf das wärmste gedankt.

Es sei hier noch bemerkt, daß für die Bezeichnung der verschiedenen Jahresklassen im folgenden durchweg die nach dem Vorgange von C. G. Joh. Petersen durch die Internationale Meeresforschung angenommene Benennung gebraucht worden ist. Danach gehören alle Fische während ihres ersten Lebensjahres zur 0-Gruppe, während des zweiten Lebensjahres zur I-Gruppe usw. Für den Aal ist aber aus praktischen Gründen nur die Zeit seines Lebens im Süßwasser in Betracht gezogen worden, weil die Dauer des Lebens im Meere zwar wahrscheinlich annähernd zwei Jahre beträgt, aber doch nicht genau bekannt ist. Somit sind im folgenden unter 0-Gruppe diejenigen Aale zusammengefaßt, welche ihr erstes Jahr im Süßwasser zubringen, gerechnet vom Frühjahr — etwa April — der Einwanderung bis zum nächstfolgenden Frühjahr; ebenso gehören zur I-Gruppe alle Aale während des zweiten Jahres ihres Lebens im Süßwasser, gerechnet von Frühjahr zu Frühjahr.

Diese Benennung erfolgt nach Analogie der im täglichen Leben üblichen. Wir sagen von einem Wesen, welches in seinem dritten Lebensjahre steht, es ist zwei Jahre alt; daher die Bezeichnung II-Gruppe für die Gesamtheit aller im dritten Lebensjahre stehenden Wesen, gleichviel, ob sie am Anfang oder am Ende der genannten Periode sich befinden.

Unsere Untersuchungen wurden im Winter während der Wachstumspause begonnen und in der Hauptsache zu Ende geführt, ehe das Wachstum des neuen Jahres einen nennenswerten Umfang erreicht hatte. Somit bezeichnen die Ausdrücke II-Gruppe, III-Gruppe usw. bei uns in der Regel die vollendete Wachstumsperiode des abgelaufenen dritten bzw. vierten usw. Lebensjahres im Süßwasser.

Hinsichtlich der Bezeichnung der Körperlängen bei der Messung ist noch zu bemerken, daß nur die kleineren Aale in Abstufungen von Millimeter zu Millimeter gemessen wurden, die größeren dagegen nach Zentimetern, wobei in der Regel auf ganze Zentimeter abgerundet wurde; und zwar wurden nach der bei der Internationalen Meeresforschung angenommenen Methode alle Dezimalen nach unten abgerundet, so daß eine Länge von 25,9 als 25 in den Tabellen erscheint. Dies ist geschehen, um nicht eine de facto doch nicht erreichbare Genauigkeit vorzutäuschen.

Natürlich ist es infolgedessen nötig, 0,5 hinzuzuzählen, wenn eine Einzelmessung genauer bewertet oder wenn aus einer größeren Zahl von Messungen das Mittel berechnet werden soll.

Gewzöes Untersuchungen zur Altersbestimmung beim Aal.

Die moderne fischereibiologische Forschung legt der Bestimmung des Alters bei Fischen in richtiger Erkenntnis eine sehr große Bedeutung bei und verwendet eine Reihe verschiedener Methoden für die Ausführung dieser Untersuchungen. Den größten Erfolg hat bisher das Studium der Schuppen, der Otolithen und der Knochen für die Bestimmung des Alters zu verzeichnen gehabt; und zwar empfiehlt es sich, durch Probieren zu entscheiden, welches dieser Hilfsmittel für den einzelnen Fall die besten Resultate verspricht. Die Ringe oder Anwachsstreifen auf der Schuppe stellen dasjenige Hilfsmittel dar, welches schon am längsten für die Altersbestimmung benutzt wird. Es unterliegt aber heutiges-tags keinem Zweifel mehr, daß dieses Mittel häufig ganz versagt und in vielen Fällen nur mit größter Vorsicht verwendbar ist. Etwas zuverlässiger sind im allgemeinen die Otolithen; doch gilt das in der Regel nur für die jüngeren Jahrgänge, da bei älteren Fischen die Gehörsteine entweder zu dick werden, als daß sie selbst unter Zuhilfenahme von Aufhellungsmitteln die für die Untersuchung erforderliche Durchsichtigkeit erhalten, oder aber die Anwachsschichten am Rande so dicht aneinandergelagert sind, daß sie nicht mehr sicher zu unterscheiden sind. Außerdem haben die Otolithen mancher Fische eine so porzellanartige Beschaffenheit, daß sie für die Erkennung der Anwachsstreifen nur nach umständlicher und zeitraubender Vorbereitung durch Schleifen verwendbar sind. Von den Knochen haben sich namentlich die Wirbel und die flachen Bestandteile des Kiemendeckelgerüsts nach geeigneter Präparierung als sehr zweckmäßig für die Erkennung der Altersringe erwiesen, und zwar namentlich auch bei älteren Fischen, wo die Otolithen aus den eben erwähnten Gründen versagen. Es gibt aber eine Anzahl von Fischen, deren Knochen allen bisher benutzten Präparationsmethoden Trotz bieten und durchaus keine Struktur zeigen, die für die Altersbestimmung benutzbar wäre. An dem Vorhandensein einer solchen Struktur ist natürlich auch in diesen Fällen nicht zu zweifeln, aber sie ist nicht erkennbar.

Trotz alledem darf behauptet werden, daß es wohl nur wenig Fischarten gibt, bei denen alle drei Formen von Hilfsmitteln völlig versagen; in vielen Fällen läßt sich durch die Kombination zweier der Hilfsmittel zum Ziele kommen, meist aber erweist sich schon eins derselben bei genügender Ausdauer des Beobachters als ausreichend. Das muß eben, wie gesagt, ausprobiert werden.

Was nun den Aal anbetrifft, so sind die ersten Versuche der Altersbestimmung vor wenigen Jahren von dänischer Seite gemacht und im Jahre 1908 im XIV. Bericht der dänischen Biologischen Station veröffentlicht worden¹⁾. Der Verfasser dieser Veröffentlichung ist K. J. Gemzøe; den Anstoß dazu gab der verdiente Direktor der genannten Station, C. G. Joh. Petersen, der selbst als Verfasser grundlegender Arbeiten über die Biologie des Aales bekannt ist, und auch an der Aufstellung des ersten Programms für die epochemachenden Schmidtschen Untersuchungen einen wesentlichen Anteil gehabt hat.

Den Ausgangspunkt der Gemzøeschen Untersuchungen bildet eine schon im Jahre 1873 erschienene Arbeit des französischen Forschers M. E. Baudelot²⁾, in welcher gelegentlich einer genauen Beschreibung des anatomischen Baues der Aalschuppe die Vermutung ausgesprochen wird, daß die außerordentlich verschiedene Größe der Schuppen bei Aalen verschiedener Länge einen Hinweis auf das Alter des Fisches enthalten dürfte. Es wird auch hervorgehoben, daß die Schuppen beim Aal auffallend spät ausgebildet werden, und daß z. B. bei einem 7 cm langen Tier noch keine vorhanden waren. Aber ein systematisches Studium der Entwicklung der Schuppe in ihrer Beziehung zum Alter des Aals mußte sich der genannte Autor schon aus Mangel an geeignetem Untersuchungsmaterial versagen. Später (1894) hat dann C. G. Joh. Petersen³⁾ darauf hingewiesen, daß die auf den Schuppen des Aals erkennbaren Ringe wahrscheinlich als Jahresringe anzusehen seien, daß dieses aber durch ein spezielles Studium noch zu erweisen sei. Die Durchführung dieses Studiums ist Gemzøes Verdienst.

Über den Bau der Schuppe sei hier an der Hand der Baudelotschen Ausführungen kurz folgendes bemerkt: Die Schuppe eines älteren Aals besteht aus einer ovalen Basalplatte, auf deren Oberfläche zahlreiche runde oder ovale zylindrische Erhöhungen von 0,04—0,06 mm Höhe annähernd parallel mit dem Rande der Basalplatte in Reihen angeordnet sind, jedoch ohne einander zu berühren. Die Gesamtheit der kleinen zylindrischen Plättchen ist derart geordnet, daß deutlich voneinander getrennte konzentrische ovale Ringe entstehen, deren innerster gewöhnlich nur aus einer Doppelreihe der zylindrischen Plättchen besteht, während die folgenden aus einer mehr oder weniger zunehmenden Reihenzahl gebildet sind, wobei man in der Richtung der langen Achse der ellipsoiden Schuppen immer sehr viel mehr Reihen zählen kann als in der Richtung der kurzen Achse (vgl. Taf. V, Fig. 11 und 12). Dieses Mißverhältnis vergrößert sich, wie Gemzøe hinzufügt, nicht selten derart, daß einige der Zonen nicht mehr in Ringform zur Ausbildung gelangen, sondern nur in Form von zwei Kappen, welche in der Richtung der langen Achse der Schuppe dem inneren Ringsystem aufgelagert sind, und auch ihrerseits wieder von vollkommen ausgebildeten ovalen

¹⁾ K. J. Gemzøe, Age and Rate of Growth of the Eel, in: XIV. Report of the Danish Biological Station. Copenhagen (1908), p. 10—39.

²⁾ M. E. Baudelot, Recherches sur la Structure et le Développement des Ecailles des Poissons osseux. In: Archives de Zoologie expérimentale et générale T. II. Paris (1873), p. 87—244 und 429—480, pl. V—VI (Anguilla pl. VIII, 1—5).

³⁾ C. G. Joh. Petersen, The Common Eel gets a particular breeding dress before its emigration to the sea. In: V. Report of the Danish Biological Station. Copenhagen (1894).

Ringen umlagert sein können. Diese Kappen stellen nach Gemzøe eine Art Hemmung im Wachstum der Schuppe dar; sie treten bei Silberaalen in der Regel an die Stelle des äußersten Ringes. Im übrigen kommen alle Übergänge zwischen diesen Kappen und den normal ausgebildeten Ringen vor (vgl. Fig. 11).

Unsere Figuren Tafel IV 6a, 7, 8a, 9b, Taf. V 10b, 11 und 12 lassen die Form der Schuppe auf verschiedenen Entwicklungs- und Altersstadien erkennen; Figur 7 und 7a zeigen den inneren Kern einer Schuppe kurz vor dem Abschluß des Wachstums, aber noch in der Ausbildung begriffen, wie die unregelmäßig geformten Plättchen am Rande erkennen lassen. Der betreffende Fisch wurde am 12. September 1911 gefangen und abgetötet. Ebenso ist in der Figur 12 einer Schuppe von einem Alsteraal von 41,5 cm Länge, der am 3. Mai gefangen wurde, das neue Wachstum am Rande erkennbar; die Plättchen sind zum Teil noch in der Ausbildung begriffen; diejenigen aber, welche schon ausgebildet sind, erscheinen auffallend groß und größer als die Plättchen der älteren Wachstumsringe; sie erfahren später eine Reduktion in ihrer Größe.

Nicht minder eigenartig als der Bau der Aalschuppe ist ihre Anordnung auf dem Körper des Fisches. Bei Aalen, die eine gewisse Größe erreicht haben, sieht man die länglich ovalen Schuppen auf den Seiten des Fisches in zwei rechtwinklig zueinander gestellten Richtungen in der Haut eingebettet liegen, so zwar, daß immer Gruppen von 3—6 einander parallel gelagerten Schuppenreihen in ihrer Längsrichtung miteinander abwechseln. Die Haut erscheint in zwei Richtungen schraffiert. Weiter ventralwärts liegen die Schuppen vielfach nur noch in einer Richtung; zugleich haben die Schuppen hier eine geringere Zahl von Wachstumszonen, ohne doch wesentlich kleiner zu sein. Ähnliches findet sich, wenn man sich der dorsalen Kante nähert; und nach Gemzøe weisen diese jüngeren Schuppen auf ein in späteren Jahren eintretendes Dickenwachstum hin. Nach dem Kopf und Schwanzende zu sind die Schuppen auch jünger und zugleich auch kleiner, und auf manchen Körperteilen, z. B. hinter den vorderen Nasalöffnungen, finden sich besonders kleine und jugendliche Schuppen vor. Manche Teile des Körpers bleiben immer schuppenlos. Wesentlich ist ferner, daß die Schuppen einander nicht wie bei anderen Fischen dachziegelartig überdecken, sondern zu mehreren aufeinander liegend mit vollkommen freien Rändern in der Haut eingebettet sind, so daß sie sich beim Wachstum nach allen Richtungen ausdehnen können.

Wenn somit auch von vornherein wahrscheinlich ist, daß die einzelnen Ringe, welche auf der Schuppe unterscheidbar sind, als Wachstumszonen anzusehen sind, so scheint doch die Möglichkeit, diese Ringe für die Altersbestimmung zu benutzen, zunächst gering, da man bei ein und demselben Individuum eine sehr wechselnde Zahl von Schuppenringen antrifft. Gemzøe glaubt indessen den Nachweis führen zu können, daß die verschiedenen Zonen der Schuppe wirklich Altersringe darstellen. Er findet, daß bei Individuen von etwa 18 cm Länge die ersten Spuren der Schuppen sichtbar werden, und zwar gewöhnlich je eine mehr oder weniger unvollständige Reihe von Schuppen über und unter der Seitenlinie, in denen nur der Kern zur Ausbildung gelangt, während Ringe noch fehlen. Im Herbst ist die Bildung des Kerns abgeschlossen und bis zum nächsten Frühjahr bleibt das Aussehen der Schuppe unverändert. Erst gegen Ende Juni bemerkte Gemzøe dann eine Weiterentwicklung dieser Schuppe, an

der sich nunmehr die Ausbildung des ersten Ringes vorbereitete. Mitte Juli fand er die neue Zone in nennenswerter Breite auf allen Schuppen ausgebildet, und im Laufe des August war die Ausbildung bei der überwiegenden Mehrzahl schon nahezu, bei einigen ganz abgeschlossen. Bei größeren Aalen zeigte sich ganz dasselbe hinsichtlich der Ausbildung der äußersten Zone, und bei den Silberaalen erfolgt nach entsprechenden Beobachtungen der Abschluß der Schuppenringbildung wesentlich früher als bei den Gelbaalen. Aber auch bei diesen letzteren findet man gegen Ende September kaum noch ein Individuum, dessen Schuppen noch im Wachstum begriffen wären. Jedenfalls ist an der Schuppe meist mit Leichtigkeit die noch im Wachstum begriffene Form von der in die Wachstumspause eingetretenen zu unterscheiden. Da nun außerdem diese Stadien der Schuppenentwicklung immer nur im Sommer zur Zeit des Wachstums angetroffen werden, nicht aber während der kühleren Jahreszeit, so ist nach Gemzöe nicht daran zu zweifeln, daß die Schuppenringe als Anzeiger für das Alter der Fische benutzbar sind. Man muß es sich aber zur Regel machen, immer nur die ältesten Schuppen an jedem Individuum zu untersuchen, die man oberhalb der Seitenlinie in der Region vor dem After findet. Hier sowohl wie unterhalb der Seitenlinie und auch in der Region hinter dem After werden die Schuppen am frühesten angelegt.

Diese Beobachtungen und Angaben von Gemzöe sind ohne große Mühe nachzuprüfen, und wir konnten sie in allen wesentlichen Punkten bestätigen. Den Beginn des Wachstums möchten wir auf einen früheren Zeitpunkt setzen, da wir denselben vielfach schon im Mai, vereinzelt auch im April, beobachten konnten, doch mag das mit den andersartigen klimatischen Verhältnissen in der Unterelbe zusammenhängen.

Insonderheit fanden wir auch bestätigt, daß die Körpergröße von 17—18 cm den Beginn der Schuppenbildung bezeichnet. Man kann wohl auch schuppenlose Aale von 18, selbst 19 cm antreffen, und andererseits solche mit Schuppen, die nur 16 cm lang sind, aber dies ist nicht die Regel.

Gerade diese Eigentümlichkeit aber machte uns stutzig und legte den Gedanken nahe, daß die Aale wohl bei einer bestimmten Körpergröße, nicht immer aber in einem bestimmten Altersstadium zur Schuppenbildung schreiten. Gemzöe selbst hat gefunden, daß die Körperlänge einer bestimmten Altersklasse außerordentlich variabel ist, und wir fanden dies bestätigt, fanden, daß z. B. Aale von 15—24 oder von 26—35 cm Länge ein und derselben Jahresklasse angehören können. Unter dieser Voraussetzung müßte man aber doch erwarten, daß die Körperlänge, in der die erste Schuppenbildung erfolgt, einer größeren Variabilität unterläge, als oben angedeutet.

Damit ergab sich das Bedürfnis, Gemzöes Angaben über das Alter des Aals im Moment der ersten Schuppenanlage einer Nachprüfung zu unterziehen.

Gemzöe hat für diese Bestimmung eine Methode benutzt, die früher, ehe man zu eigentlichen Altersbestimmungen mittelst körperlicher Merkmale gekommen war, die gebräuchlichste war, um die einzelnen Jahrgänge voneinander zu unterscheiden, eine Methode, die auch heute noch ein wertvolles Hilfsmittel zur Ergänzung anderer Methoden bildet, die aber für sich allein benutzt keineswegs

zuverlässige Resultate ergibt¹⁾; das ist die Methode der Längenmessungen. Er hat sowohl von Glasaalen, die die Form des ins Süßwasser einwandernden Aals darstellen, wie auch von dunkelgefärbten Aalen der gleichen und der nächstfolgenden Größen zahlreiche Individuen gemessen, und gelangt zu dem Resultat, daß vor dem Stadium, in dem die Schuppen zur Ausbildung gelangen, zwei Jahrgänge unterschieden werden können, die er gemäß der üblichen Bezeichnung die O-Gruppe und I-Gruppe nennt, wobei richtigerweise von der im Meere verbrachten Lebenszeit der Aalbrut ganz abgesehen wird.

Wer die Gemzöeschen Messungsreihen verfolgt, und wer sich außerdem gegenwärtigt, daß, wie auch Gemzöe angibt, das Wachstum des Aals zu Beginn seines Aufenthalts im Süßwassergebiet ein auffallend geringes ist, der wird sich leicht überzeugen, wie unsicher die durch bloße Längenmessungen versuchte Trennung der einzelnen Jahrgänge sein muß, und daß das Ergebnis, die Ausbildung der Schuppen erfolge bei der II-Gruppe, d. h. im dritten Sommer, den die Aale im Süßwasser zubringen, durchaus der Nachprüfung mittelst anderer Methoden bedarf. Wir haben uns diese Nachprüfung zur Aufgabe gemacht und haben dabei die Otolithen zur genauen Bestimmung des Alters benutzt, wobei sich sehr bald die Irrtümlichkeit der Gemzöeschen Berechnung herausstellte.

Altersbestimmung beim Aal mittelst der Otolithen.

Die Methode der Altersbestimmung von Fischen mittelst der Otolithen oder Gehörsteine wurde zuerst von dem Kieler Forscher Reibisch entdeckt und später von Maier, Heineke und Immermann in Helgoland für Zwecke der biologischen Meeresforschung weiter ausgebildet und zu einem hohen Grade der Sicherheit gebracht. Der Aufbau der Otolithen besteht aus miteinander abwechselnden weißen, undurchsichtigen und dunklen durchscheinenden (bei auffallendem Licht) Ringen, die im Sommer bzw. im Herbst oder Winter ausgebildet werden, und erlaubt demnach das Alter ihres Trägers abzulesen.

Die Methode erscheint sehr einfach, verlangt aber doch ein recht eingehendes Studium und große Übung in der richtigen Deutung des Gesehenen. Das ist vielleicht der Grund, daß sie noch nicht allgemeiner zur Anwendung gebracht worden ist, z. B. auch nicht für den Aal, obwohl die Otolithen dieses Fisches namentlich in den jüngeren Jahrgängen ein recht befriedigendes Hilfsmittel für die Altersbestimmung bieten. Sie lassen meist deutlich die einzelnen Wachstumszonen erkennen, und nur in vereinzelten Fällen bleibt das Resultat der Untersuchung um eine Wachstumsperiode unsicher.

Die Berechtigung, in den Anwachsstreifen der Otolithen Jahresringe zu sehen, ist in einer Reihe von Fällen nachgewiesen, am erschöpfendsten wohl bei der Scholle; es erschien aber doch von besonderer Wichtigkeit, diesen

¹⁾ Vgl. F. Trybom und G. Schneider in: Rapports et Procès-Verbaux du Conseil perm. p. l'Explor. d. l. Mer, vol. IX (1908), S. 62, und G. Schneider in Publications de Circonstance Nr. 46 (1909), S. 7.

Beweis auch für den besonderen Fall des Aals zu erbringen; und dazu bot sich uns eine vortreffliche Gelegenheit. Von dem hamburgischen Fischereidirektor Lübbert, der sich, wie schon eingangs hervorgehoben, ein so großes Verdienst um die Einführung der englischen Aalbrut nach Deutschland erworben hat, ist seit dem Jahre 1908 — d. h. seit dem Beginn dieser Einführung — regelmäßig jedes Jahr eine Anzahl englischer Glasaale in gesonderte Becken des Aquariums des Zoologischen Gartens zu Hamburg eingesetzt worden, die dort gefüttert wurden und größtenteils am Leben blieben, so daß uns vier verschiedene Jahrgänge von jungen Aalen für die Untersuchung zur Verfügung standen, von denen das Alter resp. die Zeitdauer ihres Aufenthalts im Süßwasser genau bekannt war. Die Otolithen dieser Aale gaben ein ungemein wertvolles Material ab für die Einschätzung der Otolithen, welche den in Freiheit aufgewachsenen Aalen entnommen wurden.

Zur Beurteilung der Otolithen und ihres Wachstums ist es am zweckmäßigsten, von dem Glasaal auszugehen, also dem Entwicklungsstadium, welches das Süßwasser betritt. Entnimmt man einem englischen Glasaal die Otolithen, was mit einiger Übung sehr gut gelingt, so findet man zwei kleine, fast runde Kalkkörperchen von nur 0,36 mm Durchmesser, deren Aussehen in Taf. IV, Fig. 1 und 1a bei 34facher und 66facher Vergrößerung wiedergegeben ist. Zur Untersuchung reibt man die Otolithen zwischen den Fingern, um anhängende organische Substanz zu entfernen, bringt sie zur Entwässerung in absoluten Alkohol, trocknet sie gründlich und nimmt dann die Untersuchung unter dem Mikroskop in Xylol vor, am zweckmäßigsten mit auffallendem Licht. Man sieht im Zentrum dieser Otolithen einen dunklen Kern, der wahrscheinlich in der Larvenzeit während des ersten Lebensjahres im Meere ausgebildet ist, und außerdem in der Nähe des Randes einen meist schmalen und keineswegs immer deutlichen dunklen Ring, der als Winterring zu bezeichnen ist, und der auch im Meere ausgebildet wurde, und zwar während des Winters, der dem Eintritt ins Süßwasser voraufging. Wieweit diese Deutung richtig ist, müßte an den Otolithen von *Leptocephalus*-Larven des Aals nachgeprüft werden, die uns für diesen Zweck nicht zur Verfügung standen. Wir konnten nur feststellen, daß die Otolithen von Glasaalen der Unterelbe genau das gleiche Aussehen hatten wie die der englischen. Ein solcher Otolith eines 6,8 cm langen Glasaals, der am 19. April 1912 in der Elbe gefangen war, ist in Taf. IV, Fig. 2 abgebildet; seine Größe betrug kaum 0,3 mm.

Gehen wir zu weiter entwickelten Otolithen über, so finden wir solche schon bei wenig größeren Jungaalen. Fig. 3 zeigt den Otolithen eines Elbaals von 9,2 cm Länge, der am 21. März 1912 gefangen wurde. Sein Durchmesser beträgt 0,58 mm. Die Abbildung läßt außer dem vorerwähnten dunklen Kern und dem sehr schmalen Winterring, der schon im Salzwasser zur Ausbildung gelangte, jetzt einen breiten Winterring erkennen, der während des ersten Winters im Süßwasser ausgebildet wurde. Dieser kleine Fisch befand sich also bereits ein ganzes Jahr im Süßwasser und stand kurz vor dem Beginn seines zweiten Süßwasserlebensjahres. Er gehörte noch zur Generation der sogenannten O-Gruppe, würde aber, wenn er am Leben geblieben wäre, im Laufe des nächsten Sommers in die I-Gruppe übergegangen sein.

Daß die Deutung richtig ist, ergibt sich aus dem Vergleich der Taf. IV, Fig. 3 mit Taf. V, Fig. 13, in welcher der Otolith eines 7,4 cm langen Aals dargestellt ist, der im Frühjahr 1911 als Glasaal ins Aquarium eingesetzt wurde und demselben zu Anfang April 1912 zum Zwecke der Untersuchung entnommen wurde. Dieser Otolith, der also bestimmt einem Aale angehörte, der ein ganzes Jahr im Süßwasser zugebracht hatte, war 0,60 mm groß und zeigte genau denselben Aufbau wie der in Fig. 3 dargestellte. Natürlich handelt es sich hierbei nicht um ein vereinzelt Vorkommen, sondern es wurden im ganzen 13 Stück solcher Aale untersucht, die im Frühjahr 1911 als Glasaale ins Aquarium eingesetzt worden waren, und alle ließen das in Fig. 13 wiedergegebene Bild mit gleicher Sicherheit erkennen; ebenso stellt Fig. 3 den Typus dar, der bei einer Anzahl (20) ähnlich großer Aale gefunden wurde. Letztere hatten Längenmaße von 7 bis 10 cm.

Ganz ebenso ließen sich die Otolithen von Aalen, die im Jahre 1910 als Glasaale ins Aquarium gesetzt worden waren, und die Anfang April 1912 als Vertreter der I-Gruppe untersucht wurden, in gleicher Form bei einer Anzahl (32) in der Elbe gefangener Aale von 9 bis 14 cm Länge wiederfinden. Man vergleiche Taf. IV, Fig. 4 von einem 0,8 mm großen Otolithen eines 12,5 cm langen Elbaals vom 21. März 1912 und Taf. V, Fig. 14 von einem 0,82 mm großen Otolithen eines 9,5 cm langen Aquariumsaals. Bei diesen Otolithen ist der Kern wie früher deutlich, der erste im Salzwasser gebildete Ring dagegen — wie auch in den nächstfolgenden Altersstadien — stark verwischt oder nur teilweise kenntlich. Zu dem ersten im Süßwasser gebildeten Winterring ist ein zweiter gleichartiger getreten: Diese Tiere haben bereits zwei Jahre (zwei Winter) im Süßwasser zugebracht und stehen am Anfang ihres dritten Jahres. Auch von dieser Gruppe, wie von den folgenden, wurde eine gewisse Zahl von Repräsentanten untersucht, in diesem Falle allerdings nur sechs Stück.

Die im Jahre 1909 ins Aquarium gesetzten Glasaale gehörten bei der Untersuchung im April 1912 — vor dem Beginn der neuen Wachstumsperiode — der II-Gruppe an. Ihre Otolithen lassen neben den vorerwähnten Eigentümlichkeiten noch einen dritten dunklen Winterring erkennen, wie aus Taf. V, Fig. 15 von einem 1,13 mm großen Otolithen ersichtlich ist. Dieser Otolith entstammt einem 16,7 cm langen Aquariumsaal. Das gleiche Bild bietet Taf. IV, Fig. 5 eines 0,92 mm großen Otolithen, der einem am 21. März gefangenen Elbaal von 14 cm Länge entnommen wurde.

Der Taf. V, Fig. 16 abgebildete Otolith entstammt einem Aquariumsaal von 28 cm Länge, der 1908 als Glasaal eingesetzt und Anfang April 1912 zum Zwecke der Untersuchung entnommen wurde, also einem Aal, der bereits volle vier Jahre im Süßwasser lebte, vor dem Anfang der fünften Wachstumsperiode stand und also noch der III-Gruppe angehörte. Der nahezu 2 mm große Otolith zeigt dementsprechend vier dunkle Winterringe; bei ihm ist auch der schmale, schon im Salzwasser angelegte Ring noch verhältnismäßig deutlich geblieben.

Ein gleichartiges Bild zeigt Taf. IV, Fig. 6 eines Otolithen von nur 1,26 mm Größe, der am 19. April 1912 einem Elbaal von nur 15,9 cm Länge entnommen wurde. Dieser Aal ist als Angehöriger der III-Gruppe ganz auffallend klein, und die meisten gleichalten Aale, welche untersucht wurden, waren ganz erheblich größer,

so z. B. der 19 cm lange Elbaal, der am 30. Januar 1912 gefangen wurde und dessen ziemlich gleichgroßer Otolith mit vier Winterringen in Taf. IV, Fig. 8 abgebildet ist; andererseits ist der mit diesen verglichene Aquariumsaal desselben Alters mit 28 cm Länge extrem groß und stellt das größte Individuum dar, das im Aquarium gezogen wurde.

Von den Aalen mit dreijährigem Aufenthalt im Süßwasseraquarium wurden 33 Stück von 9 bis 20 cm Länge untersucht; von den Aalen, welche vier Jahre im Aquarium zugebracht hatten, kamen 23 Stück von 9 bis 28 cm Länge zur Beobachtung. Beide Gruppen zeigen die außerordentliche Variabilität der Körperlänge innerhalb einer Generation und die weitgehende Unabhängigkeit der Körpergröße vom Alter des Aals. Mit ganz geringfügigen Ausnahmen zeigten aber alle Versuchstiere die zu erwartende Zahl von Ringen an ihren Otolithen; die wenigen, bei denen das Bild nicht ganz zweifelsfrei war, sind in der Tabelle I, welche eine Zusammenstellung aller dieser Untersuchungen gibt, mit einem Fragezeichen kenntlich gemacht. Jedenfalls fand sich bei keinem dieser Versuchsfische eine deutlich irreführende Zahl von Ringen, wie das bei den Schuppen noch zu zeigen sein wird, und die Zuverlässigkeit der Otolithenringe als leitendes Merkmal für die Altersbestimmung ist damit bewiesen.

Niemand wird nach dem Dargelegten bestreiten können, daß der in Taf. IV, Fig. 9 abgebildete Otolith eines Elbaals von 28 cm Länge, der deutlich fünf Winterringe erkennen läßt, einem Fisch entstammte, der volle fünf Jahre im Süßwasser zugebracht hatte — derselbe war am 30. Januar 1912 gefangen worden — und ebenso, daß der Otolith in Taf. IV, Fig. 10 mit sechs Winterringen, der von einem Elbaal von 33 cm Länge vom gleichen Datum herrührte, auf eine im Süßwasser zugebrachte Periode von sechs Jahren hinweist.

In dem gleichen Sinne sind die Fig. 9a und 10a, Taf. IV und V, zu deuten, welche den vorgenannten zur Ergänzung und zur weiteren Bestätigung des Gesagten hinzugefügt sind. Sie lassen die entsprechende Zahl von Ringen auf den Wirbelknochen — wenn auch etwas weniger deutlich — erkennen.

Der Otolith Taf. V, Fig. 17 entstammt einem ♀ Elbaal von 40,5 cm Länge, der am 31. Mai 1912 gefangen wurde. Er zeigt sieben Winterringe und außerdem — der Jahreszeit entsprechend, in der er gefangen wurde — bereits neues Wachstum am Rande. Dieser Aal hat sieben volle Jahre im Süßwasser zugebracht und steht im Anfang seines achten Sommers. Der Otolith bezeichnet zugleich die Grenze des noch mit Sicherheit bestimmbareren Alters. Mehr als sieben Winterringe pflegen nicht mehr deutlich genug zu sein; in seltenen Fällen sind es acht. In der Regel aber ist bei den Otolithen mit acht Ringen das Dickenwachstum bereits ein so starkes, daß sie nicht mehr durchsichtig gemacht werden können; unter gewissen Verhältnissen ist dies auch schon bei sieben Ringen der Fall.

Leider ist es nicht möglich, bei den älteren Formen zwecks Altersbestimmung an die Stelle der Otolithen die Knochen treten zu lassen, wie z. B. bei der Scholle; denn die Knochen lassen nur mit Mühe das erkennen, was die Otolithen zeigen, und auch das nur an den bikonkaven Flächen der Wirbelkörper; die Operkularknochen versagen ganz. Deshalb muß man für die Aale, die acht und mehr Jahre im Süßwasser zugebracht haben, auf die für die Altersbestimmung

allein übrigbleibenden Schuppen zurückgreifen. Obwohl dieselben nicht ganz zuverlässig sind, so bieten sie doch einen guten Anhalt, und sind daher keineswegs zu verwerfen. Eine Gegenüberstellung der an den Otolithen und der mit Hilfe der Schuppen gemachten Altersbestimmungen wird zeigen, unter welchem Vorbehalt auch die letzteren brauchbar sind, und in welchen Fällen man gänzlich auf sie angewiesen ist.

Sehr wesentlich für die zweckdienliche Benutzung der Otolithen des Aals zur Bestimmung seines Alters ist die Ausführung der Untersuchung zu einer bestimmten Jahreszeit, und zwar zur Zeit der Wachstumspause im Winter oder im zeitigen Frühjahr. Wir verdanken den Erfolg unserer Untersuchungen zum großen Teil dem Umstande, daß wir zufällig zur angegebenen Zeit unsere Arbeit aufnahmen. Sobald nämlich im Frühsommer das neue Wachstum beginnt und namentlich, wenn es bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist, was wir vielfach schon um Mitte Juni beobachten konnten, wird das Bild, welches die Struktur des Otolithen bietet, namentlich am Rande ein viel komplizierteres, weil das Wachstum nicht nur durch Apposition am äußersten Rande, sondern auch durch Superposition am ganzen Umfang des Gebildes erfolgt, und weil der zunächst gebildete Sommerring im ersten Stadium seiner Ausbildung, ehe er noch durch reichlichere Einlagerung von Kalknadeln seine Opazität erlangt, vollkommen dem Aussehen des dunklen Winterringes gleicht. Nur ein durch das Studium vieler Otolithen geübter Blick ist imstande, diese oft komplizierten Bilder richtig zu deuten, und für denjenigen, der sich in die sehr viel Geduld erfordernde Methode der Altersbestimmung durch Otolithen einarbeiten will, ist unbedingt zu empfehlen, dieses Studium mit Otolithen zu beginnen, die nicht bloß dem Alter nach genau bekannt sind, sondern auch an einem deutlich erkennbaren Abschnitt ihrer Entwicklung, d. h. bei einer Wachstumspause, angelangt sind.

Wert der Schuppen für die Altersbestimmung.

Um ein genaues Urteil über den Wert der Schuppenringe als Anzeiger des Alters zu haben, haben wir bei allen Aalen, deren Alter mittelst der Otolithen bestimmt wurde, zugleich eine Bestimmung mit Hilfe der Schuppen gemacht, wenn solche an dem betreffenden Fisch bereits ausgebildet waren. Dabei zeigt sich, daß die Anlage und Entwicklung der Schuppen im wesentlichen parallel mit dem Wachstum der Otolithen erfolgt, so daß es in der Tat möglich sein muß, mit Gemzöe das Alter auch aus der Struktur der Schuppe abzulesen, wenn man weiß, in welchem Lebensjahre die Anlage der Schuppe in der Regel erfolgt (vgl. Tabelle II). Es ist aber sehr wesentlich, festzustellen, daß die Bestimmung dieses Lebensjahres und damit die Basis, auf der Gemzöe die Schuppe und ihre Ringe als Indikator für das Alter des Aals verwendet hat, eine falsche ist, und durch eine zuverlässigere ersetzt werden muß, die wir nun auf Grund unserer Otolithenuntersuchungen zu geben in der Lage sind. Gemzöe glaubte, wie schon oben bemerkt, auf Grund von Längenmessungen feststellen zu können, daß der Generation, welche die erste Anlage der Schuppen zur Ausbildung bringt, noch zwei schuppenlose Jahrgänge voraufgehen; das heißt, daß die Schuppenbildung im dritten Jahre des Lebens im Süßwasser erfolgt, und daß zu der von den

Schuppen angezeigten Altersgruppe immer zwei hinzugezählt werden müssen, um das wahre Alter für das Süßwasserleben des betreffenden Aals zu finden.

Dagegen geht aus unseren Untersuchungen mit großer Klarheit hervor — vgl. besonders Tabelle II —, daß das Gros der Aale bereits das dritte Jahr im Süßwasser abgeschlossen hat und in seinem vierten Sommer steht, wenn die Ausbildung der Schuppen einsetzt.

Alle Elbaale der Gruppe II, nicht bloß die von 12 bis 15 cm Länge, bei denen wegen der geringen Größe noch keine Schuppen zu erwarten sind, sondern auch diejenigen von 15 bis 17 cm Länge, die ihrer Größe nach sehr wohl schon Schuppen besitzen könnten, sind tatsächlich noch ohne Schuppen, während die gleichgroßen (15 bis 17 cm) Aale der III-Gruppe schon fast ausnahmslos Schuppen besitzen. Der Termin der Schuppenausbildung richtet sich also beim freilebenden Aal ziemlich genau nach dem Eintritt eines bestimmten Alters, und die mit Benutzung der Otolithen gefundene Zahl von Jahren ist ziemlich regelmäßig nicht um zwei, sondern um drei größer als die von den Schuppen angezeigte, wenn wir ebenso wie Gemzöe die Gruppe mit angelegtem oder ausgebildetem Kern der Schuppe mit 1 bezeichnen, die Gruppe mit Kern und einem Ring mit 2, die Gruppe mit Kern und zwei Ringen mit 3 usw.

Demnach sind die Resultate aller mit Hilfe der Schuppe ausgeführten Altersbestimmungen von Gemzöe um ein Jahr zu niedrig gegriffen. Man muß die in diesen Bestimmungen gewonnene Zahl von Jahren um drei (statt um zwei) vermehren, um die wahre Länge der im Süßwasser verbrachten Lebenszeit zu finden.

Ein besonders bemerkenswertes Ergebnis hat der Vergleich der Altersbestimmung durch die Otolithen und Schuppen bei den mehrerwähnten Aquariumsaalen gehabt, die in Form von englischer Aalbrut eingesetzt worden waren, und deren Alter genau bekannt war, besonders bei den zur III. Gruppe gehörigen 23 Aalen, die im Frühjahr 1908 eingesetzt und im Frühjahr 1912 untersucht wurden (vgl. Tabelle I). Hier zeigt sich, daß die Lebensbedingungen in der Gefangenschaft bei der Ausbildung der Schuppen eine auffällige Abweichung von den Verhältnissen in der freien Natur zur Folge haben, so daß der Wert der Schuppen für die Altersbestimmung in solchen Fällen sehr zweifelhaft wird, während ein gleiches bei den Otolithen nicht der Fall ist.

Wenn die Schuppen für die Altersbestimmung immer vollkommen die gleiche Bedeutung hätten wie die Otolithen, so hätte man bei allen vorgenannten 23 Exemplaren, deren Otolithen alle das gleiche Alter anzeigten, auch die Schuppen im gleichen Stadium der Ausbildung antreffen müssen. Dies war aber durchaus nicht der Fall. Bei den 14 kleinsten Exemplaren von 9 bis 18 cm Länge fehlten die Schuppen überhaupt, bei den folgenden acht Exemplaren von 18 bis 24 cm Länge war der Kern der Schuppe ausgebildet, wie man es vielleicht bei allen hätte erwarten sollen. Bei dem größten Exemplar aber, von 28 cm Länge, war sogar schon ein vollständiger Ring um den Kern herum ausgebildet, so daß dieses Exemplar, der Schuppe nach zu urteilen, um ein Jahr älter erschien als die vorgenannten acht Fische von 18 bis 24 und um zwei Jahre älter als die ersterwähnten 14 Exemplare von 9 bis 18 cm Länge. Hier ist also der Aufbau der Schuppe als Maßstab für die Altersbestimmung direkt irreführend,

und zwar aus dem hier ganz klar hervortretenden Grunde, daß in der Gefangenschaft die Ausbildung der Schuppe nicht an ein bestimmtes Alter, sondern an eine bestimmte Größe gebunden ist, im vorliegenden Falle an die Länge von 18 cm.

Eine gewisse Bestätigung dieses Resultats ergab die Untersuchung der 33 um ein Jahr jüngeren Aale, welche im Jahre 1909 als Glasaale ins Aquarium gesetzt worden waren. Von diesen besaßen nur die drei größten von 20 und 18 cm Länge bereits Schuppen, und zwar war der Kern der Schuppe bei ihnen ausgebildet, die übrigen 30 waren noch ganz ohne Schuppen. Auch hier wieder zeigt sich die Ausbildung der Schuppe an eine gewisse Größe gebunden, nicht aber an ein bestimmtes Alter.

Derartige große Inkongruenzen zwischen den Resultaten der beiden Methoden der Altersbestimmung zeigen sich an dem freilebenden Material im allgemeinen nicht. Daß es aber an kleineren Abweichungen nicht fehlt, ergibt sich aus dem Studium unserer Tabellen, in denen die Altersbestimmungen mittelst der Otolithen und mittelst der Schuppen an einer größeren Zahl von Aalen der verschiedensten Größen zusammengestellt sind.

Wir verweisen zunächst auf die Tabelle II.

Die jungen Aale, welche sich auf Grund ihrer Otolithen als Angehörige der 0-, I- und II-Gruppe ausweisen, bleiben hier außer Betracht, da bei keinem von ihnen eine Spur von Schuppen nachweisbar war.

Es zeigt sich, daß alle Aale unter 15 cm ohne Schuppen sind. Von den 15 cm langen Aalen, 22 an der Zahl, besaß nur einer die Anlagen von Schuppen, und zwar derselbe, der abweichend von allen anderen schon zur III-Gruppe gehörte; sein genaues Längenmaß betrug 15,9 cm; sein Otolith und seine Schuppen sind in Fig. 6 und 6a abgebildet. Von den 16 cm langen Aalen — 21 im ganzen — besaßen 12 schon Schuppenanlagen, d. h. einer weniger als nach den Otolithen zu rechnen zur III-Gruppe gehörte, und von den 17 cm langen Aalen — 27 an der Zahl — hatten erst 23 Stück Schuppenanlagen, während 24 Angehörige der III-Gruppe mittelst der Otolithen festgestellt werden konnten.

Man sieht, die Abweichungen der Resultate, welche mittelst der beiden Methoden der Altersbestimmungen gewonnen wurden, sind meist gering. Sie sind jedoch vorhanden, da die Untersuchung der Otolithen sehr sorgfältig durchgeführt und in vielen Fällen mehrmals wiederholt wurde, so daß nur selten vereinzelte zweifelhafte Fälle übrigblieben, die in der Tabelle besonders aufgeführt sind, z. B. bei 29, 33 und 37 cm.

Auch bei den älteren Jahrgängen werden die Abweichungen nicht wesentlich größer; und auch wenn man Aale anderer Herkunft, z. B. die in den Tabellen III und IV zusammengestellten Alsteraale und Aale aus dem Dassower Binnensee (westliches Mecklenburg), in Betracht zieht, so sind die Abweichungen wohl in einzelnen Fällen etwas größer, bleiben aber doch immer in gewissen Grenzen.

Um genauer übersehen zu können, wieweit die Altersbestimmung mit Hilfe der Schuppen in ihren Resultaten übereinstimmt mit den durch Untersuchung der Otolithen gefundenen, sei auf folgende Ziffern hingewiesen, die den Tabellen II bis IV entnommen sind.

Unter 662 meist männlichen Elbaalen¹⁾ fanden sich:

186 ohne Schuppen und dagegen	184 Angehörige der Otolithengruppen	0 bis II
142 der Schuppengruppe 1 "	141 " " "	III
120 " " 2 "	114 " " "	IV
181 " " 3 "	190 " " "	V
29 " " 4 "	28 " " "	VI
4 " " 5 "	2 " " "	VII

(+ 3 zweifelhafte).

Sa. 662

Sa. 662

In ähnlicher Weise fanden sich unter 276 Alsteraalen:

10 Stück ohne Schuppen gegen	13 Stück der Otolithengruppen	I u. II
21 " der Schuppengruppe 1 gegen	19 " " "	III
34 " " " 2 "	35 " " "	IV
95 " " " 3 "	95 " " "	V
93 " " " 4 "	81 " " "	VI
22 " " " 5 "	15(?) " " "	VII
1 " " " 6 "	18 " "	teils nicht sicher bestimmbar, teils ältere Gruppen.

Sa. 276

Sa. 276

Unter 155 Aalen vom Dassower Binnensee fanden sich:

2 Stück der Schuppengruppe 1 gegen	0 Stück der Otolithengruppe	III
73 " " " 2 "	74 " " "	IV
78 " " " 3 "	77 " " "	V
2 " " " 4 "	2 " " "	VI

(+ 2 zweifelhafte).

Sa. 155

Sa. 155

Diese Übersichten zeigen, daß die Abweichungen in den Resultaten der beiden Bestimmungsmethoden im allgemeinen über 6 bis 8% nicht hinausgehen; nur bei den Alsteraalen sind sie größer. Hier stehen 93 Aalen der Schuppengruppe 4 nur 81 der Otolithengruppe VI gegenüber und 22 Aalen der Schuppengruppe 5 nur 15 Stück der Otolithengruppe VII, die Abweichung beträgt also etwa 14 bis 32%. Wenn dies die Regel wäre, so könnte entschieden von einer befriedigenden Übereinstimmung nicht die Rede sein.

Das Mißverhältnis erklärt sich jedoch befriedigend dadurch, daß die Alsteraale gegenüber den Elbaalen eine wesentlich bessere Ernährung zeigen, die zur Folge hat, daß die Otolithen schon frühzeitig sehr dick werden und schon in der VI-Gruppe nicht mehr mit Sicherheit, in der VII-Gruppe aber selten den Aufbau aus Wachstumsringen erkennen lassen, so daß in der Tat schon die Bestimmungen in der VI-Gruppe an einer in der Unterelbe nicht beobachteten Unsicherheit leiden. Es sind ja auch in das obige Verzeichnis nur diejenigen Individuen aufgenommen worden, deren Alter mit befriedigender Sicherheit aus den Otolithen erkannt werden konnte; die anderen finden sich unter den 18 Aalen am

1) Bei den Größen unter 23 cm ist das Geschlecht nicht festgestellt.

Ende der Tabelle, denen nur ein Exemplar der Schuppengruppe 6 gegenübersteht. Diese 18 Alsteraale, die eine Altersbestimmung nach den Otolithen überhaupt nicht mehr zuließen, müssen sich auf die VII- und VI-Gruppe verteilen.

Derartige Fälle sind wahrscheinlich nicht vereinzelt, und die Untersuchung der Abwachsverhältnisse in manchen Binnengewässern und Seen mit guten Ernährungsbedingungen wird vielleicht ähnliche Resultate ergeben. Man wird dann gut tun, für die Altersgruppen von VI — und zwar einschließlich VI — die Schuppen als Führer für die Altersbestimmung den Otolithen vorzuziehen; denn die Verwendbarkeit der Schuppen zum Zwecke der Altersbestimmung, und die Zuverlässigkeit der sich so ergebenden Resultate in gewissen Grenzen, für Aale die unter natürlichen Verhältnissen herangewachsen sind, kann nach den Ergebnissen unserer Kontrolluntersuchungen keinesfalls in Abrede gestellt werden.

Nach dem Gesagten könnte es scheinen, als ob der Benutzung der Otolithen zur Altersbestimmung an Stelle der Schuppe oder zur Ergänzung der letzteren, doch nicht eine so große Bedeutung beizumessen sei, wie es hier von uns geschieht. Deshalb muß betont werden, daß die Altersbestimmung nach den Schuppen in der Praxis durchaus nicht so glatt vonstatten geht, als es nach der Theorie den Anschein hat. Zwar trifft man bei genügend lange fortgesetzter Nachforschung bei den meisten Aalen immer einzelne Schuppen, welche eine Maximalzahl von Anwachsringen mit befriedigender Klarheit erkennen lassen. Aber ehe dies gelingt, haftet der Blick leicht auf Schuppen, deren Ringe nicht so klar getrennt sind. Namentlich der Kern der Schuppe ist oft so schmal, daß er nur aus zwei Reihen von Plättchen besteht; und in anderen Fällen ist der erste Ring, der den Kern umgibt, an den Längsseiten äußerst schmal ausgezogen. Die Grenzen zwischen der ersten und zweiten sowie zwischen der zweiten und dritten Wachstumszone sind in solchen Fällen nicht leicht zu erkennen. Natürlich bleiben diese Verhältnisse auch bei älteren Schuppen bestehen, und die Gefahr, das Alter nach den Schuppen falsch zu beurteilen, ist daher bei allen Gruppen gleich groß. Wir haben Grund zu glauben, daß auch Gemzöe bei seinen Untersuchungen dieser Gefahr nicht entgangen ist, wie weiter unten näher begründet wird (s. S. 114). Jedenfalls verlangt diese Untersuchung die äußerste Vorsicht, da man nur nach sorgfältigster Prüfung und an der Hand der nötigen Übung darauf rechnen kann, bei den Bestimmungen das Richtige zu treffen. Da die Otolithen aber in vielen Fällen die Möglichkeit einer Kontrolle bieten, die eine ebenso große wenn nicht größere Zuverlässigkeit beanspruchen darf, so kann ihr Wert für die Altersbestimmung kaum überschätzt werden.

Diese Auffassung findet ihre Bestätigung durch die Ergebnisse einer kleinen Veröffentlichung von G. Schneider¹⁾, der nach der Gemzöeschen Methode einige Altersbestimmungen ausgeführt, und in vereinzelt Fällen die Altersringe der Wirbel zu Hilfe zu nehmen versucht hat, der aber infolge unkritischen Verfahrens und wegen der Unzulänglichkeit seines Untersuchungsmaterials zu keinem nennenswerten Resultate gelangt ist und darin weit hinter Gemzöe zurückbleibt.

¹⁾ Über das Wachstum der Aale in den Gewässern Schwedens, in: Publications de Circonstance Nr. 46, Copenhague (1909), p. 1—18.

Das Wachstum der Aale.

Die große Zahl von Altersbestimmungen, die wir durch Untersuchung der Otolithen und der Schuppen ausgeführt haben, setzt uns in den Stand, das Wachstum des Aals sowie die extremen Größen, die er in den einzelnen Jahren seines Lebens erreicht, ziemlich genau zu verfolgen. Weitaus die größte Menge unseres Materials stammt von der Untereibe und wir nehmen die dort herrschenden Verhältnisse daher zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen, um mit dieser Norm die in anderen Gewässern beobachteten Verhältnisse zu vergleichen.

Um einen Überblick über die Größenzunahme von Jahrgang zu Jahrgang zu erhalten, war es nötig, außer den extremen Größen die in jedem einzelnen Jahrgang beobachtet wurden, auch die mittlere Größe desselben zu bestimmen. Dies hat insofern seine Schwierigkeit, als man nicht darauf rechnen kann, daß die Frequenzfiguren repräsentativ sind, d. h. daß die Individuen von jeder Größenstufe (jedem Intervall) in demjenigen Zahlenverhältnis zur Untersuchung gelangen, in dem sie in dem betreffenden Jahrgang naturgemäß vertreten sind. Es gibt jedoch gewisse Merkmale, an denen man erkennen kann, ob das aus einer Reihe von Größenstufen desselben Jahrgangs berechnete Mittel ein mehr oder weniger zuverlässiges ist¹⁾. Zunächst muß diese Reihe eine „gute“, d. h. so zusammengesetzt sein, daß von einer mittleren häufigsten Länge aus die Zahlen der einzelnen Größen nach oben und unten einigermaßen gleichmäßig abnehmen, wie das z. B. bei den Reihen unserer Tabelle II vielfach der Fall ist; ferner hängt die Sicherheit des Mittelwertes nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung von der Zahl der untersuchten Individuen ab und von der Größe des Variationsumfanges der einzelnen Reihen. Letzterer umfaßt in unserer Tabelle II bei den jugendlichen Aalen 6 Größenstufen und weniger, bei den älteren Stadien meist 10 bis 11 Stufen. Soll das berechnete Mittel eine einigermaßen befriedigende Sicherheit für die halben Zentimeter haben, so sind, wie sich berechnen läßt, bei 6 Größenstufen etwa 25, bei 11 Stufen aber 80 Individuen erforderlich. Unser Material ist in vielen Fällen nicht so zahlreich, wie hiernach erwünscht wäre, in anderen Fällen aber auch wieder wesentlich zahlreicher (bis fast 200), und man kann hiernach die Zuverlässigkeit des berechneten Mittels im einzelnen Falle beurteilen. Deshalb ist in der Tabelle VII, welche eine Übersicht über alle von uns dem Alter nach untersuchten Aale enthält, bei den Mittelzahlen für die Größe der einzelnen Jahrgänge in Klammern immer die Zahl der Individuen angegeben, welche zur Berechnung des Mittels benutzt werden konnten.

Wir behandeln nachfolgend die Resultate unserer Untersuchungen nach den einzelnen Jahrgängen gesondert.

Die Glasaale und die O-Gruppe.

Diejenigen Entwicklungsformen des Aals, welche als Glas- oder Steigaale in das Süßwassergebiet einzuwandern im Begriffe stehen, sind namentlich in den englischen, aber auch in den deutschen und anderen Gewässern beobachtet worden. Über ihre Größenverhältnisse haben wir sehr genaue Kenntnis, da eine große

¹⁾ Vgl. die Ausführungen von Heincke im IV. und V. Jahresbericht über die Beteiligung Deutschlands an der Internationalen Meeresforschung 1908, Anhang S. 21 f.

Zahl derartiger Aale bei verschiedenen Gelegenheiten¹⁾, namentlich von Joh. Schmidt, H. Lübbert, W. Hein u. a. gemessen worden ist. Die extremen Maße, welche beobachtet wurden, sind 53 mm einerseits und 82 mm andererseits; die mittlere Größe der beobachteten Länge schwankt zwischen 69,96 und 75,92 mm und Lübbert hat bemerkt, daß die Durchschnittsgröße der englischen Glasaale, so wie sie in dem Severn aufsteigen, in verschiedenen Jahren eine verschiedene ist.

Zum Teil wird dieser Umstand erklärt durch die von Joh. Schmidt²⁾ an einem umfangreichen irischen Material demonstrierte Verkürzung des Aals in den letzten Stadien seiner Metamorphose und besonders beim Übergang des Glasaals in die pigmentierte Form; diese Reduktion betrug von Ende Januar bis Ende Mai im Mittel fast 5 mm — von 71,1 bis 66,3 mm; sie ist etwa ebenso bedeutend während der Umwandlung der größten Leptocephaluslarve zum Glasaal, so daß im ganzen die Längenverminderung vom letzten Leptocephalusstadium bis zum Pigmentaale annähernd 1 cm beträgt.

Wir haben von Vertretern der Glasaalgruppe im ganzen bei 87 Stück die Otolithen untersucht, davon waren 39 Stück kürzlich importierte englische Glasaale, die am 25. April 1912 im frischen Zustande untersucht wurden; die übrigen waren in der Elbe gefangene Glasaale, einer vom 19. April, 18 Stück vom 4. Juni und 29 Stück von Mitte Juni 1912. Die Größen waren folgende:

	63	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	Summe	Mittel
Engl. Glasaale .	—	2	1	4	1	6	7	2	3	5	5	—	3	—	—	39	
Elbaale	2	—	2	2	10	—	7	4	8	5	2	1	2	2	1	48	70,7 mm

Die Otolithen aller dieser Aale zeigten das von uns in den Figuren 1 und 2 wiedergegebene charakteristische Bild dieser Altersgruppe. Bei den Elbaalen vom 4. Juni war am Rande der Otolithen bereits deutlich das beginnende Wachstum des Sommerrings erkennbar, und zwar in Form eines schmalen durchscheinenden (dunklen) Streifens, der beim Fortschreiten des Wachstums — und namentlich, wenn später der Winterring sich über- und anlagert — als undurchsichtiger (weißer) Ring erscheint (vgl. S. 97f.).

Mit dem Auftreten dieses Ringes vollzieht sich der Übergang vom Glasaal zum Aal der O-Gruppe. Der Zeitpunkt, zu dem diese Benennung Platz zu greifen hat, ist der Eintritt des Glasaals in das Süßwasser, denn der O-Gruppe gehören alle diejenigen Aale an, welche in der ersten Wachstumsperiode im Süßwasser stehen oder dieselbe eben durchgemacht haben, im letzteren Falle also einen ganzen Sommer und einen Winter dort verlebt haben. Für uns kommt bei der Beschreibung dieser Gruppe wie aller folgenden nur das vollendete Wachstum dieser Periode in Betracht — da unsere Untersuchungen, wie schon hervor-

¹⁾ Erschöpfende Angaben über diese Messungen und über die einschlägige Literatur findet man in H. Lübbert, „Weitere Messungen von nordischen Glasaalen“, in: Allgemeine Fischereizeitung, München 1911, S. 214—217 oder in: Fischerbote 1911, S. 140—143.

²⁾ Vgl. Meddelelser fra Kommissionen for Havundersögelse. Serie Fiskeri Bd. III, 3, p. 4 ff. 1909.

gehoben, in den ersten sechs Monaten des Jahres ausgeführt wurden —, nachdem die Wachstumspause eingetreten war. Zu diesem Zeitpunkt haben die Otolithen der O-Gruppe das Aussehen der Figuren 3 und 13.

Die Zahl derartiger Aale, die in unsere Hände fiel, ist leider eine ziemlich geringe, da dieselben nicht leicht zu fangen sind. Die gewöhnlichen Fanggeräte sind alle so weit, daß diese kleinen Fischchen durch die Maschen schlüpfen, und mit planktonisch fischenden Geräten, die die Glasaale fangen, erhält man sie gewöhnlich nicht. Man ist darauf angewiesen, mit der Dredge Schlickmassen heraufzuholen und die Aale aus diesen herauszuwaschen.

Wir erhielten im ganzen nur 20 Stück und zwar an folgenden Daten und in den aufgeführten Größen¹⁾.

1912. 21. März: 92, 94, 99 mm; 25. April: 75 mm; 27. April: 97 mm; 31. Mai: 88 mm; 4. Juni: 79 mm; 13. Juni: 76, 77, 78, 82, 83, 86, 91, 95, 97, 99, 101, 104, 104 mm.

Das Mittel aus diesen Maßen beträgt 89,85 mm, somit ist die Größendifferenz gegen den Anfang der ersten Wachstumsperiode nur 19 mm — eine auffallend geringe Längenzunahme für das erste im Süßwasser verbrachte Lebensjahr, die aber erklärlich ist, weil in ihr auch die im Anfang dieses Lebensjahres erfolgende Reduktion der Körperlänge um etwa 5 mm mit-enthalten ist, so daß die mittlere Längenzunahme im ganzen doch fast 24 mm betragen dürfte.

Trotz der geringen Zahl der Beobachtungen kommt dieses Ergebnis sicherlich der Wahrheit sehr nahe. Dafür sprechen die Größenverhältnisse der nächstfolgenden Altersklasse, aus der eine etwas größere Anzahl von Exemplaren zur Untersuchung gelangte.

Eine gewisse wenn auch unzulängliche Bestätigung geben uns ferner die Größenverhältnisse derjenigen Aale, welche im Aquarium aus Glasaalen zu Aalen der O-Gruppe herangezogen waren (vgl. Tab. I). Dieselben hatten folgende Abmessungen: 74, 74, 75, 77, 78, 79, 79, 79, 85, 85, 88, 92, 103; ihre mittlere Körperlänge betrug also 82,2 mm.

Sehr bemerkenswert ist, daß auch Gemzöe zu ähnlichen Resultaten kommt, obwohl er diese Altersgruppe ebenso wie die anderen schuppenlosen Jahrgänge nur durch Längenmessungen unterschieden hat, so daß die mehr oder weniger gelungene Absonderung dieser Jahresgruppe einem Zufall zu verdanken ist. Er sagt (l. c. p. 28), daß die jungen Aale am Ende ihres ersten Sommers im Süßwasser (10. und 23. September) 7 bis 9,5 und im Mittel 8 cm lang sind, eine Größe, auf der sie natürlich bis zum nächstfolgenden Frühjahr²⁾ stehen bleiben, so daß das Wachstum während des ersten Jahres im Süßwasser nach Gemzöe nicht mehr als 1 cm beträgt. Nach dem oben Gesagten ist er offenbar mit dieser Feststellung nicht sehr weit von der Wahrheit entfernt.

¹⁾ Einige dieser Aale gehören dem Datum nach eigentlich schon zur folgenden Gruppe, indessen da das neue Wachstum noch kaum begonnen hat, so sind sie hier richtiger am Platze.

²⁾ Nach Gemzöe sogar bis zum nächstfolgenden Juli, da nach seinen Beobachtungen erst dann das neue Wachstum beginnt.

Die I-Gruppe.

Die Angehörigen dieser Gruppe befinden sich das zweite Jahr im Süßwasser und haben zur Zeit unserer Untersuchung bereits zwei volle Jahre daselbst zugebracht. Ihre Otolithen haben zu Ende dieser Periode das Aussehen, welches in den Figuren 4 und 14 wiedergegeben ist.

Von solchen Aalen wurden, nach Größe und Datum des Fanges geordnet, die folgenden 32 Individuen untersucht¹⁾.

1912. 31. Januar: 100 mm; 21. März: 110, 125 mm; 30. März: 110 mm; 19. April: 113 mm 25. April: 100, 118 mm; 31. Mai: 122, 126, 130, 132 mm; 4. Juni: 94, 99 mm; 13. Juni: 98, 105, 105, 108, 112, 113, 115, 118, 121, 124, 124, 124, 127, 127, 130, 132, 137, 139, 142 mm.

Das Mittel aus diesen Größen ist 118,4 mm, und die Zunahme gegen die mittlere Größe im Vorjahre beträgt demnach 28 mm, was noch immer auffallend wenig ist. Die Größen dieser Gruppe liegen zwischen 94 und 142 mm.

Mit der Abtrennung dieser Gruppe hat Gemzöe weniger Glück gehabt als mit der vorigen; er hat sie vollständig mit der nächstfolgenden zusammengeworfen, was bei dem starken Übereinandergreifen der Größen dieser beiden Gruppen nicht zu verwundern ist, wenn lediglich Längenmessungen zur Charakterisierung herangezogen werden.

Die Zahl der untersuchten Aale, welche zwei Jahre lang im Aquarium gehalten wurden, in das sie als Glasaale eingesetzt worden waren, ist leider sehr gering und beträgt nur 6 (vgl. Tab. I). Da sie aber als hierhergehörig anzusehen sind, so seien ihre Maße zur Kontrolle aufgeführt; dieselben waren 94, 95, 96, 96, 99, 100 mm und das Mittel betrug 96,7 mm.

Eine größere Zahl derartiger Aale, die nach zweijährigem Verweilen in kleinen Zementteichen (in Mühlthal bei Starnberg) von W. Hein²⁾ gemessen wurden, zeigen — trotz der etwas größeren Bewegungsfreiheit — ein nur wenig stärkeres Wachstum, namentlich aber eine auffallend große Variationsbreite der Körperlänge, die, wie schon erwähnt, in Abweichung von den Verhältnissen im freien Wasser, eine Eigentümlichkeit des Lebens in der Gefangenschaft zu sein scheint, aber vielleicht auch nur als Folge der ständig erfolgenden Fütterung anzusehen ist. Die Größen, welche an diesen Aalen nach zweijährigem Verbleiben derselben im Teich beobachtet wurden, liegen zwischen 72 und 215 mm Länge, indessen war die Zahl der extrem großen Fische doch nur eine sehr geringe: sechs Siebentel aller Gemessenen liegen zwischen 7 und 11 cm und nur das übrige Siebentel nach oben darüber hinaus. (Vgl. die Zusammenfassung dieser Messungen nach Zentimetern in Tabelle I.) Die mittlere Länge aller 97 gemessenen Exemplare beträgt daher nur 100,15 mm bei Berechnung aus den nach halben Millimetern ausgeführten Messungen, oder 10,07 cm bei Zusammenziehung dieser Messungen nach Zentimeterintervallen (Tab. I)³⁾. Somit ergibt sich ein mittleres Wachstum

¹⁾ Vgl. Anmerkung auf S. 108.

²⁾ Allgemeine Fischereizeitung (München), 1911, S. 304—308.

³⁾ Diese Zahlen zeigen deutlich, wie überflüssig die Messungen nach Millimetern oder gar nach halben Millimetern sind, indem sie eine faktisch nicht erreichbare Genauigkeit vortäuschen.

für diese Aale, welches nur wenige Millimeter größer ist als das bei unseren Aquariumsaalen gefundene, und welches ebenso wie dieses recht erheblich hinter dem Wachstum zurückbleibt, das wir an den in der Freiheit lebenden Tieren feststellen konnten (118 mm). Es mag sein, daß, wie Hein hervorhebt, die sehr niedrige Temperatur seiner Becken mit daran schuld ist; zum größeren Teil aber sind es jedenfalls die abnormen Verhältnisse der Gefangenschaft im engen Raum, die trotz der Fütterung in diesem geringen Wachstum zum Ausdruck kommen.

Das Ergebnis unserer Untersuchungen, daß der Elbaal in der Freiheit während der ersten zwei Jahre seines Lebens im Süßwasser durchschnittlich nicht mehr als 4,8, also rund 5 cm in die Länge wächst und dabei ein mittleres Gewicht von vielleicht 1,5 g erreicht, wird gewiß starken Zweifeln bei manchen Praktikern begegnen, weil die wenigen Mitteilungen, die bisher über das Wachstum des Aals in dieser Zeit gemacht worden sind, zu wesentlich anderen Ergebnissen kommen. Indessen entbehren auch diese wenigen Mitteilungen vollkommen der nötigen zuverlässigen Grundlage. Dies kommt auch in den zusammenfassenden Bemerkungen über das Wachstum der Montée, die Walter¹⁾ in seinem bekannten Buche über den Aal macht, zum Ausdruck. Er sagt: „Sie (die Montée) kann im ersten Jahre von etwa $\frac{1}{4}$ g Stückgewicht und etwa 6,5 cm Länge bis auf 25 cm Länge und 20 g, im zweiten Jahre bis auf 52 cm und $\frac{1}{2}$ Pfund heranwachsen, womit aber nur die äußersten Grenzen ihrer Wachstumsfähigkeit bezeichnet sind. Genaue Wachstumsaufzeichnungen liegen für den Aal nur wenige vor, und diese lauten nicht besonders günstig. Das durchschnittliche Wachstum wird ganz erheblich unter den eben genannten Ziffern zurückbleiben. Sind uns doch Fälle bekannt, wo im dritten Jahre das Gewicht von 20 g noch nicht überschritten war.“

In neuester Zeit hat Herr E. Mahnkopf-Spandau dem Deutschen Fischereiverein Mitteilung gemacht²⁾ von dem Wachstum englischer Aale, die er im Mai 1909 in einen Teich (die Kuhlake) bei Spandau eingesetzt hatte, der nach seiner Überzeugung bis dahin absolut frei von Aalen war. Einige dieser Aale sollten nach sechs Monaten zu einer Größe von 15 cm und 5 g Gewicht herangewachsen sein, und auf der Tagung des Deutschen Fischereivereins zu Königsberg im Juni 1911 zeigte Herr Mahnkopf 5 Stück solcher Aale, welche nunmehr, d. h. nach Ablauf von zwei Jahren, bereits Größen von 22 bis 31 cm besaßen. Diese Aale waren konserviert und wurden Herrn Lübbert als Geschenk übergeben, so daß wir in der Lage waren, sie zu untersuchen. Diese Untersuchung war zwar wegen des bei der Konservierung benutzten Formalins mit Schwierigkeiten verbunden, sie ergab aber mit voller Bestimmtheit das niederschmetternde Resultat, daß diese 5 Aale von 22, 24, 25, 27 und 31 cm Länge — alles Männchen — zum Teil das vierte (die beiden kleineren) und zum Teil das fünfte (die drei größeren) Jahr ihres Lebens im Süßwasser bereits abgeschlossen hatten; die Schuppen gehörten zu den Schuppengruppen 1 und 2, die Otolithen zu den Otolithengruppen III und IV.

¹⁾ E. Walter, Der Flußaal, 1910, S. 70.

²⁾ Vgl. W. Hein, in: Allgemeine Fischereizeitung 1911, S. 307, und K. Friederichs in: Fischereizeitung, Neudamm 1911, S. 638.

Diese Aale hatten also mit der 1909 eingesetzten Montée nichts zu tun; wie sie hineingekommen waren in den Teich, ist keineswegs völlig aufgeklärt, denn Herr Mahnkopf gibt ausdrücklich an, daß der Teich erst vor der Besetzung im Frühjahr 1909 einen Meter tief ausgehoben wurde und dann vier Wochen lang trocken gelegen habe; aber gleichviel, die vorerwähnten Aale waren jedenfalls aus dem Teich herausgefangen worden; und ähnlich wird es in vielen Fällen gehen, wo man glaubt, eine sichere Kontrolle über das Alter der Aale in einem Teich oder See zu haben. Der Irrtum des Herrn Mahnkopf ist vollkommen entschuldbar; er ist nicht schwerer als derjenige anderer Gewährsmänner, die Angaben über das Wachstum der Aale gemacht haben, ohne dieselben durch vollkommen zuverlässige Methoden der Altersbestimmung, wie wir sie jetzt besitzen, kontrollieren zu können, obwohl diese allein erlauben, die Abwachsverhältnisse des Aals in richtiger Weise zu beurteilen. Haben doch sogar so klangvolle Namen wie B. Benecke (Fische, Fischerei und Fischzucht in Ost- und Westpreußen 1881) und M. von dem Borne (Die Fischzucht, Berlin 1885, S. 145) sich für ähnliche phantasievolle Angaben über die Schnelligkeit des Wachstums der Aale verbürgt; selbst die etwas maßvolleren Berechnungen von Lübbert¹⁾ und Friederichs²⁾ über das Wachstum der Glasaale können den Resultaten unserer Untersuchungen gegenüber nicht aufrechterhalten werden, wenn auch zugegeben werden muß, daß in geschlossenen Gewässern und bei Fütterung die Verhältnisse natürlich günstiger liegen werden, als in Flußläufen.

Der Kuriosität halber sei hier noch eine besondere sanguinische Ansicht über den Abwachs von Aalbrut mitgeteilt, die sich wörtlich in den Zirkularen des Deutschen Fischereivereins 1880, S. 202, findet. Dieselbe lautet:

„Voriges Jahr bekam ich aus Hünigen 5000 Stück Aalbrut und setzte einen Teil davon in Lehmlöcher. Ich ließ vorgestern ein kleines davon ausschnecken und bekam zu meiner Freude vier Aale von 33—52 cm Länge, die speckfett waren — das ist doch ein unerhörtes Wachstum.“

Sowczitz bei Rosenberg, 11. August 1880.

Graf Syeßler.“

Die II-Gruppe.

Hierher gehören diejenigen Aale, welche das dritte Jahr im Süßwasser zu bringen, und unsere Untersuchung bezog sich vorzugsweise auf solche, die dieses dritte Jahr schon nahezu oder völlig zum Abschluß gebracht hatten. Die Otolithen haben im letzteren Falle das Aussehen, welches in den Figuren 5 und 15 wiedergegeben ist.

Nach dem Datum des Fanges und nach der Größe geordnet waren es folgende 84 Aale, die zur Untersuchung gelangten³⁾

1912: 30. Januar: 17,4, 17,5; 21. März: 14,0; 30. März: 13,2, 15,2, 15,8;
16. April: 15,5, 16,0, 16,2, 17,0.

¹⁾ Vgl. Zeitschrift für Fischerei, 1911, Bd. 15, S. 200.

²⁾ Vgl. Fischereizeitung, Neudamm, 1911, S. 639. Siehe auch A. Seligo, in: „Der Fischerbote“ 1912, S. 52.

³⁾ Vgl. Anmerkung auf S. 108.

19. April: 12,0, 12,7, 12,8, 13,2, 13,6, 13,9, 14,2, 14,8, 14,8, 15,0, 15,0, 15,1, 15,2, 15,3, 15,5, 15,5, 15,7, 15,8, 15,8, 15,8, 15,8, 16,0, 16,0, 16,2, 16,2, 16,8.

24. April: 13,5; 25. April: 15,0 15,2, 15,7; 27. April: 12,5, 14,2, 14,7.

31. Mai: 13,2, 13,5, 13,7, 14,0, 14,1, 14,4, 14,5, 14,6, 15,0.

4. Juni: 13,0; 3. Juni: 13,9, 14,2, 14,5, 14,6.

18. Juni: 12,1, 12,1, 12,5, 12,8, 12,9, 12,9, 13,0, 13,0, 13,0, 13,1, 13,2, 13,5, 13,5, 13,7, 13,9, 13,9, 13,9, 13,9, 14,0, 14,3, 14,5, 14,8, 14,8, 14,9, 15,1, 15,6, 16,9.

Das Mittel aus diesen Längen ist 14,48 cm (oder wenn die Messungen nach Zentimeter abgerundet werden) $14,05 + 0,5 = 14,55$ cm. Die Zahlen, welche die II-Gruppe zusammensetzen

12	13	14	15	16	17	cm				
10	+	22	+	20	+	21	+	8	+	3

machen den Eindruck einer sehr guten Reihe. Die extremen Größen, welche zur Beobachtung gelangten, waren 12,0 und 17,5 cm.

Das Wachstum gegen die vorhergehende Gruppe beträgt also im Mittel 27 mm, und die Gesamtgrößenzunahme seit der Einwanderung ins Süßwassergebiet vor drei Jahren beläuft sich auf nur etwa 7,5 cm.

Bei einigen wenigen Aalen — 9 Stück — aus der Alster, welche wir untersuchten, und welche dieser Größengruppe angehörten, fanden wir ganz ähnliche Längenmaße, nämlich 13 bis 16 und im Mittel 15 cm.

Die Richtigkeit unserer Charakterisierung der II-Gruppe wird bestätigt durch das Verhalten der englischen Glasaale, welche im Frühjahr 1909 ins Aquarium gesetzt wurden, um nach Verlauf von drei Jahren herausgenommen und untersucht zu werden.

Dies waren im ganzen 34 Stück, und dieselben hatten folgende Abmessungen: 9,8, 10,7, 10,7, 11,1, 12,1, 12,2, 12,3, 12,3, 12,5, 12,7, 13,2, 13,3, 13,3, 13,4, 13,5, 13,5, 13,8, 13,9, 14,2, 14,5, 14,6, 14,8, 14,9, 15,6, 15,7, 15,7, 16,7, 16,8, 17,2, 17,8, 18,5, 18,8, 20,2, 20,2.

Die Größen liegen zwischen 9,8 und 20,2 cm, ihr Mittel beträgt 14,54 cm. (Bei Abrundung nach Zentimetern $13,91 + 0,5 = 14,45$.)

Wir beobachten auch hier wieder die schon erwähnte Erscheinung, daß die Aale in der Gefangenschaft stärker „auseinanderwachsen“ als in der Freiheit; die Variationsbreite der Körperlängen ist nahezu doppelt so groß (10,4 cm) wie bei dem entsprechenden Jahrgang, der in der Freiheit aufgewachsen ist (5,5), trotzdem die Zahl der beobachteten Individuen im letzteren Falle sehr viel größer war.

Bemerkenswert ist, daß die mittlere Größe dieser Aquariumsaale nicht in dem Maße wie bei den früher erwähnten jüngeren Versuchstieren hinter der mittleren Größe der in Freiheit lebenden gleichalten Aale zurückbleibt. Sie ist derselben vollkommen gleich.

Gemzöe ist es, wie schon erwähnt, nicht gelungen, diese Altersgruppe von der voraufgehenden zu trennen. Er faßt beide als Gruppe I zusammen, deren Grenzen nach ihm zwischen 9,5 und 17 cm liegen, während ihre mittlere Größe 13 cm beträgt (vgl. Gemzöe, l. c., p. 29).

Die III-Gruppe.

Die Angehörigen dieser Gruppe, die von uns festgestellt worden sind, standen am Abschluß ihres vierten Jahres im Süßwasser; ihre Otolithen haben das Aussehen, welches in den Figuren 6, 8 und 16 wiedergegeben ist.

Wir haben 141 Elbaale dieser Gruppe untersucht und diese waren von 15 bis 24 cm lang, genauer von 15,9 bis 24,5. Sie bilden folgende Reihe (vgl. Tab. II).

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24 cm	Sa.
1	+ 13	+ 24	+ 29	+ 29	+ 18	+ 15	+ 9	+ 2	+ 1	= 141

Das Mittel berechnet sich zu 19,3 cm; die mittlere Längenzunahme gegen die vorhergehende Gruppe beträgt also etwa 4,8 cm und seit der Zeit der Einwanderung ins Süßwasser 12,3 cm. Wir waren in der Lage eine bescheidene Anzahl von Aalen aus der Alster zu untersuchen, welche zu dieser Gruppe gehörten (vgl. Tab. III). Sie waren 16 bis 22 und im Mittel 19,5 cm groß, zeigten also im Wachstum keine wesentlichen Unterschiede von den entsprechenden Elbaalen.

Diese Gruppe hat eine besondere Bedeutung dadurch, daß die Schuppen in ihr angelegt werden, und daß mit Ablauf der Wachstumsperiode der Schuppenkern ausgebildet ist; und zwar erfolgt fast regelmäßig mit dem Beginn des Wachstums auch das Hervortreten der Schuppe; nur unter den kleinsten Vertretern dieser Gruppe fanden sich vereinzelte Individuen, welche mit der Ausbildung der Schuppe noch nicht begonnen hatten, unter 38 Exemplaren von 15 bis 17 cm Größe waren dies nur zwei Stück.

Der größte Aal dieser Gruppe, den wir beobachteten, war ein im Aquarium aufgezogener Aal, und zwar jenes Individuum von 28 cm Länge, dessen Otolith in Fig. 16 abgebildet ist. Dieser war mit 22 anderen im Frühjahr 1908 als Glasaal eingesetzt worden, und alle wurden vier Jahre später, als Angehörige der III-Gruppe, untersucht; sie waren, wie schon hervorgehoben, sehr stark „auseinandergewachsen“, da sie Größen von 9,4 bis 28 cm zeigten; ihre mittlere Größe betrug aber doch nur 17,3 cm und kam daher der mittleren Größe der in Freiheit aufgewachsenen Elbaale dieser Gruppe bei weitem nicht so nahe, wie dies unter den entsprechenden Verhältnissen bei der II-Gruppe der Fall war.

Gemzöes Untersuchungen dieser Gruppe zeigen auffällige Abweichungen von den unsrigen. Es ist nach dem früher Gesagten kaum nötig hervorzuheben, daß die hierhergehörigen Aale natürlich unter der Gemzöeschen II-Gruppe zu suchen sind. Er findet, daß sie im Frühjahr mit Größen von 9,5 bis 17, im Mittel 13 cm beginnt, und seine Messungen führen ihn für den folgenden Herbst auf ein Mittel von ungefähr 19 cm, was unseren Resultaten ganz gleichkommen würde. Er glaubt aber diesem Ergebnis kein Gewicht beimessen zu sollen, da er Aale dieser Gruppe namentlich im Herbst nicht in genügenden Mengen fangen konnte, und da er für diese und die folgenden Gruppen, nachdem die Schuppen zur Entwicklung gelangt sind, mit Recht glaubt, die Methode der Messungen verlassen zu sollen. Er irrt jedoch in seiner Beurteilung des „scale-limit“, d. h. desjenigen Längenmaßes, in dem die Schuppenbildung beginnt, und das nach seiner Ansicht zwischen 17 und 18 cm liegt. Erstens finden wir das scale-limit schon zwischen 15 und 16 cm, und zweitens ist es durchaus unberechtigt, die

untere Grenze dieser Gruppe im Herbst der oberen Grenze derselben im Frühjahr gleichzusetzen und für beide 17 bis 18 cm anzunehmen (l. c. p. 33). Wir finden vielmehr, daß die erstere um 2 cm tiefer anzusetzen ist (bei 15 cm). Trotzdem war zu erwarten, daß Gemzöe bei seiner Untersuchung der Schuppenanlage zu denselben Ergebnissen wie wir hätte kommen müssen; und er findet auch in der Tat in seiner Tabelle 3 an einem Fang vom 17. August 1906 die Angehörigen dieser Gruppe — ganz ähnlich wie wir — von 16 bis 23 cm groß; das größere Gewicht legt er aber auf eine Bestimmung, die erst im nächstfolgenden Frühjahr vorgenommen wurde an Fängen vom Mai und Juni, nach seiner Ansicht vor dem Beginn des neuen Wachstums, und hier findet er an 132 Individuen dieser Gruppe Größen von 17 bis 31 cm, d. h. Maximalgrößen, die über das von uns für die nächstältere Gruppe gefundene Maximum hinausgehen.

Gemzöe kommt dadurch zu dem enormen mittleren Wachstum von 10 cm für die Gruppe gegen die vorige, eine Zahl, die sich allerdings um etwa 2 cm vermindert — da die mittlere Größe der voraufgehenden Gruppe nicht 13 ist, wie Gemzöe meint, sondern 15 cm —, die aber auch mit 8 cm nach unseren sonstigen Erfahrungen noch immer auffallend groß erscheint.

Wir haben nach den Erfahrungen, die wir an anderem Material als gerade den Aalen der Unterelbe gemacht haben, keine Veranlassung, diese Beobachtungen von Gemzöe für richtig zu halten. Jedenfalls haben wir sowohl bei den Otolithen- wie bei den Schuppenuntersuchungen in den freien Gewässern niemals Angehörige dieser Gruppe gefunden, die größer waren als 25 cm.

Es entsteht also die Frage, liegen die Wachstumsverhältnisse des Aales in den dänischen Gewässern ganz wesentlich anders als bei uns oder hat sich Gemzöe geirrt. Wir müssen uns aus verschiedenen Gründen für die letztere Annahme aussprechen, da die Entscheidung darüber, ob man es bei einer Schuppe mit der ersten oder zweiten Schuppengruppe zu tun hat, in der Tat aus den schon S. 105 hervorgehobenen Gründen nicht immer ganz leicht zu treffen ist. Daß aber Gemzöe selbst nicht glaubt, hierin immer das Richtige gefunden zu haben, geht aus der großen Zahl von Fragezeichen hervor, mit denen er die zweite Schuppengruppe in seiner Tabelle 9 versehen hat, indem er vermutet, die betreffenden Individuen zu alt eingeschätzt zu haben. Das ist nun offenbar nicht der Fall, aber wahrscheinlich sind viele Angehörige der zweiten Schuppengruppe von ihm zu niedrig eingeschätzt, und diese befinden sich unter den zur ersten Schuppengruppe gestellten Individuen, die ihrerseits infolgedessen mit viel zu hohen Längenmaßen in Ansatz gebracht ist. G. Schneider ist allem Anschein nach bei den wenigen Altersbestimmungen nach Schuppen, die er ausgeführt hat, in denselben Fehler verfallen, da seine Angaben für die Längenmaße der ersten und zweiten Schuppengruppe ebenfalls offenbar zu groß sind (l. c. S. 8 und 9). Nun kann man freilich in der Interpretation fremder Resultate nicht vorsichtig genug sein, aber die Unsicherheit in den Gemzöeschen Angaben muß eine Kritik berechtigt erscheinen lassen. Leider müssen wir aus unserer Argumentierung den Schluß ziehen, daß auch die Bestimmung der älteren Schuppengruppen bei Gemzöe der nötigen Sicherheit entbehrt; denn selbstverständlich ist bei diesen genau dieselbe Veranlassung gegeben, die ersten beiden Stadien der Schuppenbildung irrtümlich

zu beurteilen; und demnach bedürfen die Resultate Gemzöes über die Zusammensetzung und Größe auch aller folgenden Schuppengruppen dringend der Nachprüfung.

Die IV-Gruppe.

Die von uns untersuchten Angehörigen dieser Gruppe standen am Abschluß ihres fünften Lebensjahres im Süßwasser; ihre Otolithen zeigen daher den fünften Winterring bereits ausgebildet (vgl. Fig. 9). Bei den Schuppen ist dementsprechend um den früher schon vorhandenen Kern herum ein Ring zur Ausbildung gelangt, so daß die Schuppengruppe 2 vorliegt (vgl. Fig. 9b). Das Vorhandensein dieser Schuppenform läßt sich fast regelmäßig parallel mit der eben erwähnten Otolithenform feststellen, nur drei der kleineren Elbaale von 21, 22 und 24 cm hatten den Ring um den Schuppenkern noch nicht ausgebildet, gehörten also noch der Schuppengruppe 1 an. Dieselbe Erscheinung war auch bei einigen der kleinsten Individuen der vorigen Altersklasse festgestellt worden. Wir glauben in dieser kleinen Äußerlichkeit einen Beweis dafür erblicken zu dürfen, daß bei der Untersuchung mit genügender Sorgfalt verfahren worden ist. Die männlichen Elbaale dieser Gruppe hatten folgende Größen (Tab. II):

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	cm	Summa									
3	+	6	+	11	+	20	+	20	+	20	+	19	+	10	+	4	+	1	=	114

Die mittlere Größe dieser 114 Exemplare beträgt 24,8 cm; die mittlere Längenzunahme gegen die vorhergehende Gruppe beläuft sich auf 5,5 cm und seit der Zeit der Einwanderung ins Süßwasser auf 18 cm. Eine Anzahl männlicher Aale dieser Gruppe, welche etwa 35 km oberhalb Hamburg bei Geesthacht in der Elbe gefangen wurden, weisen ganz dieselben Größen auf; 15 Stück derselben waren 22—27 cm und im Mittel 25 cm lang (vgl. Kolumne II in Tab. VII). Eine etwas größere Zahl (31) männlicher Aale dieser Gruppe aus der Alster erwies sich als etwas kleiner. Ihre Längenmaße waren 19—27 cm und im Mittel 23,5 cm.

Dieser und zum Teil schon der vorigen Gruppe gehört die überwiegende Mehrzahl der in der Unterelbe gefangenen und von dort ins Binnenland verkauften „Satzaaale“ an.

Diese Altersgruppe ist auch die erste, bei der es uns gelang, einen Größenunterschied zwischen beiden Geschlechtern kenntlich zu machen. Zwar war es uns nicht möglich, eine befriedigende Zahl von weiblichen Elbaalen dieser Gruppe zu erhalten — trotz der vielen, die wir untersucht haben, fanden wir nur 8 ♀, von denen einige von Geesthacht stammten —, aber diese wenigen ergaben ein Mittel von 26 cm Länge, welches also das vorerwähnte Mittel für die ♂ um mindestens 1 cm übertraf.

Ziehen wir nun die bei Calbe an der Saale gefangenen Aale dieser Altersklasse zum Vergleich heran, unter denen die Weibchen so stark überwogen, daß fast gar keine Männchen zu finden waren, so ergeben 39 ♀ von 22—30 cm Länge ein Mittel von 27,8 cm, welches aber bestimmt als zu hoch bezeichnet werden muß, da hier — wie aus Tab. IV ersichtlich — die kleineren Größenstufen in auffälliger Weise vermißt werden. Von dieser Örtlichkeit fehlen aber, wie gesagt, die ♂ zum Vergleich.

Das vollständigste Material von weiblichen Aalen dieser Größenstufe neben männlichen erhielten wir aus dem Dassower Binnensee, nämlich 36 ♀ Individuen auf 38 ♂. Die Männchen von 22—30 cm, im Mittel 26,6 cm, waren wegen fehlender unterer Größenstufen wohl etwas zu groß, ebenso wie in geringerem Maße die Weibchen von 24—33, im Mittel 28 cm, aber eine Differenz von etwa 1½ cm zwischen den Durchschnittsgrößen der Geschlechter wird doch bestehen bleiben, so daß dieselbe hier noch augenfälliger ist als bei den Elbaalen.

Bei Zusammenfassung der Resultate, die an dem Material aus den verschiedenen Gewässern gewonnen wurden, ergeben sich im ganzen für die Männchen dieser Altersklasse Größen von 19 bis 30 cm und mittlere Größen von 24 bis 26 cm, und für die Weibchen extreme Größen von 22 bis 33 cm und mittlere Größen von 26 bis 28 cm.

Diese Zahlen wird man einstweilen als Norm für die Größe dieser Altersklasse (IV-Gruppe) in unseren norddeutschen Wildgewässern gelten lassen dürfen. Es wäre aber wertvoll, durch weitere gleichartige Untersuchungen festzustellen, wie weit das Wachstum der Aale in Teichen und Seen, die wesentlich andere Lebensbedingungen haben, Abweichungen von diesen Normen aufweist.

Die V-Gruppe.

Die Otolithen und Schuppen der Angehörigen dieser Gruppe haben beim Abschluß der Wachstumsperiode das in Figur 10 und 10b wiedergegebene Aussehen.

190 Stück männliche Elbaale dieser Gruppe hatten folgende Größen:

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35 cm	Summa
2	9	28	40	25	27	22	21	11	5	= 190

Das Mittel aus diesen Zahlen ist 30,9 cm; die mittlere Längenzunahme gegen den vorhergehenden Jahrgang beziffert sich auf 61 mm und seit der Zeit der Einwanderung ins Süßwasser auf 24 cm.

Die Weibchen derselben Gruppe erwiesen sich durchschnittlich etwa um 3 cm größer; sie hatten folgende Abmessungen:

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38 cm	Sa.	Mittel
n. Otolithen	1	—	8	4	3	10	9	10	13	14	2	1	75	33,8
n. Schuppen			7	4	3	10	9	10	13	13	2	1	72	33,9

Das Mittel beträgt also etwa 34 cm.

Zum Vergleich mit diesen Ziffern stehen uns eine Anzahl Altersbestimmungen an Aalen aus anderen Gewässern zur Verfügung (vgl. Tab. VII).

Eine kleine Zahl (19 Stück) Männchen aus der Elbe bei Geesthacht war 26—33 cm, und im Mittel 31 cm groß, also genau so groß wie die oben erwähnten. Auch die männlichen Alsteraale dieser Gruppe, von denen 63 Stück untersucht wurden, zeigten sehr ähnliche Abmessungen und ein Mittel von 30,6 cm. Von 31 männlichen Aalen dieser Gruppe aus dem Dassower Binnensee erhielten wir ein wenig kleineres Mittel, nämlich 30 cm; doch kann es sein, daß hier die größeren Abmessungen in dem Untersuchungsmaterial verhältnismäßig zu wenig vertreten sind.

Von weiblichen Aalen dieser Gruppe wurden 32 Stück aus der Alster untersucht, welche ziemlich genau dieselben Größen besaßen, wie die aus der Untereibe und namentlich ein sehr gut stimmendes Mittel von 33,6 cm.

Dagegen erwiesen sich die in sehr großer Zahl (153 Stück) untersuchten weiblichen Aale von Calbe a. S. mit 27—37 cm, und im Mittel 31,9 cm als etwas kleiner, was um so auffälliger ist, als der vorhergehende Jahrgang von demselben Fangort die entsprechenden Elbaale an Größe zu übertreffen schien. Dabei verdient hervorgehoben zu werden, daß im allgemeinen die Untereibaale den Eindruck einer besseren Ernährung machten als die Aale von Calbe a. S., doch trat dies nicht so sehr in der Länge hervor wie in der Dicke und Schwere. Natürlich wäre es bei einem Vergleich der Wachstumsschnelligkeit der Aale von verschiedenen Fangorten vielleicht wertvoller, die Gewichte zu bestimmen als die Längen der Individuen, und wenn dies bisher nicht geschehen ist, so müßte es wohl bei künftigen Untersuchungen nachgeholt werden.

Noch kleiner als die Aale von Calbe erwiesen sich die 46 ♀ Aale dieser Gruppe vom Dassower Binnensee; sie waren nur 26—35 cm, und im Mittel 31 cm lang, wobei aber zu bemerken ist, daß hier die größeren Abmessungen sehr wahrscheinlich nicht in genügenden Individuenzahlen vertreten waren.

Im ganzen ergeben sich also für diese Altersgruppe folgende Zahlen:

für die Männchen 25 bis 35 cm, im Mittel 30 bis 31 cm,

für die Weibchen 26 bis 38 cm, im Mittel 31 bis 34 cm.

Das bedeutet ein mittleres Längenwachstum gegen den vorhergehenden Jahrgang von 5—6 cm bei beiden Geschlechtern.

Die VI-Gruppe.

Von Aalen dieser Gruppe, die also im Laufe oder am Abschluß ihres siebenten Lebensjahres im Süßwasser stehen, gelangte eine sehr viel weniger große Zahl zur Untersuchung als von den vorhergehenden Jahresklassen. Von männlichen Aalen der Untereibe waren es nur 28, und wenn man das Material von Geesthacht¹⁾ hinzunimmt — was ohne weiteres zulässig ist — im ganzen 49 Stück, in folgenden Größen:

	32	33	34	35	36	37	38	39	40 cm	Sa.	Mittel
n. Otolithen	1 +	5 +	12 +	12 +	4 +	3		+ 1	1	38	35,2
n. Schuppen	2 +	9 +	16 +	12 +	6 +	3		+ 1	1	49	35,0

Als Mittel aus diesen Zahlen ergibt sich 35,1 cm, was aber sicherlich als zu niedrig anzusehen ist, da die größeren Individuen in verhältnismäßig zu geringer Zahl vertreten sind. Dasselbe gilt wahrscheinlich auch noch von den 19 ♂ Alsteraalen von 33—37 cm Länge, obwohl deren mittlere Länge schon 36 cm beträgt. Hier ist nicht nur die Zahl der Individuen zu klein, sondern auch als eine Folge dieses Umstandes die Variationsbreite zu gering.

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse für die ♀ Alsteraale dieser Gruppe, 75 an der Zahl, deren Größen von 33—43 cm reichen und ein Mittel von 38,2 cm haben. Ihnen steht eine kleine Zahl (10) von Aalen aus Calbe gegen-

¹⁾ Bei demselben wurde die Altersbestimmung nach den Schuppen bei allen 20, nach den Otolithen aber nur bei 10 Individuen ausgeführt:

über, deren Mittel mit 38 cm wahrscheinlich als etwas zu klein anzusehen ist, und eine etwas größere Zahl (21) von ♀ Aalen der Untereibe von 35—43 cm, deren mittlere Größe sich zu 39,3 cm berechnet, aber auch noch als zu klein angesehen werden muß. Im ganzen erhalten wir also für diese Gruppe folgende Zahlen:

für die Männchen 32 bis 40 cm, im Mittel 35 bis 36 cm,
für die Weibchen 33 bis 43 cm, im Mittel 38 bis 40 cm.

Das ergibt ein mittleres Längenwachstum gegen die vorhergehende Gruppe von 5 cm für die Männchen und von 6—7 cm für die Weibchen.

Von Aalen der nächstfolgenden Altersgruppen haben wir eine so geringe Zahl untersucht, daß wir nicht in der Lage sind, mittlere Größen anzugeben, die den Anspruch auf allgemeinere Geltung machen könnten.

Die VII-Gruppe und folgende.

Daß die Otolithen für die Altersbestimmung in der VII- und den folgenden Gruppen versagen, wurde bereits hervorgehoben; es bleiben somit als Hilfsmittel für diesen Zweck nur noch die Schuppen übrig.

Wir konnten nur eine mäßige Anzahl von 28 Stück ♀ Alsteraalen benutzen, um mit Hilfe der Schuppen ihre Zugehörigkeit zu dieser VII-Gruppe zu bestimmen. Dieselben waren 40—53 cm, und im Mittel 45 cm groß, aber die größeren Individuen waren unter ihnen nicht in repräsentativer Menge vertreten, so daß dies Mittel höchstwahrscheinlich als zu klein anzusehen ist.

Ein paar vereinzelte (4) ♀ Elbaale dieser Gruppe waren 40—47 cm lang; zwei ♂ Elbaale derselben Gruppe maßen 39 cm; auch ein solcher von 37 cm Länge gehörte wahrscheinlich hierher.

Von älteren und größeren Elbaalen kamen nur 1 ♀ von 60 cm der VIII-Gruppe (Schuppengruppe 6) und 2 ♀ von 60 und 66 cm Länge der IX-Gruppe (Schuppengruppe 7) in unsere Hände; dagegen erhielten wir von ♀ Alsteraalen. (vgl. Tab. VI) 14 Stück der Schuppengruppe 6 von 43—57 cm, im Mittel 52 cm, 8 Stück der Schuppengruppe 7 von 54—61 cm, im Mittel 58 cm, 5 Stück der Schuppengruppe 8 von 64—68 cm, im Mittel 67 cm, und je ein Individuum der Schuppengruppen 10 und 11, ersteres 82 cm, letzteres dagegen nur 74 cm lang; die Schuppe des 82 cm langen Aals mit 10 Wachstumszonen ist in unserer Figur 11 abgebildet.

Faßt man die wenigen großen Elbaale mit den Alsteraalen zusammen, so erhält man folgende Größenmittel für die einzelnen Altersklassen (die Zahl der Individuen ist in Parenthese angegeben).

Schuppengruppe 5 = Altersgruppe VII:	40—53 cm, im Mittel 45 cm (32),
„ 6 = „ VIII:	43—60 „ „ „ 53 „ (15),
„ 7 = „ IX:	54—66 „ „ „ 59 „ (10),
„ 8 = „ X:	[64—68] „ „ „ 67 „ (5).

Bemerkenswert ist das starke Auseinanderwachsen der älteren Aale; je höher die Altersklasse ist, desto größer wird die Variationsbreite; sie beträgt bei der Gruppe VII schon 14, bei VIII 18 cm. Demgemäß würde eine sehr viel

größere Individuenzahl zu untersuchen sein als bei den jüngeren Altersstufen, um ebenso zuverlässige Größenmittel zu erhalten wie bei diesen.

Wir müssen uns mit der Feststellung begnügen, die wohl der Wahrheit ziemlich nahe kommen wird, daß in den höheren Altersgruppen von VII an aufwärts das mittlere Wachstum der Weibchen von einem Jahr zum anderen etwa 6 bis 8 cm zu betragen scheint.

Wie sich die Männchen in diesen Altersklassen verhalten, vermögen wir nicht zu sagen; wir konnten nur feststellen, daß sie am Ende ihres siebenten Jahres im Süßwasser (VI-Gruppe) im Mittel etwa 36 cm lang sind, und können danach vermuten, daß sie am Ende des nächsten (achten) Jahres im Mittel etwa 40 cm messen. Bis dahin sind aber die meisten wahrscheinlich schon zum Meere abgewandert.

Nehmen wir nach den Beobachtungen von C. G. Joh. Petersen als feststehend an, daß der männliche Aal frühestens bei 29 cm, der weibliche bei 42 cm Länge blank wird, so können wir nach dem vorhergehenden das Alter, in dem die Abwanderung der beiden Geschlechter frühestens erfolgt, einigermaßen sicher bestimmen. Wir können dabei im wesentlichen den Ergebnissen zustimmen, zu denen Gemzöe auf Grund seiner Altersbestimmungen gelangt, wenn wir seine Zahlen um eins vermehren (das von ihm übersehene Jahr der I-Gruppe). Mit der hierdurch bedingten Änderung können wir nach Gemzöe sagen: Von den Männchen leben einige wenige nur $5\frac{1}{2}$ Jahr in den Binnengewässern, die Mehrzahl aber $6\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Jahr und vereinzelt auch $9\frac{1}{2}$ Jahre bei den Weibchen ist die Minimalzahl $7\frac{1}{2}$ Jahr; die Mehrzahl aber wird erst nach $8\frac{1}{2}$ und viele erst nach $9\frac{1}{2}$ und mehr Jahren blank.

Einpfündige Aale sind etwa 64—66 cm lang, und bei dieser Größe, die doch unter den Blankaalen nichts Ungewöhnliches ist, darf man annehmen, daß die betreffenden Individuen sich in ihrem zehnten oder elften Jahre im Süßwasser, also in ihrem zwölften oder dreizehnten Lebensjahre (seit der Geburt gerechnet) befinden. Da aber die Aale bekanntlich noch sehr viel größer und schwerer werden, so hindert uns nichts, für diese größeren Tiere ein höheres Alter anzunehmen; es ist durchaus möglich, daß die Aale ein Alter von 20—25 und mehr Jahren erreichen können, wie es durch neuere Untersuchungen auch für die Scholle, den Kabeljau u. a. Seefische festgestellt worden ist.

Tabelle I.

Altersbestimmung englischer Glasaale, die in Gefangenschaft aufgezogen wurden.

Zenti- meter	Versuche im Hamburger Aquarium									Versuche von Hein	
	Eingesetzt 1908 Alter nach den				Eingesetzt 1909 Alter nach den			Eingesetzt 1910 u. 1911 Alter nach den			Juni 1909 in Zementteiche eingesetzt, nach 2 Jahren (1911) heraus
	Schuppen		Otolithen	III-Gr.	Schuppen		Otolithen	Schuppen		Otolithen	
	0	1	2		0	1	II-Gr.	0	I-Gr.	0-Gr.	
28	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	4	.	4	.	.	.	.	.	.	1
20	.	1	.	1	.	2	2	.	.	.	1
19	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
18	1	1	.	2	1	1	2	.	.	.	.
17	1	.	.	1	2	.	2	.	.	.	1
16	1	.	.	1	2	.	2	.	.	.	.
15	4	.	.	4	3	.	3	.	.	.	.
14	1	.	.	1	5	.	5	.	.	.	1
13	2	.	.	2	8	.	8	.	.	.	3
12	1	.	.	1?	6	.	6	.	.	.	6
11	2	.	.	2	1	.	1	.	.	.	9
10	.	.	.	.	2	.	2	2	1	1?	14
9	1	.	.	1?	1	.	1	6	5	1	26
8	.	.	.	.	.	.	.	3	.	3	27
7	.	.	.	.	.	.	.	8	.	8	8
Summe	14 + 8 + 1 = 23			23	31 + 3 = 34		34	19	6 + 13 = 19		97

Tabelle II.

Aale der Untereibe¹⁾.

Bd. XIV.

Körper- länge in cm	Glas- aale	♂ nach Otolithen-Gruppen											♂ nach Schuppen-Grupp.						Körper- länge in cm	♀ nach Otolithen-Grupp.				♀ nach Schupp.-Gr.				
		0	I	II	III	IV	IV/V	V	V/VI	VI	VI/VII	VII	0	1	2	3	4	5		IV	V	VI	VII	1	2	3	4	5
40	1	.	.	.	.	.	1	.	47	.	.	.	1	.	.	.	.	1	
39	2	.	.	.	.	.	2	46	.	.	.	1?	.	.	.	.	1	
38	45	.	.	.	.	.	.	.	.	.
37	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.
36	43	.	.	1	1?	.	.	.	1	1	
35	5	.	10	.	.	.	.	6	42	.	.	2	.	.	.	.	2	.	
34	41	.	.	1	.	.	.	.	1	.	
33	11	.	7	.	.	.	.	9	40	.	.	4	.	.	.	.	3	1	
32	21	1	4	.	.	.	.	20	39	.	.	3+1?	.	.	.	.	4	.	
31	22	.	1	.	.	.	.	22	38	.	1	2	.	.	.	1	2	.	
30	27	.	.	.	.	.	.	26	37	.	2	3	.	.	.	2	3	.	
29	25	.	.	.	.	.	.	23	36	.	14	2+1?	.	.	.	13	4	.	
28	35	.	12+1?	1?	.	.	.	13	1	.	
27	34	.	9+1?	.	.	.	10	.	.	.	
26	33	.	9	.	.	.	9	.	.	.	
25	32	.	9+1?	.	.	.	10	.	.	.	
24	31	.	3	.	.	.	3	.	.	.	
23	30	.	2+2?	.	.	.	4	.	.	.	
22	29	1	6+2?	.	.	.	2	7	.	.	
21	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	27	1	1	.	.	.	2	.	.	.	
19	26	2	.	.	.	.	2	.	.	.	
18	25	2	.	.	.	.	2	.	.	.	
17	24	1+1?	.	.	.	.	1	2	.	.	
16	23	1	.	.	.	.	1	.	.	.	
15	Summe.	9	75	21	3	1	10	72	21	4	
14	.	.	1	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	6	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	9	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	3	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	8	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	32	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Summe	48	20	32	84	141	114	1	190	1	28	1	2	186	142	120	181	29	4										

¹⁾ Bei den Größen unter 23 cm ist das Geschlecht nicht unterschieden, obwohl sie in der Rubrik: ♂ aufgeführt sind.

Tabelle III.

Alsteraale¹⁾.

Größe in cm	♀ nach Otolithen-Grupp.					♀ nach Schuppen-Grupp.					♂ nach Otolithen-Gruppen							♂ nach Schuppen-Gruppen						
	IV	V	VI	VII	?	2	3	4	5	6	I	II	III	IV	V	VI	VII	?	0	1	2	3	4	5
45	.	.	.	2	2	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
44	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
43	.	.	.	3	6	.	.	1	7	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
42	.	.	1	4	1	.	.	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
41	.	.	3	2	4	.	.	7	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	.	.	8	1	3	.	.	10	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
39	.	.	6	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
38	.	1	11	.	.	.	1	11	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
37	.	1	11	.	.	.	1	11	.	.	.	.	.	.	6	1?	1	.	.	.	.	.	8	.
36	.	2	10	.	.	.	2	10	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.
35	.	7	12	.	.	.	9	10	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	4	.
34	.	4	3	.	.	.	3	4	.	.	.	.	.	3	4	.	.	.	.	.	.	3	4	.
33	.	4	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	4	1	.
32	.	5	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.
31	.	4	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	11	.	.
30	.	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.
29	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.
28	.	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.
27	2	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	3	5	.	.
26	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.
25	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	4	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.
23	5	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.
22	1	7	.	.	.	.	.	.	1	7	.	.	.
21	3	4	.	.	.	.	.	3	4	.	.	.	.
20	4	1	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	.
19	3	3	.	.	.	.	.	.	3	3	.	.	.
18	3	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
17	4	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.
16	2	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
15	4	.	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.	.
14	2	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
13	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
12
11	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
10	2	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
9	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Summe	4+32+65+12+17 = 130					2+33+74+20+1 = 130					4+9+19+31+63+16+3+1 = 146							10+21+32+62+19+2 = 146						

¹⁾ Bei den Aalen unter 24 cm ist das Geschlecht nicht unterschieden.

Tabelle IV.

Aale aus Calbe a. Saale.

Länge in cm	♀ nach Otolithen-Gruppen			♀ nach Schuppen-Gruppen			♂ nach Otolithen-Grupp.		♂ nach Schuppen-Grupp.	
	IV	V	VI	2	3	4	IV	V	2	3
41	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.
40	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.
39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
38	.	.	3	.	.	3	.	.	.	.
37	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
36	.	6	2	.	5	3	.	.	.	.
35	.	7	1	.	7	1	.	.	.	.
34	.	13	1	.	13	1	.	.	.	.
33	.	19	.	.	19	.	.	.	.	.
32	.	23	.	.	23	.	.	.	.	.
31	.	24	.	1	23	.	.	.	.	.
30	4	30	.	4	30	.	.	.	.	.
29	7	16	.	6	17	.	.	1	.	1
28	7	12	.	8	11	.	.	1	.	1
27	11	2	.	10	3	.	1	.	1	.
26	6	.	.	6	.	.	1	.	1	.
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	3	.	.	3	.	.	1	.	1	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Summe. . . .	39 + 153 + 10 = 202			39 + 152 + 11 = 202			3 + 2 = 5		3 + 2 = 5	

Tabelle V.

Aale vom Dassower Binnensee.

Größe in cm	♂ nach Otolithen-Gruppen				♂ nach Schuppen-Gruppen			♀ nach Otolithen-Gruppen			♀ nach Schuppen-Gruppen		
	IV	IV/V	V	VI	1	2	3	IV	V	IV	2	3	4
40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
38	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
37	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
36	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
35	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.
34	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	1
33	.	.	2	.	.	1	1	1	3	.	1	3	.
32	.	.	4	.	.	1	3	.	8	.	1	7	.
31	.	.	2	.	.	.	2	2	5	.	2	5	.
30	1	1	6	.	.	2	7	3	10	.	3	10	.
29	3	.	9	.	.	3	9	5	10	.	6	9	.
28	4	1	4	.	.	2	6	4	4	.	4	4	.
27	8	.	3	.	.	8	3	10	1	.	6	5	.
26	9	.	1	.	.	10	.	8	1	.	9	.	.
25	4	.	.	.	1	3	.	2	.	.	2	.	.
24	7	.	.	.	1	6	.	1	.	.	1	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Summe .	38 + 2 + 31 + 1 = 72				2 + 38 + 32 = 72			36 + 46 + 1 = 83			35 + 46 + 2 = 83		

Tabelle VI.
Große weibliche Aale nach Schuppen-Gruppen.

Länge in cm	Alster							Elbe			Summe						
	5	6	7	8	9	10	11	5	6	7	5	6	7	8	9	10	11
82	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
74	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
68	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
67	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
66	.	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2	.	.	.
65	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
64	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
63	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
62	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
61	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
60	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	.	.	.	.
59	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
58	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
57	.	8	2	.	.	.	.	.	.	.	.	8	2	.	.	.	.
56	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
55	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.
54	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
53	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.
52	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
51	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
50	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.
49	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
48	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.
47	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
46	2	1	.	.	.	.	.	1	.	.	3	1	.	.	.	.	.
45	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.
44	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
43	7	1	.	.	.	.	.	1	.	.	8	1	.	.	.	.	.
42	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.
41	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
40	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.
Summe .	28	14	8	5	.	1	1	4	1	2	32	15	10	5	.	1	1
Mittel in cm . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45	53	59	67	.	.	.

Tabelle VII. Extreme und mittlere Längenmaße der einzelnen Jahresklassen des Aals in Zentimetern¹⁾.

Jahresklassen		Untereibe		Elbe bei Gesthacht	Alster		Saale bei Calbe	Dassower Binnensee		Aquarium	Dänische Gewässer Gemzøe
		♂	♀	♂	♂	♀	♀	♂	♀		♂ u. ♀
0-Gruppe . . .	extrem mittel	7—10 9,0 (20)		.	.	.	.	.	.	7—10 8,1 (13)	.
I-Gruppe . . .	extrem mittel	9—14 11,8 (32)		.	[9—11]		.	.	.	9—10 9,7 (6)	9,5—17 } 13 }
II-Gruppe . . .	extrem mittel	12—17 14,5 (84)		.	[13—16] 15 (9)		.	.	.	9—20 14,4 (33)	
III-Gruppe . .	extrem mittel	15—24 19,3 (141)		[18,20]	[16—23] 19,5 (19)		.	.	.	9—28 17,3 (23)		17—31? ca. 24 (132)
IV-Gruppe . .	extrem mittel	20—29 24,8 (114)	23—29 26,0 (8)	22—27	19—27 23,5 (31)	[26—29]	22—30 < 27,8 (39)	22—30 < 26,6 (38)	24—33 28,1 (36)	.	.
V-Gruppe . . .	extrem mittel	26—35 30,9 (190)	27—38 33,8 (75)	26—33 31 (19)	25—34 30,6 (63)	28—38 33,6 (32)	27—37 31,9 (153)	26—33 30,0 (31)	26—35 31,0 (46)	.	.
VI-Gruppe . .	extrem mittel	32—40 > 35,3 (28)	35—43 39,3 (21)	32—37 35 (20)	33—37 > 36 (19)	33—43 38,2 (75)	[34—41] > 38 (10)	.	.	.	.
VII-Gruppe . .	.	[37—39] (3)	[40—47] (4)	.	[38,39]	40—53 > 45,1 (28)	.	.	.	.	.
VIII-Gruppe .	.	.	[60] (1)	.	.	43—57 52 (14)	.	.	.	.	.
IX-Gruppe . .	.	.	[60—66] (2)	.	.	[54—61] 57,5 (8)	.	.	.	.	.
X-Gruppe . . .	.	.	.	.	.	[64—68] 66,7 (5)	.	.	.	.	.

¹⁾ Die Ziffern in runden Klammern () geben die Zahl der untersuchten Individuen an; die eckigen Klammern [] bedeuten, dass den betreffenden Längenangaben wegen der geringen Zahl der untersuchten Exemplare keine grosse Bedeutung beizumessen ist; > bedeutet grösser als, < bedeutet kleiner als. Die ersten Zahlen der Tabelle besagen also, dass 20 Aale der 0-Gruppe untersucht wurden, die 7 bis 10 und im Mittel 9 cm lang waren.

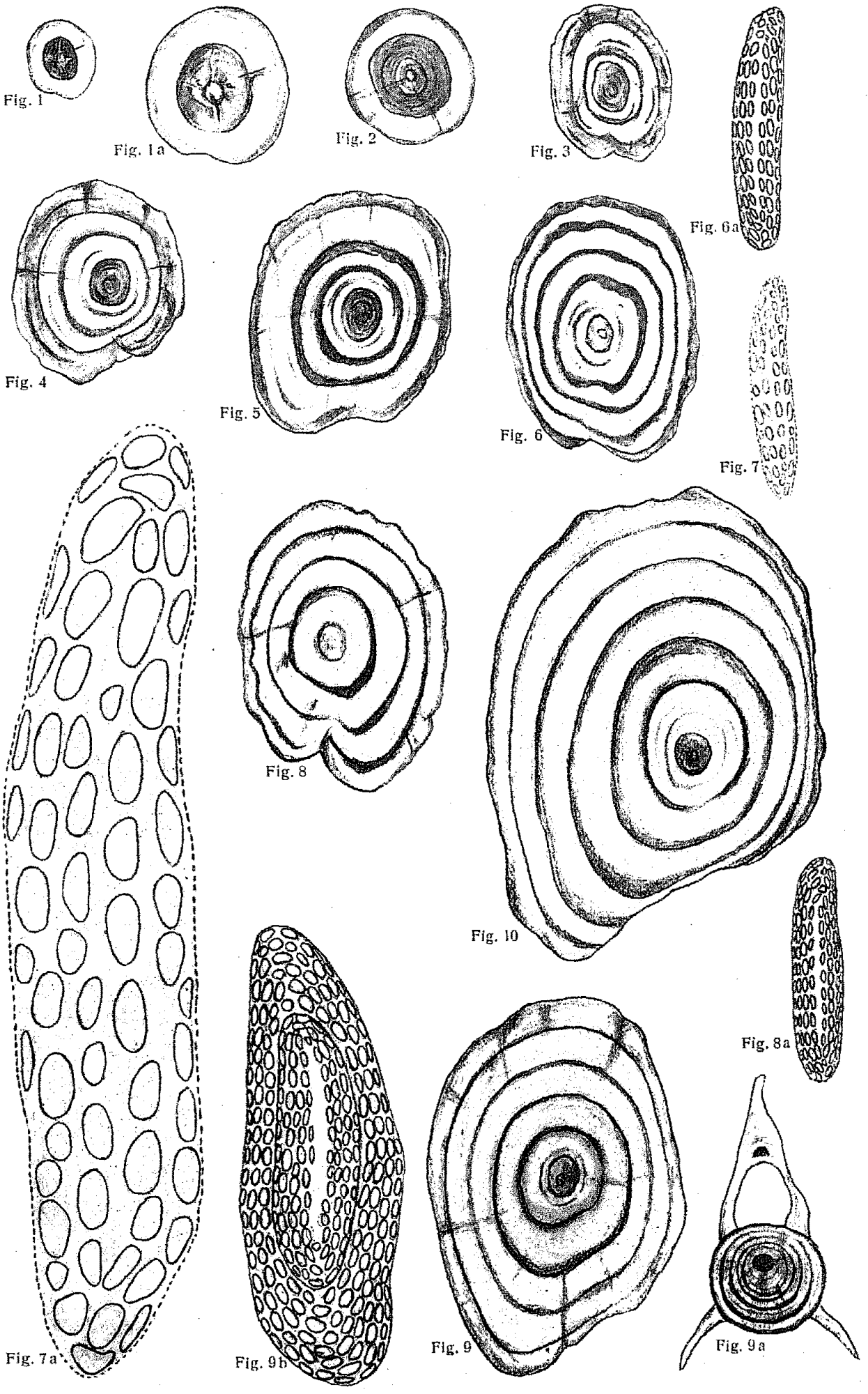
Verzeichnis der Abbildungen.

Tafel IV.

- Fig. 1. Otolith eines engl. Glasaals von 69 mm Länge, vom 23. März 1912. Natürliche Größe: 0,36 mm, Vergr. 34mal.
- Fig. 1a. Derselbe, Vergr. 66mal. Der Otolith zeigt einen dunklen Kern, der wahrscheinlich im ersten Lebensjahre ausgebildet ist, und einen dunklen Winterring am Rand, der sehr schmal und undeutlich bleibt, und der, den Abschluß des zweiten Lebensjahres bezeichnend, in dem Winter ausgebildet ist, der dem Eintritt ins Süßwasser vorausgeht.
- Fig. 2. Gleichartiger Otolith von einem Glasaal aus der Unterelbe vom 19. April 1912, von 68 mm Länge. Natürliche Größe: 0,29 mm, Vergr. 75mal. Ringe wie vorher.
- Fig. 3. Otolith eines Elbaals von 92 mm vom 21. März 1912. Natürliche Größe: 0,58 mm, Vergr. 41mal. Der Otolith zeigt außer dem dunklen Kern und dem sehr schmalen Winterring, der im Salzwasser ausgebildet wurde, jetzt am Rande einen ersten breiten Winterring, der im Süßwasser entstand, und der als erster gezählt wird.
- Fig. 4. Otolith eines Elbaals von 12,5 cm Länge vom 21. März 1912. Natürliche Größe: 0,80 mm, Vergr. 39mal. Der erste Winterring des Süßwassers ist nur schmal, der zweite neuentstandene breiter. Der Salzwasserring ist nur teilweise deutlich.
- Fig. 5. Otolith eines Elbaals von 14 cm Länge vom 21. März 1912. Natürliche Größe: 0,915 mm, Vergr. 41mal. Drei Süßwasserwinterringe sind deutlich.
- Fig. 6. Otolith eines Elbaals von der extrem geringen Länge von 15,9 cm, vom 19. April 1912. Natürliche Größe: 1,26 mm, Vergr. 33mal. Vier Süßwasserwinterringe sind ausgebildet.
- Fig. 6a. Schuppe desselben Fisches mit fertig gebildetem Kern. Länge: 0,53 mm, Vergr. 70mal. Die Schuppe ist im Sommer 1911, d. h. im vierten Jahre des Aufenthalts im Süßwasser zur Ausbildung gelangt.
- Fig. 7. Schuppe eines Elbaals von 16 cm Länge vom 12. September 1911. Natürliche Größe: 0,49 mm, Vergr. 71mal.
- Fig. 7a. Dieselbe, Vergr. 304mal. Die Schuppe ist noch nicht fertig gebildet, wie die Plättchen am Rande erkennen lassen.
- Fig. 8. Otolith eines Elbaals von der normalen Länge von 19,2 cm, vom 30. Januar 1912. Natürliche Größe: 1,21 mm, Vergr. 38mal. Vier Winterringe.
- Fig. 8a. Schuppe desselben Fisches mit ausgebildetem Kern. Natürliche Größe: 0,53 mm, Vergr. 65mal.
- Fig. 9. Otolith eines Elbaals von 28,2 cm, vom 30. Januar 1912. Natürliche Größe: 2,1 mm, Vergr. 28mal. Fünf Süßwasserwinterringe sind ausgebildet, d. h. der Fisch befindet sich volle fünf Jahre im Süßwasser.
- Fig. 9a. Wirbel desselben Fisches, zeigt dieselben fünf Ringe, Vergr. 10,5mal.
- Fig. 9b. Schuppe desselben Fisches, Länge: 1,07 mm, Vergr. 66mal; um den Kern herum ist eine Zone von Plättchen ausgebildet (drei bis sechs Reihen nebeneinander).
- Fig. 10. Otolith eines Elbaals von 33 cm Länge, vom 30. Januar 1912. Natürliche Größe: 2,7 mm, Vergr. 28mal. Sechs Süßwasserwinterringe sind deutlich; der erste Seewasserring nur schwach kenntlich.

Tafel V.

- Fig. 10a. Wirbel desselben Fisches zeigt dieselbe Zahl von Ringen, aber weniger deutlich. Vergr. 10mal.
- Fig. 10b. Schuppe desselben Fisches, 1,35 mm lang, Vergr. 65mal. Drei Jahreszonen sind kenntlich.
- Fig. 11. Schuppe eines ♀ Aals von 82 cm aus der Alster vom 3. Mai 1912, Länge: 4 mm, Vergr. 32mal, zeigt zehn Wachstumszonen, die achte nur in Form von zwei Kappen und die zehnte ebenfalls unvollständig (einseitig) ausgebildet.



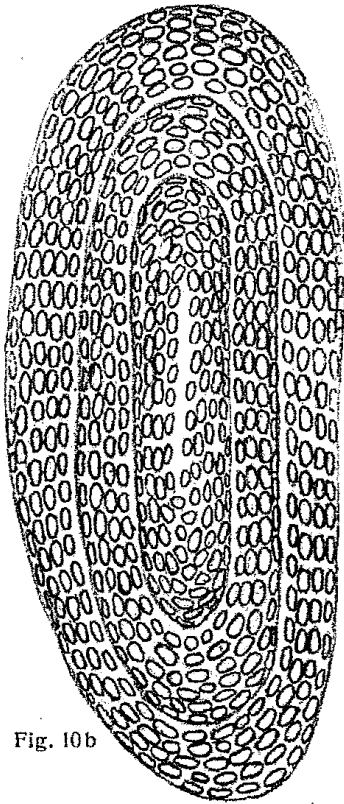


Fig. 10b

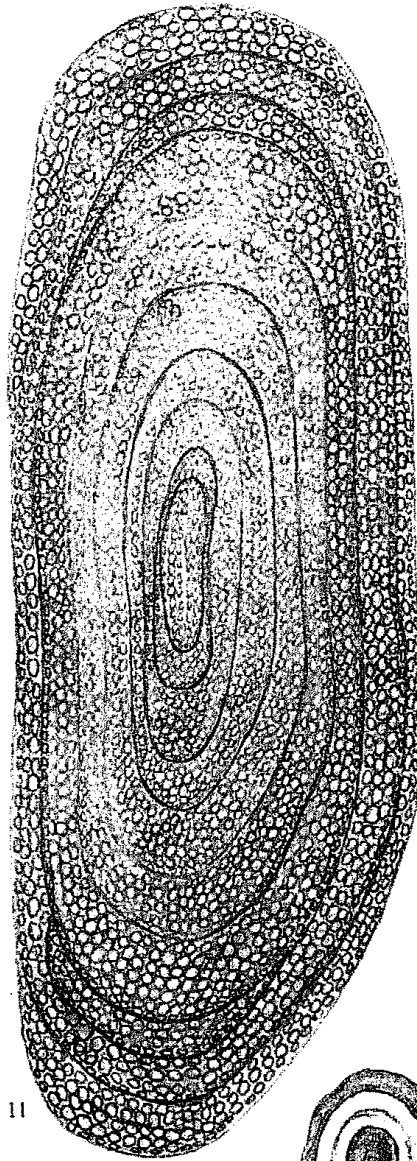


Fig. 11

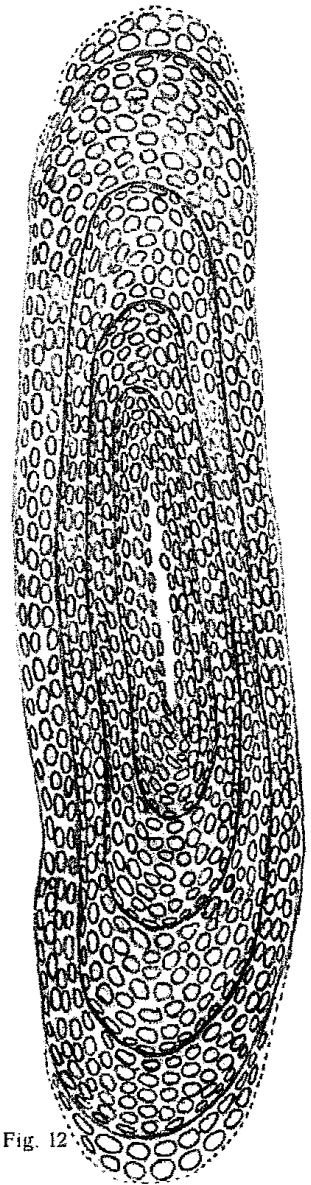


Fig. 12

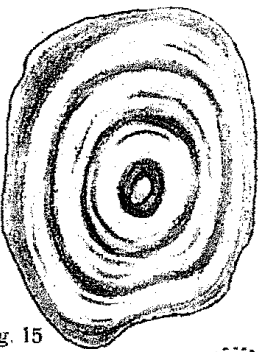


Fig. 15

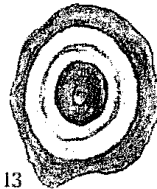


Fig. 13

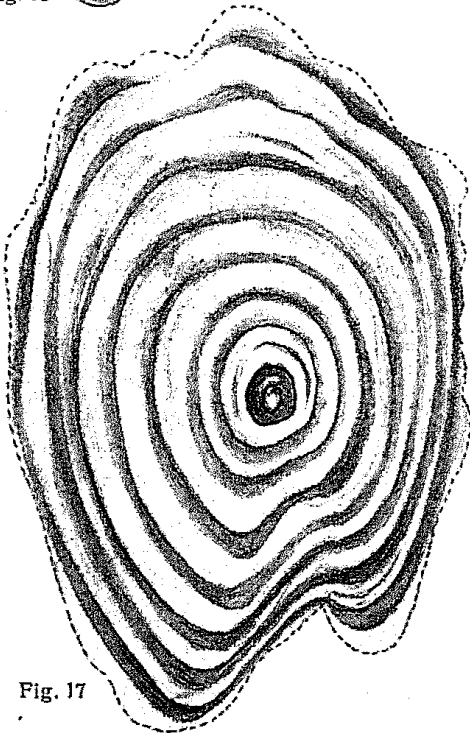


Fig. 17

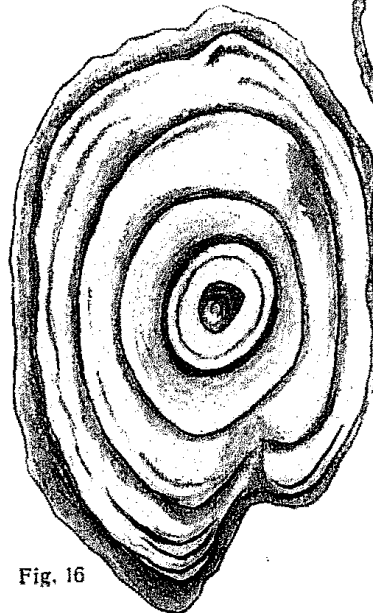


Fig. 16

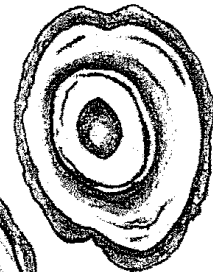


Fig. 14

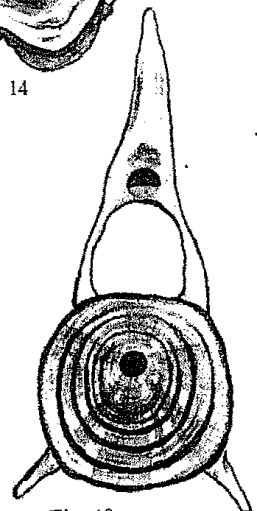


Fig. 10a

- Fig. 12. Schuppe eines ♀ Aals von 41,5 cm aus der Alster vom 3. Mai 1912. Länge: 1,98 mm, Vergr. 67mal, zeigt vier Wachstumszonen und die fünfte in Bildung begriffen.
- Fig. 13—16. Otolithen von Aalen, welche als englische Glasaale im Frühling der Jahre 1908 bis 1911 in Aquarien gesetzt und vom 6. bis 12. April 1912 untersucht wurden.
- Fig. 13. Aal von 7,4 cm Länge, 1911 eingesetzt. Otolith 0,60 mm groß. Vergr. 37mal. Ein Winterring und ein Seewasserring kenntlich.
- Fig. 14. Aal 9,5 cm lang, 1910 eingesetzt, Otolith 0,82 mm groß, Vergr. 36mal. Zwei Winterringe kenntlich (Seewasserring nicht).
- Fig. 15. Aal 16,7 cm lang, 1909 eingesetzt, Otolith 1,13 mm groß, Vergr. 35mal. Drei Winterringe.
- Fig. 16. Aal 28 cm lang, 1908 eingesetzt, Otolith 1,98 mm lang, Vergr. 35mal. Vier Winterringe, ein Seewasserring deutlich.
- Fig. 17. Otolith eines ♀ Elbaals von 40,5 cm Länge vom 31. Mai 1912. Natürliche Größe 2,52 mm, Vergr. 33mal, zeigt sieben Winterringe, einen Seewasserring (zum Teil) und neues Wachstum am Rande.