HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY

18,592

GIFT OF

Harvard College Library

October 18, 1902.

M Z

18.592

OCT

1902

Die
Otolithen der Fische

in Bezug auf ihre Bedeutung
für Systematik und Altersbestimmung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt

von

Carlos Fryd

aus Altona.

Opponenten:

Herr Dr. phil. G. Hinze.

Herr Dr. Sc. J. F. Jenkins.

Herr cand. phil. M. Leschke.

Altona.

Druck von Chr. Adolff.

1901.

VERZEICHNIS
DER DRUCKSACHEN
FÜR DAS JAHRE 1901/1902

No. 7.
Rektoratsjahr 1901/1902.
Zum Druck genehmigt:
Dr. L. WEBER,
z. Z. Dekan.

Seinen lieben Schwiegereltern,
Herrn und Frau Kanzleirat Ebers,
in Dankbarkeit und Verehrung gewidmet

vom

Verfasser.

Harvard College Library

Mar, 31. 1902.

By Exchange.

Transferred to M. J.

Vorliegende Arbeit ist entstanden im Zoologischen Institut der Universität Kiel im Sommersemester 1900 und Wintersemester 1900/1901.

Die Anregung zu den Untersuchungen verdanke ich Herrn Professor BRANDT, der mir ebenfalls einen grossen Teil meines Materials zugänglich machte und durch mannigfache Ratschläge die Entwicklung und Gestaltung der Arbeit förderte. Ich spreche Herrn Professor BRANDT daher meinen wärmsten Dank aus. Ferner danke ich Herrn Dr. REIBISCH für die freundliche Anleitung, welche ich bei Beginn der betr. Untersuchungen seitens desselben empfing, wie auch für verschiedene Ratschläge in technischer Beziehung.

Die Gehörsteine der Fische haben in der Forschung eine verhältnismässig geringe Beachtung gefunden, da ihre Bedeutung für die Systematik und Biologie nicht erkannt bzw. nicht genug ihrer Wichtigkeit nach geschätzt wurde. Allerdings wird in einigen wenigen Arbeiten, welche im Laufe des vorigen Jahrhunderts erschienen, über Fischotolithen gehandelt, auch schon auf ihre Bedeutung für die Systematik hingewiesen, ja es wurde bereits 1838 von BRESCHET versucht, eine Einteilung sämtlicher Fische nach dem Gehörorgan vorzunehmen. Dennoch schief die Otolithenforschung immer wieder ein, so dass es nicht zu einer regelrechten Weiterführung und Förderung dieses interessanten Gebietes kommen wollte.

Betreffs näherer Ausführungen über die historischen Verhältnisse hinsichtlich der Kenntnis der Otolithen verweise ich auf die Arbeit von ERNST KOKEN: Ueber Fischotolithen, insbesondere über diejenigen der norddeutschen Oligocänablagerungen (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1884), worin dieselben eingehend dargelegt sind.

Letztere Arbeit war es, welche in neuerer Zeit die Bearbeitung der Otolithenfrage wieder in Angriff nahm, im wesentlichen nach paläontologischer Richtung. Durch die umfangreichen Funde fossiler Otolithen, die stellenweise in ganzen Ablagerungen zusammen anzutreffen sind, ergab sich deren hohe Wichtigkeit für die Paläontologie, da sie Aufklärung geben können über zeitliches und örtliches Auftreten der einzelnen Fischarten, dann aber auch über die Entstehung der betreffenden Schichten.

Für paläontologische Zwecke also wandte sich KOKEN diesen Untersuchungen zu, die sich naturgemäss zwecks Gewinnung eines Vergleichsmaterials zunächst auch auf recente Fischotolithen erstreckte. — In der erwähnten Arbeit findet sich daher die Einzelbeschreibung einer Reihe recenter Formen, welcher die

Beschreibung der fossilen Formen folgt. Auch betont hierin KOKEN energisch die Bedeutung der Otolithen für die systematische Einteilung der Fische.

Im Jahre 1891 erschien von ihm in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft eine zweite Arbeit: Tertiäre Fischotolithen II. Beiden Arbeiten sind eine grosse Reihe schöner Abbildungen beigegeben.

In letzterer Schrift sind die Forschungen besonders nach paläontologischer Seite bedeutend erweitert, die Zusammenstellungen sind mehr systematisch geordnet, und zum Schlusse sucht KOKEN seine Resultate bereits für systematische und phylogenetische Zwecke zu verwenden. Er glaubt, die Knochenfische von den Clupeiden ähnlichen Vorfahren ableiten zu dürfen und giebt auch sonst mannigfache Schlussfolgerungen auf die Beziehung der Familien in sich (Arten) und unter einander. Da meine Untersuchungen sich zum grossen Teile auf andere Objecte beziehen, unterlasse ich es, an dieser Stelle auf seine Gesamtergebnisse näher einzugehen. — Die beiden Schriften KOKEN'S haben also nicht allein paläontologischen Wert, sondern sind auch in systematisch-zoologischer Hinsicht von Bedeutung.

In dem einen Teile meiner Arbeit teile ich die Ergebnisse mit, welche ich aus der Untersuchung der Otolithen einer grösseren Reihe von Knochenfischen in systematischer Beziehung gewonnen habe, und zwar sind die meisten und wichtigsten Knochenfische, welche in der Kieler Bucht und in und bei der Elbmündung auftreten, bezüglich ihrer Gehörsteine von mir untersucht worden. Zwar ist eine grössere Anzahl der von mir verwandten Otolithen bereits von KOKEN beschrieben und in vortrefflichen Abbildungen wiedergegeben, doch sind die Gesichtspunkte, welche mich leiteten, teilweise andere. Auch waren derartige Wiederholungen in der Behandlung des Stoffs nicht zu vermeiden. In der grösseren Arbeit werde ich KOKEN'S Ergebnisse in den einzelnen Fällen mit heranziehen.

Hinsichtlich ausführlicherer Einzelbeschreibungen der Otolithen in systematischer Reihenfolge (mit ergänzender Abbildung) muss ich auf die ausführlichere Arbeit verweisen, welche demnächst in einem Bande der „Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere“, erscheinen wird.

Ich betrachte es hier zunächst als meine Aufgabe darzuthun, dass die Zusammengehörigkeit der Gattungen und auch der Familien an den Gehörsteinen ausgeprägt ist, und weiterhin

umgekehrt, dass und wie aus der Beschaffenheit der Otolithen ein Schluss auf die Zusammengehörigkeit der Gattungen und Familien zu ziehen ist. Insbesondere werde ich versuchen, den Grad der Verwandtschaft der einzelnen Arten innerhalb der Gattungen, der Gattungen innerhalb der Familien festzustellen. Ich werde in der Beschreibung in mehreren Fällen zu zeigen haben, dass nach den Otolithen die Verwandtschaftsbeziehungen von nahestehenden Arten andere sind, als gewöhnlich angenommen wird.

Die Otolithen scheinen ausserordentlich geeignet zur Lösung phylogenetischer Fragen.

Was den zweiten Punkt meiner Arbeit betrifft, die Altersbestimmung der Fische nach den Otolithen, so ist es das Verdienst HENSEN'S, auf die Möglichkeit dieser Methode aufmerksam gemacht und die diesbezüglichen Forschungen angeregt zu haben. Es liegt bisher nur die Untersuchung einer einzigen Art vor, welche Dr. REIBISCH in ganz ausführlicher Weise angestellt hat. Die Arbeit ist überschrieben: Über die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen (Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland, Abteilung Kiel. Neue Folge. Band 4). Hierin ist die Möglichkeit der Jahresbestimmung aus der Schichtung der Otolithen bei *Pleuronectes platessa* darge-
gethan und die Art der Schichtung näher ausgeführt.

Die Möglichkeit, eine Altersbestimmung der Fische auszuführen, ist von hoher theoretischer und praktischer Bedeutung. REIBISCH weist gleich am Eingang seiner Arbeit darauf hin, dass bei den Schlussfolgerungen, welche man aus der mittleren Eizahl, die ein Fisch produziert, zusammengestellt mit der Bestimmung der in der See schwimmenden Eier und Larven, ziehen kann, eine Altersbestimmung unerlässlich ist, um Aufschluss zu gewinnen über Zunahme oder Rückgang des Bestandes. Dies ist klar, denn die erste Laichablage bringt durchschnittlich eine geringere Menge von Eiern, während die Eiproduktion in den folgenden Jahren zunimmt.

Die Methode bringt aber die Lösung für Fragen von allgemeiner Bedeutung. Zunächst ist es mit Hülfe derselben möglich, die Grössenverhältnisse (Länge, Gewicht etc.) der betreffenden Fischart in den einzelnen Jahrgängen, z. T. sogar in den einzelnen Monaten festzustellen und daraus Mittelwerte zu gewinnen.

Mit derartigen Bestimmungen hat man erst in neuerer Zeit energisch begonnen; es mussten aber immer Länge und Gewicht

der Fische die Anhaltspunkte geben, nach welchen man das Alter schätzte, und wie unsicher dies Verfahren ist, wird sich im Verlaufe der Arbeit zeigen. Wo sich aber nun die Otolithenmethode bewährt, ist die Altersbestimmung mit Sicherheit auszuführen.

Stellt man die Untersuchungen an verschiedenen Küsten, in verschiedenen Meeren an und gewinnt Mittelwerte für die einzelnen Jahrgänge bzw. Monate, so kann man nun erst Schlussfolgerungen ziehen auf das Grössen- und Wachstumsverhältnis der betreffenden Art in den verschiedenen Meeresgebieten; erst nach Vergleich der Altersstufen ist man berechtigt, von kleineren und grösseren Varietäten einer Art in verschiedenen Meeren zu sprechen. Ferner wird man mittelst der Methode bei Durchführung der Untersuchungen an demselben Orte während mehrerer Jahre feststellen können, ob eine durchschnittliche Zunahme oder Abnahme der Grösse in den einzelnen Jahren stattfindet, woraus sich wiederum ein Schluss auf Gunst oder Ungunst der äusseren Lebensbedingungen ergibt.

Weiterhin ist es sehr wichtig, dass man durch die Methode in die Lage kommt, den Zeitpunkt der ersten Eireife mit Sicherheit zu bestimmen. Bei einer Reihe von Fischen, z. B. den Dorschen, Heringen u. a. m., finden sich vielfach über diesen Punkt widersprechende Angaben, während die Bestimmung nunmehr, sobald bei einer Art die Jahresschichtung der Otolithen festgestellt ist, mit Sicherheit vorgenommen werden kann.

Betreffs der Beziehung der Otolithen zum Gehörorgan kann ich im allgemeinen auf KOKEN verweisen, der diesen Ausführungen einen längeren Abschnitt seiner ersten Arbeit widmet. Ich hebe nur einige Punkte hervor.

Von eigentlichen Otolithen kann nur bei den Knochen- und z. T. den Ganoidfischen die Rede sein; bei Cyklostomen und Knorpelfischen findet sich nur die sog. Otoconie, d. h. locker zusammengehäufte, krümelige Kalkteilchen. Der Gehörsack der Knochenfische, welcher aus dem Utriculus mit den drei halbzirkelförmigen Kanälen und dem Sacculus besteht, enthält drei Gehörsteine: im Sacculus liegt mit meist konvexer Innen-, konkaver Aussenfläche die Sagitta; eine hintere Ausbuchtung desselben, die sog. *Lagena*, enthält den Asteriscus, und im vorderen, erweiterten Teile des Utriculus liegt der Lapillus, der aber häufig nur aus Kalkkörnchen oder zuweilen auch aus einer mehr organischen Substanz besteht, jedenfalls stets klein und winzig bleibt. Auch der Asteriscus bleibt meist recht klein; an Grösse

und wahrscheinlich auch in der Funktion hat weitaus die höchste Bedeutung bei den meisten Fischen die Sagitta. Da letztere für die erwähnten Zwecke in der Regel allein oder doch weitaus am wesentlichsten von Wichtigkeit ist, so beschäftigen sich die folgenden Ausführungen der Hauptsache nach nur mit diesem Steine; nur bei manchen Arten werden auch die anderen Steine (besonders der Asteriscus) mit verwandt. — Abweichend ist die Ausbildung des Gehörorgans und der Otolithen bei den Cyprinoiden.

Die Lage der Sagitta (ausser bei Cyprinoiden) zum Gehirn ist derart, dass die Steine beider Seiten längs der *Medulla oblongata* liegen, und zwar konvergieren sie nach oben (dem verlängerten Marke) zu, divergieren nach unten; das Ganze ist vergleichbar mit dem Dache eines Hauses, dessen First die *Medulla* bildet, während die Aussenflächen der Steine die schräg abfallenden Flächen darstellen.

Der *Nervus acusticus*, welcher seitlich an der *Medulla* zwischen *Nerv. trigeminus* und *Nerv. vagus* entspringt, teilt sich in den vorderen, stärkeren *Ramus vestibularis* und den hinteren *Ramus cochlearis*. Die Endverzweigungen liegen in der *Macula acustica*, einem länglichen gelben Fleck in der Längsachse der Innenwand des Gehörsacks, welche aus dem derberen „Spindelknorpel“ besteht. Die Nerven treten also nicht unmittelbar an den Otolithen, jedoch steht die *Macula* mit dem *Sulcus acusticus* an der Innenfläche des Otolithen in Verbindung durch die *Membrana tectoria*, ein Häutchen, welches die Innenfläche des Steins überzieht.

Über die Funktion der Otolithen besteht noch keineswegs volle Klarheit. Seiner Zeit nahm man sogar an, dass die Steine den Tod des Tieres herbeiführten, indem sie allmählich ins Gehirn hineinwüchsen. Man nahm in neuerer Zeit gewöhnlich an, dass die Otolithen zur Verstärkung der Schallwellen bei Wasseraufenthalt dienen, da ihr Vorkommen an den Aufenthalt im Wasser als Bedingung geknüpft ist.

Ich möchte an dieser Stelle eines Versuchs Erwähnung thun, den ich an zwei lebenden Fischen angestellt habe. Es wurden hierzu Kaulbarsche gewählt, da bei diesen die Otolithen gross und verhältnismässig leicht zu erreichen sind. Man braucht nur den Kiemendeckel hoch zu heben und mit einem Haken die Kiemen bei Seite zu ziehen; wenn man dann mit einem kleinen, scharfen Skalpell das Periost fortnimmt, kann man den Stein klar durchschimmern sehen und nach Spaltung der *Bulla ossea* leicht hervorholen. Man muss sich nur hüten, die Kiemenarterie zu verletzen, da sonst die Übersicht verloren geht.

Zwei lebend gekaufte Kaulbarsche wurden zunächst wieder ins Wasser gesetzt, bis sie sich erholt hatten. Darauf wurde unter möglichst grosser Schonung zuerst der rechte Otolith entfernt. Wieder ins Wasser gesetzt, neigten sich die Fische vollkommen auf die linke, also entgegengesetzte Seite, und zwar so weit, dass die linke Körperseite mit dem Wasserspiegel etwa einen Winkel von 25—30° bilden mochte, ziemlich ebenso gross wie der Winkel, welchen der Otolith mit dem Gehirn bildet. Nun wurde auch der Otolith der anderen Seite entfernt. Bei dem ersten, kleineren Fisch misslang der Versuch; die Pincette glitt aus und verursachte einen Einstich ins verlängerte Mark, worauf unter krampfartiger Erschütterung des ganzen Körpers sofort der Tod eintrat. Bei dem anderen Tier gelang die Entfernung dagegen gut. Zunächst legte sich nun dasselbe etwas mehr wieder auf die rechte Seite, blieb aber auch auf der linken Seite eine Zeit lang liegen; es schien jedes Gefühl für Gleichgewicht verloren zu haben. Später ergab der Versuch an einem dritten Exemplar dasselbe Resultat. Nachträglich hörte ich, dass ähnliche Experimente auch bereits von anderer Seite angestellt seien.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dass die Otolithen beim Gleichgewicht eine wesentliche Rolle spielen. Um über die Funktion der Otolithen ein ganz feststehendes Resultat zu erlangen, dürfte es nötig sein, Exemplare verschiedener Arten dem Experiment zu unterwerfen.

Bei den Plattfischen, bei welchen ja eine vollständige Aenderung der Gleichgewichtslage schon früh im Leben stattgefunden hat, ist im Zusammenhang damit auch eine Aenderung in der Schichtenanlage der Otolithen eingetreten. Auf der blinden Seite sind die Schichten regelmässig concentrisch, auf der Augenseite excentrisch angeordnet.

Ferner -- welchen Einfluss haben die verschiedenen Otolithen? Für die Untersuchung dürfte sich vielleicht das Gehörorgan grösserer Hechte eignen. Auch müsste das Experiment bei den Cyprinoiden stattfinden (an Sagitta und Asteriscus), wo es jedoch nicht leicht auszuführen sein wird.

Sind nun die Otolithen Gleichgewichtsorgane, so ist damit durchaus nicht ausgeschlossen, dass sie auch dem Gehör dienen; dies ist sogar meiner Meinung nach als sicher zu betrachten wegen ihrer Beziehung zu den Nerven.

Woraus besteht ein Otolith? — Nach REIBISCH setzt sich derselbe zusammen aus amorphem Kalk und einer noch nicht näher bekannten organischen Substanz. Das Mengenverhältnis beider

Substanzen zu einander wechselt in hohem Grade je nach der Art. Augenscheinlich bildet die organische Substanz, die man nach Auflösung des Kalks in einer Säure, z. B. Salzsäure, zurückbehält und färben kann, die Grundlage, welche sich mit Kalksalzen imprägniert.

Hinsichtlich der inneren Struktur eines Otolithen ist zu bemerken, dass sich derselbe aus einzelnen Stäbchen zusammensetzt, welche vom Mittelpunkte bezw. der Centralspindel ausstrahlen. Mit Rücksicht auf die verschiedene Anordnung der Bündel in den Sagitten lassen sich, soweit meine Beobachtung reicht, drei Grundformen der Skulptur unterscheiden (KOKEN unterscheidet bereits den faltigen und den tuberkulären Typus):

1. der spindelförmig-tuberkuläre Typus (typisch *Gadus morrhua*). Hier strahlen die Stäbchen alle von einer Spindel aus, liegen aber nicht alle in einer Ebene, sondern nach verschiedenen Richtungen, so dass sich besonders an der Aussenseite oft Kuppen bilden;

2. der spindelförmig-faltige Typus, bei welchem die Stäbchen alle in einer Ebene liegen (typisch *Perca fluviatilis*);

3. der strahlig-cyklische Typus, bei welchem die Stäbchen alle in einer Ebene liegen und vom Mittelpunkte ausstrahlen. (Sagitta der Cyprinoiden).

Die Skulpturformen sind übrigens nicht immer ganz scharf in der beschriebenen Weise ausgeprägt, sondern zuweilen stark verwischt. — In enger Verbindung mit den Skulpturformen steht die Beschaffenheit der Oberfläche und des Randes. Da die Innenseite eng begrenzt ist, bleibt dieselbe meist ziemlich glatt, während die Zunahme im wesentlichen an der Aussenseite erfolgt, wo sich daher die Skulptur deutlich abzeichnet. Der Rand ist unten in der Regel ziemlich glatt wegen der Begrenzung durch den Knochen, oben dagegen, wo die Anlagerung erfolgt, bald fast glatt, bald feiner oder gröber gekerbt, gezähnt oder gelappt.

Das Wachstum eines Otolithen erfolgt durch concentrische Schichtenanlagerung. Bei den meisten Arten zeigt sich, dass periodenweise stärker organische Substanz enthaltende Schichten mit mehr kalkhaltigen abwechseln. Bei durchfallendem Lichte erscheinen die ersten dunkel, die zweiten (die mehr kalkhaltigen) hell; in derselben Weise sind sie auch bei REIBISCH bezeichnet. Ich behalte die Bezeichnungen „dunkel“ und „hell“ in derselben Auffassung bei, obgleich ich die Betrachtung der Steine in den meisten Fällen bei auffallendem Lichte für günstiger halte, wobei sich eigentlich die Verhältnisse umkehren. Um Zweifel zu vermeiden, betone ich also noch, dass ich die dickmilchig weiss erscheinenden,

mit mehr organischer Substanz versehenen Schichten als „dunkel“ anführe. Als das für die Betrachtung günstigste Medium habe ich das *Xylol* gefunden, welches vortrefflich aufhellt und die Schichten sehr deutlich hervortreten lässt. Fast am deutlichsten ist die Uebersicht jedoch, wenn die Steine noch im Gehörsaft liegen, so dass man bei grösseren Otolithen bereits nach Freilegung *in situ* die Schichten sehr gut erkennt, ebenfalls unmittelbar nach dem Herausnehmen, ohne sie abzutrocknen.

In sehr vielen Fällen ist die Betrachtung ohne weitere Präparation möglich. Bei den Otolithen einer Reihe von Arten findet sich aber eine so starke Beimengung organischer Substanz, verbunden mit starker Dickenzunahme, dass durch die Überlagerung der Schichtenwechsel verwischt wird. In solchen Fällen ist ein Schliff nötig. Sehr häufig genügt es, das Centrum der gewölbten Fläche etwas anzuschleifen. Bei stark gekrümmten Steinen, z. B. den Otolithen von *Gadus morrhua*, habe ich es zweckmässig gefunden, um alle Schichten auf einer Fläche zu erhalten, die obere Hälfte der gewölbten Fläche schräg nach dem Rande zu anzuschleifen, was ganz gut zwischen den Fingern möglich ist und ein gutes Uebersichtsbild liefert.

Die Art der Schichtung kann nun ja nach dem Grade der Beimengung organischer Substanz sehr verschieden sein. Entweder es finden sich ziemlich kompakte, dunkle Schichten, regelmässig abwechselnd mit gut abgesetzten hellen, oder es finden stärkere Übergänge statt; zuweilen sind die Steine im ganzen hell und zeigen ziemlich unregelmässig eingelagerte, dunkle Massen oder Streifen; bei anderen zeigen sich überhaupt keine schärferen Unterschiede. Jedenfalls kommen hier die mannigfachsten Modifikationen vor. Je nach diesen Verhältnissen richtet sich die Möglichkeit bzw. Schwierigkeit der Altersbestimmung. Am leichtesten ist dieselbe natürlich in Fällen der ersterwähnten Art.

Welche Factoren den Schichtenwechsel bewirken, ist noch nicht aufgeklärt. REIBISCH sieht als einen Hauptfaktor die Temperatur an, da, wie SIMROTH betont, für die Kalkablagerung ein relativ hohes Temperaturoptimum nötig sei. Nun ist, wie REIBISCH weiter ausführt, in der zweiten Hälfte des Jahres in der Tiefe, in welcher sich die Butt in der Ostsee aufhalten, die Temperatur höher, als in der ersten Hälfte des Jahres; zu dieser Zeit erfolgt aber die Anlage der hellen Schicht, während mit dem Eintreten der niederen Temperatur die dunkle Schicht einsetzt.

Dass die Temperatur einen grossen Einfluss hat, möchte

auch ich annehmen, weil sich ähnliche Verhältnisse wie beim Butt/auch bei anderen Arten konstatieren lassen.

Es mögen vielleicht auch noch andere Umstände in Betracht kommen, wie der Salzgehalt, worüber sich bereits bei REIBISCH eine Notiz findet, dann der Gehalt des Wassers an Kalksalzen, vielleicht auch die Beschaffenheit der Nahrung etc.

Bei der systematischen Beschreibung sind drei Punkte zu berücksichtigen:

- I. Beschreibung der Form und der Lage *in situ*.
- II. Zusammenstellung der Grössenverhältnisse der Otolithen mit denen der Fische.
- III. Beschreibung der inneren Struktur und Schichtung.

Letzteren Punkt hält KOKEN für unwichtig bei der Systematik; er ist es aber nicht, sondern hat auch in dieser Beziehung eine hervorragende Bedeutung.

In der Nomenklatur behalte ich die von KOKEN eingeführten Bezeichnungen bei. Ich unterscheide also an einem Otolithen ein vorderes und hinteres Ende, einen dorsalen und ventralen Rand, eine Innen- und Aussenfläche. An der Innenfläche befindet sich der *Sulcus* (sc. *acusticus*), die Nervenrinne, welche in der Längsrichtung des Steins verläuft; sie ist eingeschlossen von den beiden mehr oder weniger erhabenen Cristen. Über der oberen Crista liegt fast stets eine Vertiefung, die Area; bei starker Ausbildung der unteren Crista findet sich eine solche auch zuweilen unter dieser. Durch eine Einschnürung der Cristen, die in den meisten Fällen in mehr oder weniger starker Ausbildung vorhanden ist, zerfällt der Sulcus in einen hinteren und vorderen Teil, die Cauda und das Ostium, welche bald geschlossen, bald offen endigen. Cauda und Ostium sind zuweilen von je einer kleinen Erhabenheit ausgefüllt, dem Colliculum.

Am vorderen Ende des Steins findet sich ein bald tiefer und scharfer, bald flacherer Einschnitt, in welchen meist das Ostium ausmündet, die *Excisur*. Diese bedingt zwei Vorsprünge, die im Zusammenhang mit ihr bald stark, bald geringer ausgebildet sind, das *Rostrum* und *Antirostrum*.

Das meist bedeutend stärkere *Rostrum* bildet die Verlängerung der unteren, längsten und meist nur schwach gekrümmten Kante, das kleinere, oft ganz unbedeutende *Antirostrum* ist das Ende der oberen, kürzeren und meist stärker gekrümmten Kante. — An der Aussenfläche des Steins finden sich häufig typische Erhabenheiten, die bald die Gestalt einer oder mehrerer Kuppen, bald mehr eines nahe dem unteren Rande sich erstreckenden Höhenzuges annehmen; diese Bildung bezeichne ich „*Mons*“.

Die Beobachtung aller dieser Teile, besonders des *Sulcus* mit seinen *Appendices*, liefert gute Merkmale für die Systematik.

Die Lage der Otolithen *in situ* ergibt sich im wesentlichen aus den angeführten Bezeichnungen.

Wie schon bemerkt, sind die Steine meist etwas gekrümmt, entweder in Bezug auf die Längsachse oder auf die Querachse oder auf beide, und zwar liegt die konvexe Seite nach dem Gehirn zu; es kommen jedoch auch platte Steine vor und sogar solche, bei denen die Innenfläche ganz platt, die äussere gewölbt ist (z. B. beim Stint).

Der Kern der Schichtung liegt in der Regel (nicht immer z. B. Aal) dem unteren Rande genähert, da wegen der engen Begrenzung des letzteren die stärkste Anlage am oberen Rande erfolgt. Nach diesem zu ist deshalb der Schichtenwechsel am besten zu übersehen, während in der unteren Hälfte die Schichten meist zu eng aneinanderliegen. In den meisten Fällen eignet sich die Aussenfläche am besten zur Betrachtung, nur in wenigen die innere.

Betreffs der Altersbestimmung ist noch im allgemeinen zu bemerken, dass in den meisten Fällen, wo dieselbe bisher als gesichert bzw. sicher möglich erscheint, in der ersten Hälfte des Jahrgangs eine dunkle, in der zweiten eine helle Schicht sich anlegt. Die helle Schicht scheint sich im allgemeinen unter Einfluss höherer Temperaturen, die dunkle bei Aufenthalt des Fisches in kühlerem Wasser auszubilden. — Dass die Schichtung der Otolithen solcher Arten wirklich eine Jahresschichtung ist, beweist die durchgeführte Beobachtung an sich. Bei der Prüfung handelt es sich im wesentlichen darum festzustellen, wie weit die Bildung des ersten Jahres reicht. Als

einfachstes Resultat wäre zu erwarten ein dunkles Centrum mit umgebender heller Schicht, wie es sich auch häufig findet (z. B. *Gadus morrhua*). Nun aber bedingt die Zeit des Larvenlebens gewisse besondere Lebensverhältnisse, deren Einfluss sich an den Otolithen zeigt. Bei *Pleuronectes platessa* z. B. hat REIBISCH festgestellt, dass sich der Kern zusammensetzt aus einem dunklen Punkt, schmaler hellerer Partie und abschliessendem dunklen Streifen, worauf dann die gewöhnliche helle Schicht der zweiten Jahreshälfte folgt. Ähnliche Verhältnisse finden sich auch bei anderen Fischen, doch liegen die drei erstgenannten Abschnitte meist so eng an einander und sind häufig bereits im zweiten Jahre nicht mehr deutlich getrennt, dass ich es für zweckmässig halte, auch in solchem Falle meist nur von einem dunklen Kern zu sprechen, dessen Beschaffenheit besonders erwähnt werden kann. Bei *Pleuronectes* sind allerdings unter Umständen die Parteen des Kerns recht gut geschieden, dennoch sind die erwähnten Anlagen durchaus nicht mit den übrigen Schichten gleichwertig noch gleichbeschaffen. — Liegen in den Jugendstadien der Fische besondere Verhältnisse vor, so finden sich die Spuren auch an den Otolithen, wie bei *Zoarces viviparus*, wo die Jungen längere Zeit im Mutterleibe getragen werden. (Näheres s. dort).

Die Beschaffenheit des Kerns (Durchmesser der einzelnen Parteen) bietet jedenfalls, wie REIBISCH betont, noch in späteren Jahren die Möglichkeit, einen Schluss auf die Zeit des Ausschlüpfens des Tieres zu ziehen (die Laichzeit erstreckt sich ja meist über mehrere Monate), was für die Erklärung schwankender Grössen in gleichen Jahrgängen von Diensten sein kann.

Um die Möglichkeit der Altersbestimmung vollkommen gesichert darzuthun, ist eigentlich bei jeder einzelnen Art eine Reihe grösserer Untersuchungen nötig. Diese konnten natürlich nicht bei allen untersuchten Arten angestellt werden. Umfangreichere Ausführungen gebe ich daher nur bei einzelnen Arten, worunter eine besonders eingehende Bearbeitung *Gadus morrhua* gefunden hat. In einer Reihe anderer Fälle halte ich mich jedoch für berechtigt, trotz geringerer, ja einzelner Beobachtungen vergleichsweise Schlüsse mit einiger Sicherheit auszusprechen, (z. B. bei Arten einer Familie, oder wenn bei deutlicher Schichtung Exemplare aus entsprechenden Zeitpunkten — etwa zwei Halbjahren — vorhanden sind, oder bei auffallender Identität der Schichtung mit derjenigen bei anderen Arten, bei deren Otolithen die Jahresschichtung sicher festgestellt ist. Dies entbindet aller-

dings nicht von einer späteren Sicherung des Resultats durch weitere Forschung. In vielen Fällen begnüge ich mich vorläufig, auf die Möglichkeit bezw. grössere oder geringere Schwierigkeit der Altersbestimmung hinzuweisen.

Die Systematik und die Altersbestimmung sind in dieser Arbeit in zwei getrennten Abschnitten behandelt. In der Ausführung ist die übliche Reihenfolge, wie sie sich z. B. bei MÖBIUS und HEINCKE findet, beibehalten, abgesehen von einigen Umstellungen innerhalb mehrerer Familien, welche aus sachlichen Gründen geboten schienen.

A. Systematischer Teil.

Physoclisten.

Percidae.

An den Otolithen der drei untersuchten Gattungen *Perca*, *Lucioperca*, *Acerina* — vertreten durch die Arten *Perca fluviatilis*, *Lucioperca sandra*, *Acerina cernua* — ist die Zusammengehörigkeit

Lucioperca sandra. Vgr. 5.
Länge des Fisches = 27,5 cm.

Acerina cernua. Vgr. 5.
Länge des Fisches = 20,3 cm.

dieser Fische gut ausgeprägt. Die Otolithen sind sämtlich relativ gross; eine ganz auffallende Grösse besitzt derjenige von *Acerina*. Bei allen hat der Stein eine annähernd ellipsoide Gestalt, die bei *Perca* und *Lucioperca* schmaler und langgestreckt, bei *Acerina* breiter ist. Am schlanksten ist die Form bei *Lucioperca*, obere und untere Kante sind hier sehr schwach gekrümmt; bei *Perca* ist der Stein schon breiter, besonders die obere Kante ist stärker gekrümmt. Viel gedrungener ist der Otolith von *Acerina*, dieser ist fast eiförmig, sehr breit und dick; beide Kanten sind stark gekrümmt. Es besteht bei allen Steinen eine schwach längs-konkave Krümmung, mit welcher bei *Acerina* eine schwache Quer-Konkavität verbunden ist; bei letzterer Art ist die Innenfläche des Steins buckelförmig verdickt. — Recht ähnlich ist die Form des Suleus, welcher bei allen tief ausgehöhlt und ohne Collicula ist. Eine Einschnürung ist in der Mitte sehr schwach markiert. Die Cauda ist deutlich geschlossen, während das Ostium erweitert

und offen in die Excisur ausläuft. Während bei *Perca* und *Lucioperca* ein Unterschied im Sulcus kaum aufzufinden ist, ist derselbe bei *Acerina* etwas breiter und in der Cauda früher abgeschlossen. Die Einschnürung ist durch einen Vorsprung der unteren Crista ein wenig schärfer. Die Cristen sind stets stark aufgeworfen, am schärfsten bei *Acerina*. Über der Mitte der oberen Crista liegt bei allen Steinen eine deutliche Area. — Die Excisur an der Mündung des Ostium ist scharf, wenn auch nicht tief. Das Rostrum, die Verlängerung des unteren Randes, ist stark und weit vorspringend. Am schärfsten läuft es zu bei *Lucioperca*, etwas stumpfer und breiter ist es bei *Perca*, bei *Acerina* ist es kürzer, aber stark und spitz und schnabelförmig nach oben gebogen. Das Antirostrum ist klein, bei *Perca* und *Lucioperca* stumpf und kaum abgesetzt, bei *Acerina* deutlicher und spitzer. An der fast glatten Aussenfläche verläuft eine flache Rinne von der Excisur zum Centrum. Der Mons ist durch einen feinen, in der Medianlinie vom hinteren Ende bis ins Rostrum verlaufenden Strich angedeutet. Die Skulptur zeigt den spindelförmig-faltigen Typus. Der untere Rand ist ziemlich glatt, der obere unregelmässig, bei *Acerina* etwas regelmässiger gelappt. Es besteht eine verhältnismässig geringe Einlagerung organischer Substanz, weshalb die Otolithen ziemlich hell und getrübt glasartig erscheinen. Die verschiedenen Schichten sind nicht scharf von einander abgesetzt. Die Übergänge sind stark verwischt bei *Perca*, ein wenig deutlicher bei *Lucioperca*; bei *Acerina* jedoch ist der Schichtenwechsel einigermaßen zu übersehen.

Die Betrachtung der Otolithen hinsichtlich der Form wie der Schichtung zeigt augenfällig die Zusammengehörigkeit dieser Arten, doch besteht danach sicher eine weit nähere Verwandtschaft zwischen *Perca* und *Lucioperca*, während *Acerina* mehr isoliert steht.

Scorpaenidae.

Sebastes marinus.

Nach den Otolithen ist auf eine gewisse Beziehung dieser Art zu den *Perciden* zu schliessen. Der Stein ist sehr gross, Sulcus und Cristen sind ähnlich wie bei den Barschen. Das Rostrum ist ungemein kräftig, lang und scharf, nach oben gekrümmt; auch das kleinere Antirostrum ist recht kräftig. Die Excisur ist breit und tief. Es besteht der faltige Typus der Skulptur. Die Schichtung besteht aus vielen schmalen, nicht scharf abgesetzten Streifen. Gerade diese Schichtung deutet auf eine Beziehung zu den *Perciden* hin.

Carangidae.

Caranx trachurus.

In der Form zeigt der Otolith einige Beziehung zu dem vorigen, doch nur so weit, dass auf die Zusammengehörigkeit der Fische zu einer grossen Klasse zu schliessen ist. Er ist gross und dick. Das Rostrum ist ungemein stark, weit vorspringend und spitz, etwas nach oben gekrümmt. Das Antirostrum ist klein und spitz. Der Sulcus ist tief, ohne Collicula, ohne merkliche Einschnürung; im hinteren Teile ist er nach unten geknickt. Dieses Merkmal findet sich in ähnlicher Weise bei der folgenden Art *Scomber scomber* und dürfte auf eine gewisse Annäherung dieser beiden Arten hinzeigen, wenn auch die relative Grösse der Steine nicht unerheblich verschieden ist. — Der faltige Typus der Sculptur erscheint ziemlich verwischt. Die Schichtung ist nicht sehr übersichtlich, doch sind einzelne Abschnitte zu unterscheiden.

Scomberidae.

Scomber scomber.

Auf die Beziehung, welche nach der Gestalt des Sulcus zu *Caranx* zu bestehen scheint, ist schon hingewiesen. Der Stein ist jedoch bedeutend kleiner. Die Schichtenanlage zeigt Ähnlichkeit mit derjenigen bei *Perca* und *Lucioperca*.

Cataphracti.

Von den Panzerwangen kommen drei Gattungen in der Ostsee vor: 1. *Cottus*, 2. *Agonus*, 3. *Trigla*. Von *Cottus* sind vier Arten vorhanden, doch besitze ich nur die Otolithen von *C. scorpius* und *C. bubalis*. Von *Agonus* ist nur eine Art: *Agonus cataphractus*, vertreten; hiervon sind Exemplare vorhanden. Ebenso liegen mir die Otolithen beider Arten von *Trigla* (*Trigla gurnardus* und *Tr. hirundo*) vor.

Bei einem allgemeinen Vergleiche der Otolithen zeigt sich eine enge Annäherung von *Cottus* und *Agonus*, besonders die Otolithen von *Cottus scorpius* und *Agonus* zeigen eine auffallende Ähnlichkeit sowohl in der ganzen Gestalt, wie auch im Verlauf der Nervenrinne und in der Schichtung. Der Otolith von *Cottus bubalis* zeigt in der Form, wie im Verlauf des Sulcus charakteristische Eigentümlichkeiten. Der Sulcus ist am hinteren Ende etwas nach unten geknickt; das hintere Ende des Steins ist etwas mehr verschmälert und länger als bei *C. scorpius*. Die Excisur ist schärfer und breiter, besonders das Antirostrum besser abgesetzt. Dennoch ist die Grundform der Otolithen bei beiden

Arten dieselbe. Auch der Sulcus hat, abgesehen von der schwachen Knickung im hinteren Teile bei *C. bubalis*, dieselben Kennzeichen. In beiden Fällen besteht nur eine ganz sanfte Verengung desselben, bedingt durch eine sehr flache, nicht eckige Vorwölbung der unteren Crista. Die Cauda ist weit vor dem hinteren Rande geschlossen, das Ostium läuft schwach erweitert und offen in die Excisur aus. Auch in der Schichtenanlage finden sich dieselben Grundzüge. Die einzelnen Schichten sind recht kompakt, dunkle und helle Parteen klar von einander abgesetzt, doch scheint die Einlagerung organischer Substanz bei *C. scorpius* stärker zu sein. — *Agonus* zeigt, wie gesagt, in der äusseren Form seines Otolithen auffallende Ähnlichkeit mit *C. scorpius*. Auch der Sulcus ist ganz gleich angelegt. Ganz besonders auffallend ist aber die gleiche Schichtenanlage. — Recht isoliert steht nach den Otolithen innerhalb der Familie die Gattung

Trigla gurnardus.

Vgr. 5.

Länge des Fisches 30,0 cm.

Trigla sowohl hinsichtlich der ganzen Form, des Sulcus etc., wie auch besonders der Schichtung. Andererseits besitzen die Otolithen der beiden Arten *Tr. gurnardus* und *Tr. hirundo* sehr grosse Ähnlichkeit, so dass sie bei oberflächlicher Betrachtung kaum zu unterscheiden sind. Die Steine haben die Gestalt eines Dreiecks, dessen untere Kante die längste ist. Die Excisur ist scharf und tief, Rostrum und Antirostrum stark und spitz. Der Sulcus ist breit und tief, in der Mitte kräftig eingeschnürt. Das Ostium mündet erweitert und offen in die Excisur, die Cauda erweitert sich sackförmig und ist unmittelbar am hinteren Rande geschlossen. Die Einschnürung des Sulcus ist bei *Tr. gurnardus* stärker als bei *Tr. hirundo*. Vor allem aber ist die Area über der oberen Crista bei der ersteren Art sehr tief und ausgehöhlt, bei *Tr. hirundo* dagegen flach, woran die Otolithen sicher zu unterscheiden sind. — Die Schichtung ist ganz eigentümlich. Es besteht eine ziemlich geringe Einlagerung organischer Substanz. Die einzelnen Parteen sind wenig abgesetzt und nicht kompakt; die Zusammensetzung aus vielen feinen Streifen ist deutlich sichtbar. — Nach allen diesen Kennzeichen ist *Trigla* bezüglich der Otolithen von den übrigen Gattungen geschieden, so dass auf eine isolierte Stellung innerhalb der Familie zu schliessen ist.

Gobiidae.

Es sind Otolithen von den drei Arten: *Gobius niger*, *Gob. minutus*, *Gob. Ruthensparri* vorhanden.

Gobius minutus. Vgr. 18.
Länge des Fisches = 5,2 cm.

Die Verwandtschaft der drei Arten tritt an den Otolithen augenfällig hervor. Dieselben sind gegenüber denjenigen anderer Familien sehr charakteristisch unterschieden, weshalb bezüglich derselben die *Gobiidae* unter den bisher untersuchten Stachelflossern die am meisten isolierte Gruppe darstellen. Die Steine sind ziemlich platt und haben eine viereckige Form, diese bildet bei *Gob. niger* ein schiefes Parallelogramm, dessen unterer Rand nach vorn, oberer Rand nach hinten verschoben ist. Bei *Gob. minutus* ist der Stein ziemlich quadratisch, bei *Gob. Ruthensparri* rechteckig bis quadratisch. Der Sulcus hat die Gestalt einer Fischblase mit dem grösseren Abschnitt nach vorn. Er ist an beiden Enden geschlossen, die Einschnürung ziemlich stark. Sein Verlauf hat die Richtung von hinten oben nach unten vorn. Die Otolithen der beiden ersten Arten sind ansehnlich, von *Gob. Ruthensparri* jedoch recht klein. Es scheint jedoch eine noch engere Beziehung zwischen *Gob. minutus* und *Gob. Ruthensparri* zu bestehen. — Die Schichtung ist übersichtlich; es besteht bei allen Arten, soweit bisher ersichtlich, dasselbe Prinzip. Der Kern ist hier etwas nach hinten verschoben, umgekehrt wie sonst Regel. Die Schichten sind nicht sehr kompakt, sondern es finden weitgehende Übergänge statt.

Discoboli.

Liparis vulgaris

Eine nähere Beziehung für *Liparis* ist nach den Otolithen noch nicht zu finden; am ehesten scheint eine solche zu *Zoarces* zu bestehen. Der Otolith ist klein. Die Gestalt ergibt ungefähr ein vorn schmaler zulaufendes Oval. Die Excisur ist scharf, wenn auch nicht sehr tief, das Rostrum stark und kräftig vorspringend. Der Sulcus ist schmal, ohne Collicula; er läuft vorn offen in die Excisur aus, ist hinten dagegen weit vor dem Rande des Steins geschlossen. Der Stein ist platt. Die Skulptur zeigt den faltigen Typus. Die einzelnen Schichten sind ziemlich gut getrennt.

Blenniidae.

Es kommen in Betracht vier Gattungen mit je einer Art: *Zoarces* (sc. *viviparus*), *Anarrhichas* (sc. *lupus*), *Stichaeus* (sc. *islandicus*) *Centronotus* (sc. *gunellus*).

Zoarces viviparus. Vgr. 18.

Länge des Fisches = 29,2 cm.

ohne Colliculum; er läuft vorn offen in die Excisur aus, welche stets deutlich, doch in verschiedenem Grade eingeschnitten ist. Das Rostrum ist immer gut ausgebildet, doch in der Form etwas verschieden. Es liegen ähnliche Verhältnisse vor in der Skulptur, Randbildung und Schichtenanlage. — Die Gestalt der Otolithen ist äusserst ähnlich bei *Stichaeus* und *Centronotus*. Die Gestalt ist etwa länglich oval, die Excisur flach, das Rostrum stumpf; es besteht eine recht starke Ausbildung der organischen Substanz. Diese Merkmale zeigen eine nähere Verwandtschaft zwischen diesen beiden Gattungen an. Eine etwas entferntere Ähnlichkeit besteht mit dem Otolithen von *Zoarces*, doch zeigt letzterer durch die stärkere Ausbildung des Rostrum und die geringere Ausbildung der organischen Substanz, wodurch eine mehr übersichtliche Schichtung entsteht, mehr eine Annäherung an *Anarrhichas*. Letztere Art zeigt also gewisse Beziehung zu *Zoarces*, steht aber innerhalb der Familie am isoliertesten, was sich durch das sehr lange, spitze Rostrum, die scharfe Excisur, die im übrigen mehr viereckige Gestalt und die eigentümliche Schichtenanlage ausprägt. — Trotz der Gattungsunterschiede tritt die Zusammengehörigkeit dieser Fische zu einer Familie an den Otolithen gut hervor.

Gasterostidae.

Zur Untersuchung gelangten die Otolithen von *Spinachia vulgaris* und *Gasterosteus aculeatus*.

Die Otolithen sind winzig klein, besonders bei *Gasterosteus*. An denselben ist die Zusammengehörigkeit der beiden Gattungen sehr deutlich ausgeprägt in der äusseren Form wie in der Schichtung. Die Gestalt ist viereckig, doch ergibt der Umriss bei *Spinachia* ein Rechteck, bei *Gasterosteus* dagegen mehr ein Quadrat. Ganz ähnlich ist der schmale und kurze Sulcus, welcher hinten weit vor dem Rande geschlossen ist, vorn dagegen offen in die flache Excisur mündet, ferner die Ausbildung des stumpfen Rostrums und Antirostrums, dann auch die faltige Skulptur und Randbildung. Auch in der Schichtung bestehen dieselben Grundzüge, doch ist dieselbe deutlicher bei *Spinachia*.

Labridae.

Otenolabrus rupestris.

Da ich von den *Labriden* nur *Otenolabrus* untersucht habe, so kann ich über diese Familie im allgemeinen nichts Näheres aussagen. Der Otolith von *Otenolabrus* ist klein. Das hintere Ende ist zu einem spitzen Schweife ausgezogen. Vorn ist der Stein breiter. Die Excisur ist breit, wenn auch nicht tief, das Rostrum kräftig, aber stumpf. Der Sulcus ist schmal, ohne Collicula mit flacher Einschnürung in der Mitte. Das Ostium läuft erweitert und ungeschlossen in die Excisur aus, die Cauda ist geschlossen. Die Skulptur zeigt den faltigen Typus; der Rand ist fast glatt, mit wenigen schwachen Kerben.

Scomberesocidae.

Belone vulgaris.

Eine nähere Beziehung lässt sich nach dem Otolithen bisher nicht sicher nachweisen. Derselbe zeigt nach Form und Verlauf des Suleus Aehnlichkeit mit demjenigen von *Ammodytes*, dessen Beschreibung weiter unten folgt. Es muss jedoch sehr zweifelhaft bleiben, ob hieraus ein Schluss auf eine nähere Beziehung der beiden Gattungen zu ziehen ist. — Der Stein von *Belone* ist dick und keilförmig, mit der Spitze nach vorn gewandt. Der Suleus zeigt eine deutliche Einschnürung, ist hinten geschlossen, vorn offen. Es besteht eine starke Einlagerung organischer Substanz, so dass die Schichtung stark überlagert ist. Die Skulptur zeigt etwas verwischt den tuberkulären Typus.

Gadidae.

Die Zusammengehörigkeit der untersuchten Gattungen (*Gadus*, *Merluccius*, *Lota*, *Raniceps*, *Motella*) zu einer grossen Familie ist an den Otolithen gut ausgeprägt. Die relative Grösse, die charakteristische Krümmung, die Ähnlichkeit in der Anlage des langen und breiten Suleus, vor allem auch die grob-tuberkuläre Skulptur, im Zusammenhang damit die Kerbung des Randes, ferner die Uebereinstimmung in der Schichtenanlage sind Merkmale, welche der ganzen Familie eigentümlich sind und dieselbe gegen andere Familien klar abgrenzen. — Unter sich geschlossen ist die Gattung *Gadus*. Dieser am nächsten steht *Merluccius*, welcher sich unmittelbar an *Gadus merlangus* anschliesst. Die Gattung *Lota* (*Lota vulgaris* und *Lota molva*) ist ebenfalls ziemlich in sich geschlossen. Eine gewisse Beziehung findet sich jedoch zwischen den Otolithen von *Lota vulg.* und *Raniceps*. Die Gattung *Motella* steht ziemlich isoliert und an der Grenze.

Gattung *Gadus*.

Unter den Otolithen der sechs untersuchten Arten besteht eine sehr grosse Ähnlichkeit, und doch sind stets charakteristische

Gadus morrhua. Vgr. 5.
Länge des Fisches = 29,0 cm.

Unterschiede vorhanden, welche eine Verwechslung unmöglich machen. Die ganze Form und Skulptur und vor allen Dingen der Verlauf des Sulcus zeigen die enge Verwandtschaft. Stets liegt das

breite Ende des Steins vorn, während sich derselbe nach hinten verjüngt. (Dies Merkzeichen findet sich in derselben ausgesprochenen Weise bei *Merluccius*). Die Grundform der Steine ist die eines Dreiecks, dessen längste Kante unten und kürzeste Kante vorn liegt. Von einer Excisur kann hier nicht die Rede sein, daher sind auch Rostrum und Antirostrum nicht abgesetzt. Sehr charakteristisch ist der Sulcus; er verläuft über die ganze Länge des Steins. Hinten treffen die Cristen erst in der Spitze zusammen, vorn vereinigen sie sich erst am äussersten Rande, lassen aber meist einen Verbindungskanal mit demselben offen. Man kann hier von einem halbgeschlossenen Ostium sprechen. Stets zeigt der Sulcus eine kräftige Einschnürung, die durch einen spitzen Vorsprung der unteren Crista bedingt wird. Ostium wie Cauda sind durch lange Collicula ausgefüllt. Bei den Steinen aller sechs Arten besteht der grob-tuberkuläre Typus der Skulptur; der Rand ist gekerbt. Die Einlagerung organischer Substanz ist sehr stark, die Schichtung meist stark überlagert. An der Aussenfläche setzen sich meist in der unteren Hälfte eine Reihe Tuberkelkuppen ab. Die konkave Krümmung ist in verschiedenem Grade ausgebildet, am stärksten bei *Gad. morrhua*, *Gad. virens*, *Gad. minutus*, weniger bei *Gad. merlangus*, *Gad. aeglefinus*, *Gad. pollachius*. — Innerhalb der Gattung stehen bezüglich der Otolithen sehr nahe *Gad. morrhua* und *Gad. virens*. Ferner zeigt der Otolith von *Gad. pollachius* gewisse Beziehung zu demjenigen von *Gad. aeglefinus*. *Gad. minutus* steht zwischen *Gad. virens* und *Gad. aeglefinus*. An der Grenze steht *Gad. merlangus*, zu welchem *Gad. aeglefinus* überleitet. Der Otolith von *Gad. merlangus* zeigt grosse Ähnlichkeit mit demjenigen von *Merluccius*, so dass hier eine gewisse Verbindung besteht.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Gadus morrhua</i>	406	29,0	182,9	11,0	4,48	1,7
» <i>aeglefinus</i>	79	24,0	106,0	10,2	3,88	1,82
» <i>minutus</i>	217	22,5	—	9,8	4,48	3,3
» <i>virens</i>	494	46,0	763,8	13,3	5,14	2,72
» <i>pollachius</i>	203	25,3	—	10,18	3,6	1,5
» <i>merlangus</i>	495	30,5	220,8	ca.14,5	4,81	1,7

Gattung *Merluccius*.

Merluccius vulgaris.

Der Otolith ist sehr gross. Er schliesst sich der Form nach an *Gad. merlangus* an. Auch hier liegt das breite Ende vorn, nach hinten läuft der Stein spitz zu. Der Suleus ist ganz ähnlich wie bei *Gadus*, doch ist das Ostium schon mehr ungeschlossen, die Cauda etwas weiter vor der Spitze geschlossen. Die Einschnürung ist sehr scharf. Skulptur und Schichtung sind ganz wie bei den vorigen.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Merluccius vulg.</i>	198	48,0	673,0	ca.19,0	7,25	1,6

Gattung *Lota*.

Die Gattung ist charakterisiert durch besondere, bei beiden untersuchten Arten (*Lota vulgaris* und *Lota molra*) übereinstimmende Merkmale. Der dreieckige Bauplan des Otolithen, wie er sich bei *Gadus* und *Merluccius* findet, ist hier fast ganz verwischt; die Form ähnelt mehr einem schwach geschweiften $\sim$. — Der untere Rand liegt, abgesehen von der Schweifung an den Enden, ziemlich in einer horizontalen Ebene, der obere dagegen ist stark gekrümmt, zuweilen noch mit Andeutung einer stumpfwinkligen Knickung. Der Mons ist bei beiden Arten nur durch eine ganz schwach erhabene Linie angedeutet. Die Form des Suleus ist im ganzen ähnlich in der Begrenzung durch die Cristen, welche denselben ganz kurz vor der Mitte durch eine schwache Vorwölbung einschnüren; von hier aus buchtet er sich nach beiden Seiten hin

aus. Die Cauda schliesst sich abgerundet unmittelbar vor dem hinteren Ende des Steins, während das Ostium ungeschlossen in den Rand ausläuft. Es kommen nur andeutungsweise Collicula vor. Die Excisur ist kaum oder gar nicht angedeutet, daher Rostrum und Antirostrum kaum abgesetzt. Die längs-konkave Krümmung ist ziemlich stark und steigt mit zunehmender Grösse des Steins. Die tuberkuläre Skulptur ist etwas verwischt, tritt jedoch in der Randkerbung deutlich hervor. — Die Grundzüge der Schichtenanlage sind gleich. Durch die relativ breiten hellen Schichten erhält man ein sehr deutliches Bild. — Zu unterscheiden sind die Otolithen beider Arten daran, dass bei *Lota molva* die Schweifung der Ränder wie des ganzen Steins etwas stärker ist; ferner ist der Sulcus schlanker, die Einschnürung in der Mitte stärker; vor allem aber findet sich ein Unterschied in der Schichtung dadurch, dass die Schichten bei *Lota molva* schmaler sind und enger an einander liegen.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.-No.	Länge	Gewicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Lota vulgaris</i>	493	39,5	267,0	8,02	5,9	0,98
<i>molva</i>	193	76,5	2087,0	12,0	4,6	1,15

Gattung *Raniceps*.

Raniceps ranina.

Es besteht eine schwache Beziehung des Otolithen zu demjenigen von *Lota vulgaris*, doch sind die Kennzeichen einer besonderen Gattung nicht zu verkennen. Verschiedenē der Merkmale treten in derselben typischen Weise hervor wie bei der Gattung *Gadus*. — Der Stein ist gross; sein Umriss ergibt etwa eine Ellipse. Der lange und breite Sulcus ist in der Mitte scharf eingeschnürt; von hier aus buchten sich Ostium und Cauda breit aus. Die Cauda ist ganz kurz vor dem Rande geschlossen; das Ostium mündet offen, wenn auch verschmälert. Ostium und Cauda sind je von einem Colliculum erfüllt. Excisur, Rostrum und Antirostrum sind nicht merklich abgesetzt. An der Aussenfläche hebt sich sehr deutlich eine Gruppe von Tuberkeln ab. Im übrigen bestehen die allgemeinen Charaktere der Gadiden.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Raniceps ranina</i>	404	21,7	—	9,7	5,1	1,9

Gattung *Motella*.

Motella eimbria.

Diese Gattung steht hinsichtlich der Otolithen ziemlich isoliert und an der Grenze. Es besteht ein ausgesprochen dreieckiger Bauplan. Der Sulcus besitzt eine starke Einschnürung; er ist in der Cauda geschlossen, läuft im Ostium erweitert und offen aus. Es besteht eine starke Einlagerung organischer Substanz.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Motella eimbria</i>	214	26,0	—	3,6	2,1	0,68

Ophiidae.

Ammodytes tobianus.

Der Otolith zeigt, wie bereits erwähnt, in der Form wie im Verlauf des Sulcus Ähnlichkeit mit demjenigen von *Belone*. — Der Stein ist ziemlich klein, der Dickendurchmesser relativ gross. Die Gestalt ist ei- bis keilförmig mit der Spitze nach vorn. Der Sulcus besitzt eine deutliche Einschnürung; die Cauda ist weit vor dem hinteren Rande geschlossen; das Ostium mündet offen. Die Aussenfläche ist glatt, die Innenfläche buckelförmig verdickt.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Ammodytes tobianus</i> .	432	15,0	—	2,6	1,3	0,45

Pleuronectidae.

Die Zusammengehörigkeit der Plattfischfamilie ist an den Otolithen deutlich ausgeprägt. Es liegen Übergangsformen vor vom eiförmigen Oval bis zum Trapez; stets aber ist die untere

Pleuronectes platessa. Vgr. 5.

Länge des Fisches = 28,0 cm.

Kante die längste und stark gekrümmt, die obere mehr horizontal und gerade; hinten ist der Otolith breiter, vorn verschmälert. Die

Rhombus maximus.

Vgr. 5.

Länge des Fisches 31,5 cm.

Steine sind stets ziemlich platt. Skulptur und Schichtenanlage zeigen in der ganzen Familie dieselben Grundzüge. Innerhalb der Familie sind die Formen gegen einander gut unterschieden. Der Sulcus ist teils an beiden Enden geschlossen, teils im Ostium ungeschlossen. Bei den *Pleuronectes*-Arten ist ersteres der Fall. Diese Gattung ist auch durch die Schichtung den anderen gegenüber gut gesondert. Ein geschlossener Sulcus ist auch bei *Hippoglossoides*, ebenfalls noch bei *Hippoglossus*, doch findet hier schon ein Übergang statt. Bei *Rhombus* und *Solea* mündet das Ostium dagegen ungeschlossen. Ob das geschlossene oder ungeschlossene Ostium den ursprünglichen Typus darstellt, ist nicht zu sagen, wahrscheinlich erscheint das letztere.

Es zeigt sich also, dass die Gattung *Pleuronectes* bezüglich der Otolithen ziemlich in sich geschlossen und gegenüber den anderen gut unterschieden ist. Eine nahe Verwandtschaft besteht zwischen *Hippoglossoides* und *Hippoglossus*; erstere Gattung steht auch *Pleuronectes* am nächsten. Zwischen *Rhombus maximus* und *Rh. laevis* ist die sehr enge Beziehung augenfällig ausgeprägt. Zwischen diesen und *Solea* besteht auch eine gewisse Annäherung, doch steht immerhin letztere Art ziemlich isoliert.

Gattung *Pleuronectes*.

Zur Untersuchung gelangten die Otolithen von drei Arten (*Pleur. platessa*, *Pleur. limanda*, *Pleur. flesus*).

Die Steine sind hinten breiter, nach vorn schmaler. Der Sulcus ist an beiden Enden geschlossen; das Ostium ist grösser und breiter als die Cauda. Es besteht eine längs- und quer-konkave Krümmung. Die Schichten sind ziemlich kompakt und meist gut getrennt. Nach der Skulptur und Randbildung scheint eine etwas nähere Beziehung zwischen *Pleur. platessa* und *Pleur. limanda* zu bestehen als dieser zu *Pleur. flesus*.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Pleuronectes platessa</i> .	178	28,0	—	6,8	4,2	1,0
» <i>limanda</i> .	325	29,0	207,0	4,84	3,22	0,78
» <i>flesus</i> . . .	120	20,8	107,0	4,5	2,65	0,65

Gattung *Hippoglossoides*.

Hippoglossoides limandoides.

Der Otolith erscheint gegenüber denjenigen der *Pleuronectes*-Arten recht massiv, da Breiten- und besonders Dickendurchmesser relativ grösser sind. Auch besteht eine viel stärkere Ausbildung der organischen Substanz, so dass die Schichtung bei zunehmender Grösse stark überlagert wird.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Hippoglossoides limandoides</i>	186	21,0	84,0	4,55	3,55	0,95

Gattung *Hippoglossus*.

Hippoglossus vulgaris.

Der Otolith ist tellerförmig platt. Der untere Rand ist kreisförmig, während der obere gerade und horizontal verläuft, also der Sehne eines Kreises gleicht. Der Sulcus ist an beiden Enden geschlossen, doch findet sich im Ostium eine Überleitung zum ungeschlossenen Sulcus. Die organische Substanz ist sehr stark ausgebildet.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Hippoglossus vulgaris</i>	179	39,0	402,0	5,9	5,75	1,45

Gattung Solea.

Solea vulgaris.

Der Otolith ist hinten sehr breit, verschmälert sich stark nach vorn. Charakteristisch ist besonders die halbmondförmige Ausbuchtung des hinteren Randes. Das Ostium des Sulcus läuft offen in den Rand aus.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
Solea vulgaris	551	37,0	—	4,9	3,95	0,88

Gattung Rhombus.

Die Otolithen von *Rh. maximus* und *Rh. laevis* sind hinten breit, verschmälern sich stark nach vorn, so dass das Ende des unteren Randes als Rostrum vorragt. Das Ostium läuft ungeschlossen aus. Die Otolithen der Augenseite und der blinden Seite sind ausser durch verschiedene Lagerung des Kerns noch durch etwas modifizierten Umriss unterschieden. — Die Otolithen der beiden Arten sind sehr ähnlich.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.- No.	Länge	Ge- wicht	Länge	Breite	Dicke
Rhombus maximus..	530	31,5	—	5,1	3,7	0,7
» laevis.....	526	24,5	—	4,35	3,12	0,48

Lophobranchii.

Siphonostomum typhle und *Nerophis ophidion*.

Die Otolithen dieser Fische sind mikroskopisch klein und sehr schwer zu finden. Die Sagitta hat die Gestalt einer ovalen Rosette mit faltigem Typus der Skulptur. Diese Fische scheinen eine vollkommen isolierte Gruppe zu bilden.

Physostomen.

Unter den Physostomen sind zunächst zwei Gruppen abzuzweigen, nämlich die Aale und besonders die Weissfische (*Cyprinidae*). Bei den übrigen (untersucht sind *Salmonidae*, *Esocidae*, *Clupeidae*) zeigt sich an den Otolithen ein übereinstimmendes, ganz charakteristisches Merkmal. Der Sulcus läuft nämlich an beiden Seiten offen in den Rand aus; auch die Cauda ist also hier ungeschlossen. Hierin liegt ein nicht zu verwechselndes Kennzeichen. Im übrigen sind die einzelnen Abschnitte (Rostrum etc.) meist ziemlich scharf geschnitten. Auch in der Schichtung finden sich mannigfache Übereinstimmungen, doch sind dies nicht so durchgreifende Merkmale wie der eigentümliche Sulcus.

Salmonidae.

Osmerus eperlanus.

Vgr. 5.

Länge des Fisches
= 19,6 cm.

Unter den Salmoniden (*S. salar* nicht untersucht) steht *Osmerus* gegenüber der Gattung *Coregonus* ziemlich isoliert nach Form und Schichtung des Otolithen.

Der Otolith von *Osmerus eperlanus* ist gedrunken, etwa birnförmig er läuft nach vorn verschmälert zu. Charakteristisch ist die ganz platte Innenfläche, die buckelförmige Aussentfläche.

In der Gattung *Coregonus* (untersucht sind *Coreg. albula*, *Coreg. oxyrrhynchus*, *Coreg. lavaretus*) steht *Coreg. albula* den beiden übrigen isolierter gegenüber. Dies kennzeichnet sich in der auffallenden Höhe des Otolithen mit der schirmförmigen Ausbildung der vorderen unteren Ecke, ferner in dem schrägen und vorn geknickten Verlauf des Sulcus, dann besonders auch in der Schichtenanlage, welche hier recht übersichtlich ist. — Näher scheinen einander *Coreg. oxyrrhynchus* und *Coreg. lavaretus* zu stehen. Der Sulcus verläuft bei diesen beiden in der Mediane und ist äusserst ähnlich. Auch in der Form bestehen dieselben Grundzüge, z. B. in der starken Ausbildung des Rostrum. Besonders ist auch die Schichtung recht ähnlich, da bei den Otolithen beider Arten eine starke Ausbildung der organischen Substanz besteht, so dass sich die Schichten stark überlagern.

Fisch				Otolith		
Art	Journ.-No.	Länge	Gewicht	Länge	Breite	Dicke
<i>Osmerus eperlanus</i> ..	583	19,6	40,0	4,61	2,7	—
<i>Coregonus albula</i>	202	26,0	118,0	6,21	4,39	0,025
» <i>oxyrrhynchus</i>	563	11,0	—	1,72	1,15	—
» <i>lavaretus</i> ...	271	32,0	149,0	6,1	2,9	0,016

Esocidae.

Esox lucius.

Esox lucius. Vgr. 5.

Länge des Fisches = 41,0 cm.

Der Otolith zeigt gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen von *Coregonus lavaretus* in Gestalt und Schichtung. Besonders ähnlich ist der Verlauf des Sulcus. Im ganzen ist die Gestalt keilförmig mit der Spitze vorn. Die Excisur ist scharf, das Rostrum lang und spitz. Die Ausbildung der organischen Substanz ist sehr stark, so dass die Schichtung sich dick überlagert.

Clupeidae.

Untersucht sind bisher *Clupea harengus*, *Cl. sprattus*, *Cl. alosa*.

Die Clupeiden bilden eine gut gesonderte Gruppe. Die relativ kleinen Otolithen zeigen in Form und Schichtung auffallende Übereinstimmung. Die Excisur ist stets sehr scharf, das Rostrum ungemein stark und lang, auch das Antirostrum gut ausgebildet. Der breite Sulcus erweitert sich nach vorn, läuft hinten zu einem Kanal verschmälert in eine Einkerbung des hinteren Randes aus. Ungemein deutlich tritt der faltige Typus der Skulptur hervor. — Schwach isoliert steht *Clupea alosa*. Es zeigt sich dies an dem Otolithen durch die Verschiebung des oberen Teiles nach hinten, während bei den übrigen der untere Teil nach hinten verschoben ist.

Muraenidae.

Anguilla vulgaris.

Die Aale stehen recht isoliert. An den Otolithen derselben sind noch die Spuren des hinten offenen Sulcus; doch liegen in der Form und besonders in der Schichtung ganz eigentümliche Verhältnisse vor. Die Steine sind sehr klein. Das Rostrum ist meist gut ausgebildet. Der Kern der Schichtenanlage liegt hier dem oberen Rande genähert.

Cyprinidae.

Die Weissfische nehmen bezüglich der Otolithen eine vollkommen gesonderte Stellung im System ein. Die eigentümliche

Abramis brama. Vgr. 18.
Länge des Fisches = 31,8 cm.

Sagitta.

Asteriscus.

Ausbildung der Steine hängt mit der Umbildung des ganzen Gehörorgans zusammen. Da der Sacculus verkümmert ist, hat auch die in diesem liegende Sagitta eine modifizierte Ausbildung erfahren und ist etwas verlagert. Zu sehr ansehnlicher Grösse ist hier der Asteriscus angewachsen. Er hat etwa die Form der Schuppe eines Tannenzapfens. Die beste Übersicht über die Lage der Gehörsteine erhält man, wenn man die Schädeldecke abhebt und das Gehirn herausnimmt. Ziemlich weit vorn, etwa an der Stelle, wo bei den übrigen Fischen die Sagitta liegt, ist der

Asteriscus gelegen, vom Gehirn durch eine häutige Wand getrennt, und zwar ist die Lage geneigter als bei der Sagitta anderer Fische. Die gewölbte Fläche liegt unten, indem sie nach innen nur schwach schräg ansteigt. Die ausgehöhlte Fläche liegt nach

oben mit einer schwachen Drehung nach aussen. Sie zeigt am Grunde der Schuppe eine höckerartige Verdickung, welche also nach aussen gekehrt ist, während sich die Spitze der Schuppe nach innen wendet mit sanfter Drehung nach oben. — Ein Stück weiter nach hinten liegt in knöcherner Umhüllung die meist rädchenförmige Sagitta, in ihrer Nähe der langgestreckte, knittel-förmige Lapillus. — Die Innenfläche der Sagitta ist glatt. Der sackförmige Sulcus mündet vorn in die scharfe Excisur. Der obere Rand ragt stets weiter nach vorn vor als der untere. Das Rostrum besteht häufig in einem spitzen, scharf abgesetzten Stachel. Die Skulptur zeigt den strahlig-cyklischen Typus, d. h. die Falten strahlen alle vom Mittelpunkt aus. Die Sagitta unterscheidet sich also merklich von derjenigen anderer Fische.

Nach den Otolithen müssen die Gattungen *Abramis* und *Leuciscus* einander sehr nahe stehen. Auffallende und konstante Gattungsunterschiede waren an den Steinen bisher nicht nachweisbar. Innerhalb dieser Gattungen war eine Abgrenzung der Arten an den Otolithen noch weniger möglich. — Isolierter stehen dagegen die Gattungen (bezw. Arten) *Alburnus*, *Aspius*, *Carassius*, *Abramis* und *Leuciscus* am nächsten steht *Alburnus*; auch *Aspius* zeigt nahe Beziehung zu denselben, wenn auch in etwas geringerem Grade. An der Grenze steht *Carassius*, bei welcher Art die Sagitta gewisse Modifikationen in Form (mehr länglich) und Schichtung erfahren hat.

Zusammenfassung.

Die Gruppe der Stachelflosser setzt sich aus einer Reihe von Familien zusammen, welche hinsichtlich der Otolithen teilweise in engerer Beziehung zu stehen scheinen, teilweise einen loseren Zusammenhang zeigen. Ein ziemlich durchgreifendes Merkmal liegt in der Skulptur, da hier durchweg der spindelförmig-faltige Typus ziemlich deutlich hervortritt. Auch die Schichtung ist im wesentlichen nach ähnlichem Prinzip angelegt, insofern nämlich, dass die einzelnen Schichten meist nicht sehr kompakt und scharf abgesetzt sind, sondern mit starken Abstufungen in einander übergehen. Hier sind in gewissem Grade ausgenommen *Cottus* und *Agonus*, bei welchen helle und dunkle Schichten ziemlich scharf abgehoben sind. — Hinsichtlich Form und Schichtung der Otolithen lassen sich in gewisser Weise die Familien *Percidae*, *Scorpaenidae*, *Carangidae*, *Scomberidae* zu einer grösseren Gruppe zusammenfassen. Eine nahe Beziehung zu dieser Gruppe zeigt auch die Gattung

Trigla. Innerhalb dieser Gruppe sind die einzelnen Abschnitte der Steine (Rostrum, Excicur etc.) meist sehr scharf geschnitten; die Schichtung zeigt die stärksten Übergänge und ist wenig klar. — Über die Stellung der übrigen Familien der Stachelflosser zu einander ist zu dem früher Erörterten nichts hinzuzufügen. — Durchweg sind jedenfalls die Contouren und einzelnen Abschnitte der Steine schärfer, kantiger und eckiger als bei den Otolithen der Weichflosser. Vor allem scheint sich jedoch ein gewisser Zusammenhang innerhalb der Familien der Stachelflosser in der Skulptur und Schichtung der Otolithen auszuprägen.

Bei den Weichflossern (im wesentlichen kommen hier vorläufig in Betracht die beiden grossen Familien der *Gadiden* und *Pleuronectiden*) sind die Otolithen durchweg gröber und massiver angelegt. Die einzelnen Contouren und Abschnitte sind viel weicher und mehr abgerundet. Der Sulcus ist auch hier hinten stets geschlossen, wenn auch oft erst an der äussersten Spitze beim Übergang in den Rand. In der Skulptur besteht der tuberkuläre Typus, in gröberem oder feinerem Masse hervortretend. Die Einlagerung organischer Substanz ist durchweg recht stark. Die einzelnen Schichten sind kompakt und gut abgesetzt, wenn auch die Überlagerung meist ziemlich stark ist.

Hinsichtlich der Physostomen ist schon erwähnt, dass sich die *Muraeniden* und *Cypriniden* als zwei stark gesonderte Gruppen abzweigen. Die Familien *Salmonidae*, *Esocidae*, *Chupeidae* zeigen dagegen an den Otolithen sämtlich den sehr charakteristischen, an beiden Enden offenen Sulcus. Die einzelnen Contouren und Abschnitte (besonders Rostrum) sind sehr scharf und eckig geschnitten. Die Skulptur zeigt als Grundform den faltigen Typus. In der Schichtung bestehen meist starke Übergänge. Es scheint daraus hervorzugehen, dass diese Familien der Physostomen eine nähere Beziehung als die Weichflosser zu gewissen Gruppen der Stachelflosser (*Percidae* etc.) zeigen, da vor allem ähnliche Verhältnisse in Skulptur und Schichtung, in bestimmtem Grade auch in der Form vorhanden sind. Ein charakteristischer Unterschied bleibt immer im Sulcus bestehen. — Das ergibt sich wohl als ziemlich feststehend, und dies hat bereits KOKEN betont, dass die Gruppen, welche überhaupt zu den Physostomen gezählt werden, teilweise in äusserst lockerem Zusammenhang stehen.

B. Altersbestimmung.

Hinsichtlich der Methode der Altersbestimmung der Fische nach den Otolithen beschränke ich mich in den meisten Fällen darauf, die Möglichkeit der Altersbestimmung und die grössere oder geringere Schwierigkeit bei Durchführung der Methode zu erörtern. Soweit es möglich ist, werde ich dabei anführen, zu welchem Zeitpunkt die Geschlechtsreife bei jeder Art erlangt ist. Auch werde ich, soweit thunlich, die Grössen- und Gewichtsverhältnisse der Fische zu verschiedenen Zeiten berücksichtigen. Nur bei einzelnen Arten bringe ich genauere Details.

Lota vulgaris.
Vgr. 5.

Da bei *Lota vulgaris* die Schichtung recht gut zu übersehen ist, wurden zur Darstellung der Jahresschichtung die Otolithen dieser Art gewählt. Die drei Fische, denen die Otolithen entnommen sind, waren an einem Tage gefangen (15. XI. 1900). Sie standen am Anfang eines neuen Jahrgangs.

a) Länge des Fisches = 23,2 cm masc. Anfang des III. Jahrgangs.

b) Länge des Fisches = 40,5 cm masc. Anfang des IV. Jahrgangs.

c) Länge des Fisches = 39,5 cm fem. Anfang des V. Jahrgangs.

(Dieser Fisch war also kleiner, trotzdem er ein Jahr älter war.)

Die Zahlen I., II., III., IV. bedeuten das Ende des betr. Jahrgangs.

Perca fluviatilis.

Es muss bisher zweifelhaft bleiben, ob die Schichtung der Otolithen beim Barsch zur Altersbestimmung verwertbar ist. Wahrscheinlich erscheint, dass für das erste Jahr wenigstens diese

Möglichkeit besteht, da sich im Centrum einigermaassen bestimmte Abschnitte unterscheiden lassen. Jedenfalls bieten sich recht erhebliche Schwierigkeiten in der Deutung der Schichtenanlage. — Mit ziemlicher Sicherheit lässt sich sagen, dass zuerst nach zwei Jahren die Eireife erlangt ist. Ein Tier, welches sehr wahrscheinlich zum ersten Male laichte, war 19,5 cm lang, wog 84 g, Hodengewicht 6,5 g.

Lucioperea sandra.

Ebenso wie bei *Perea* ist auch hier bisher zweifelhaft, ob die Methode durchführbar ist; jedenfalls dürften sich grosse Schwierigkeiten zeigen.

Acerina cernua.

Die Schichtungsverhältnisse sind hier weit klarer als bei den vorigen, doch bestehen in der Anordnung der Schichten mannigfache Schwankungen, welche die Untersuchung der Frage schwierig gestalten. Wenn auch die Möglichkeit der Methode wahrscheinlich erscheint, so kann sie doch bisher nicht als sicher hingestellt werden. Als ziemlich feststehend ergibt sich, dass nach zwei Jahren zuerst die Eireife erlangt ist.

Sebastes marinus.

Da die Schichtung sich aus vielen feinen, nicht weiter gesonderten Streifen zusammensetzt, erscheint die Durchführung der Methode hiernach bisher aussichtslos. Ob nicht vielleicht durch Zählung der einzelnen Streifen eine annähernde Schätzung des Jahrgangs möglich ist, bleibt noch als offene Frage bestehen, deren Prüfung nur an zahlreichem Material möglich ist.

Caranx trachurus.

Wenn die Schichtung auch nicht besonders übersichtlich ist, so ist doch die Möglichkeit der Altersbestimmung als recht wahrscheinlich anzunehmen. Günstiger zur Betrachtung scheint hier der blättchenförmige Asteriscus zu sein, da die Sagitta sehr dick ist. In der Mitte der Sagitta liegt eine Rosette aus dunklen Fiedern, umgeben von einer helleren Partie, welche durch einen dunkleren Contour abgeschlossen wird. Hier dürfte das zweite Jahr beginnen u. s. f.

Scomber scomber.

Wenn auch gewisse verschieden lichtbrechende Streifen vorhanden waren, so war hieran doch bisher eine deutliche Absetzung

derselben, nach welcher eine Jahresschätzung sich ermöglichen liesse, nicht nachweisbar. Die Möglichkeit der Altersbestimmung muss daher als zweifelhaft dahingestellt bleiben.

Cottus scorpius.

Der Schichtenwechsel ist sehr deutlich. Man sieht im Centrum einen dunklen Kern, in dessen Mitte sich ein besonders dunkler Punkt mit umgebender, etwas hellerer Partie abhebt; dieser Kern wird umlagert von einer hellen Schicht, auf welche eine sehr breite, stark dunkle Schicht folgt, deren Beginn den Anfang des zweiten Jahres anzeigt. Nun folgen abwechselnd helle und dunkle Schichten, doch sind die folgenden dunklen Schichten nicht mehr so breit. — Die erste Eireife wird wahrscheinlich nach zwei Jahren erlangt. — Gegen Ende des dritten Jahres war ein Exemplar 19,3 cm lang.

Cottus bubalis.

Die Schichtung ist sehr deutlich. Die helleren Schichten sind breiter, auch sind die dunklen nicht so intensiv mit organischer Substanz imprägniert wie bei *C. scorpius*. Das Prinzip der Schichtenanlage ist aber sonst dasselbe, die Altersbestimmung also leicht möglich. — Die Geschlechtsreife scheint nach zwei Jahren erlangt zu sein. — Am Ende des zweiten Jahres mass ein Exemplar 15 cm.

Agonus cataphractus.

Die Schichtung ist sehr deutlich und ganz entsprechend derjenigen bei *Cottus scorpius*, Altersbestimmung daher leicht ausführbar. Ein Exemplar, das wahrscheinlich am Ende des dritten Jahres stand, war ca. 14 cm lang und wog 19,5 g.

Trigla gurnardus.

Die Schichtenanlage ist sehr charakteristisch, da die Zusammensetzung aus zahllosen feinen Streifen deutlich hervortritt. Die Ausbildung der organischen Substanz ist nicht sehr stark. Im Inneren sind dunkle und hellere Parteen noch einigermaassen zu unterscheiden, wenn dieselben auch nicht scharf abgesetzt sind; in späteren Jahren wird der Schichtenwechsel jedoch immer weniger übersichtlich. Sicher zeigen sich hinsichtlich der Benutzung der Schichtung für die Altersbestimmung ganz erhebliche Schwierigkeiten, doch erscheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, besonders betreffs der ersten Jahrgänge. Bisher erscheint es wahrscheinlich, dass diese Fische die Geschlechtsreife nach drei Jahren erlangen.

Trigla hirundo.

Hinsichtlich der Schichtung gilt dasselbe, was von *Tr. gurnardus* gesagt ist. Ein Exemplar von der Länge 32,5 cm war sicher über drei Jahre alt.

Gobius niger.

Die Schichtung ist ganz gut zu übersehen; besonders ist dies der Fall bei den inneren Schichten, die äusseren scheinen sich nicht so scharf von einander abzusetzen, wenn auch die Übersicht nicht verloren geht. — Das Centrum bildet ein grosser dunkler Kern, dem unteren Rande genähert; in der Jugend ist derselbe noch weiter differenziert. Diesen umgiebt eine helle Schicht, auf welche eine breite dunkle folgt, mit deren Beginn wohl das zweite Jahr einsetzt. Die dunkle Schicht wird nach dem Rande zu allmählich schwächer, bis sie in die nächste helle übergeht. Ebenso ist der Übergang in die nächste dunkle mehr vermittelt. Mit dieser würde also der dritte Jahrgang beginnen. — Vier Fische, die der Schichtung der Otolithen nach wahrscheinlich am Ende des zweiten Jahres standen, waren 5,2—6,5 cm lang; fünf andere, die ein Jahr älter waren, massen 8,6—12,0 cm. Die Geschlechtsreife wird wahrscheinlich nach zwei Jahren erlangt.

Gobius minutus.

Es scheint in der Schichtung dasselbe Prinzip zu bestehen wie bei *G. niger*.

Gobius Ruthensparri.

Die Schichtung ist übersichtlich und bietet wahrscheinlich ein sicheres Mittel für die Altersbestimmung. Um einen dunklen Punkt legt sich eine schmale, etwas hellere Partie, welche abgeschlossen wird durch einen dunklen Contour; auf diesen folgt eine ziemlich breite helle Schicht. Die Otolithen der untersuchten Fische zeigten sämtlich diese Ausbildung. Wahrscheinlich hätte erst mit der Anlage des nächsten dunklen Streifens der zweite Jahrgang begonnen. Die Fische massen 2,8—4,1 cm.

Liparis vulgaris.

Die Schichtung ist im ganzen deutlich, doch wird das Centrum ziemlich stark überlagert. Um einen dunklen Kern legt sich eine hellere, später überlagerte Partie, die durch eine dicke dunkle Schicht abgeschlossen wird. Mit dieser beginnt wohl das zweite Jahr. Dann folgt bei den Steinen der untersuchten Exemplare eine breite helle Schicht mit der ersten Anlage der folgenden

dunklen. Zwei Exemplare, die danach am Anfang des dritten Jahres standen, massen 11,5 und 11,0 cm, letzteres wog 13,0 g. Beide waren laichreif. Die Geschlechtsreife ist also sicher nach zwei Jahren erlangt.

Anmerkung: Bei dem einen Exemplar (11,0 cm) ergab eine Eizählung 758 etwa stecknadelkopfgrosse Eier.

Zoarces viviparus.

Der Schichtenwechsel ist deutlich zu übersehen. Bei den Otolithen von Fischen, welche im Juni gefangen waren, lag am Rande eine voll ausgebildete dunkle Schicht, meist umgeben von einem ganz feinen hellen Streifen, der ersten Anlage der folgenden hellen Schicht. Bei den Ende Oktober und November gefangenen Exemplaren war stets am Rande der Otolithen die helle Schicht in weiter bezw. voller Ausbildung. Danach ergibt sich, dass normaler Weise die dunkle Schicht ziemlich in der ersten Hälfte des Jahres, die helle in der zweiten Hälfte angelegt wird.

Bei der Bildung des eigentümlichen Centrums zeigt sich der Einfluss des Larvenlebens im Mutterleibe. — Die Schichtung ist derart, dass in der Mitte ein Kern aus schwach dunklen Strahlen liegt (ganz in der Mitte ist ein feiner, besonders dunkler Punkt, um welchen sich die Bildung etwas aufhellt). Dann folgt eine schmale, hellere Partie, darauf eine breite, sehr dunkle Schicht, wieder umgeben von einer hellen. Mit der nun folgenden dunklen Schicht setzt der zweite Jahrgang ein. Nun wechseln helle und dunkle Schichten ab. Mit einer dunklen Schicht beginnt ein neuer Jahrgang. — Die Anlage im Innern des Steins ist folgendermassen zu erklären. Nimmt man an, dass die Entwicklung der Jungen im Juli oder August beginnt, so steht die erste Anlage der Otolithen noch unter dem Einfluss der betreffenden Zeit, also Ende des Sommers. Es besteht also die Tendenz zur Anlage einer dunklen Partie. Nun macht sich aber bald das Eintreten des Herbstes bemerkbar, so dass diese Partie meist nicht die Intensität erreicht wie sonst die dunklen Sommerschichten. Übrigens muss hier der Beginn der Entwicklung der Jungen eine grosse Rolle spielen, denn es zeigen sich sehr verschiedene Grade in Intensität und auch Grösse dieses Kerns. In den letzten Monaten des Jahres legt sich dann wahrscheinlich die schmale helle Schicht an, welche den Kern umgiebt. Nun erfolgt das Ausschlüpfen in der Zeit November—Januar. Darauf legt sich ganz wie bei anderen Fischen die erwähnte breite dunkle Schicht in der ersten

Hälfte des Jahres an, die folgende helle in der zweiten Hälfte, und mit der dann beginnenden dunklen Schicht setzt das nächste Jahr ein.

Im Juni des zweiten Jahrgangs schwankte die Länge von 19,5—23,5 cm; im Oktober und November von 25,8—31,0 cm. Bei einem Vergleiche der Monate Juni und November ergab sich eine Durchschnittszunahme der Länge um 7,23 cm.

Am Ende des dritten Jahrgangs schwankte die Länge von 32,0—37,5 cm. — Die Geschlechtsreife wird im zweiten Jahre erlangt. Im November fanden sich bei zwei Tieren, welche zwei (mit Larvenleben $2\frac{1}{2}$) Jahre alt waren (Länge 29,2 und 31,0 cm) 104 bzw. 95 Junge, bei einem drei (bzw. $3\frac{1}{2}$) Jahre alten Tier (37,7 cm) 205 Junge.

Anarrhichas lupus.

Der Schichtenwechsel ist deutlich, wenn auch die einzelnen Schichten weniger gut begrenzt sind als bei *Zoarces*. Die Möglichkeit einer Altersbestimmung ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen und wohl nicht allzu schwierig durchführbar.

Stichaeus islandicus.

Die Überlagerung ist ziemlich stark, so dass der Schichtenwechsel ohne Schliff nicht gut zu übersehen ist. Es scheint jedoch eine Jahresschichtung zu bestehen, so dass wahrscheinlich eine Altersbestimmung mit Erfolg vorzunehmen ist.

Centronotus gunellus.

Hier gilt dasselbe wie bei *Stichaeus*.

Spinaehia vulgaris.

Die Schichtung ist deutlich und übersichtlich. Der Kern besteht aus einem sehr dunklen Punkte mit umgebender, ein wenig hellerer Partie, welche abgeschlossen wird durch einen scharfen dunklen Contour. Nun folgt eine ziemlich schmale helle Partie, umgeben von einer starken, besonders im hinteren Teile sehr breiten dunklen Schicht. Mit dieser setzt vielleicht das zweite Jahr ein. Ein sehr schmaler, isolierter dunkler Streifen am Aussenrande dieser Schicht ist wohl für die Altersbestimmung bedeutungslos. — Die Geschlechtsreife ist wahrscheinlich nach zwei Jahren erlangt.

Gasterosteus aculeatus.

Die Schichtung ist bei auffallendem Lichte einigermaßen deutlich, im ganzen ähnlich wie bei *Spinachia*, doch ist die Einlagerung organischer Substanz geringer, so dass sich die dunklen Schichten weniger abheben. Immerhin ist die Anlage für eine Altersbestimmung nicht ungünstig. Zwei Fische, welche wohl sicher am Ende des zweiten Jahres standen, hatten die Länge von 7,2 und 7,7 cm. Die Geschlechtsreife ist wahrscheinlich nach zwei Jahren erlangt.

Belone vulgaris.

Die Überlagerung ist sehr stark, so dass die Schichtung nicht sehr deutlich erkennbar ist und bei grösseren Steinen ein Schliff nötig wird. Es scheint eine Jahresschichtung zu bestehen, so dass die Altersbestimmung wohl möglich, wenn auch nicht ohne Schwierigkeit ist.

Ctenolabrus rupestris.

Die Schichtung ist einigermaßen zu übersehen, es wird jedoch häufig ein Schliff nötig sein. Eine Altersbestimmung erscheint möglich, wenn auch nicht ganz ohne Schwierigkeit. — Die Geschlechtsreife ist wahrscheinlich nach zwei Jahren erlangt.

Gadus morrhua.

Die Otolithen zeigen einen sehr regelmässigen Jahreswechsel dunkler und heller Schichten, so dass die Methode der Altersbestimmung nach der Schichtung der Steine hier mit grosser Sicherheit anwendbar ist. Die einzelnen Schichten sind sehr kompakt und recht gut von einander abgesetzt. Wenn auch die Überlagerung ziemlich stark ist, so ist doch in den ersten Jahrgängen die Schichtung meist ohne Weiteres zu erkennen und zu deuten, wenn man den Stein mit Xylol anfeuchtet und gegen das Licht hält bzw. bei Betrachtung sofort nach Eröffnung des Gehörorgans. In späteren Jahren stellen sich wegen der starken Dickenzunahme grössere Schwierigkeiten heraus; es wird dann ein Schliff nötig. Zuweilen genügt ein Anschleifen des Centrums; von grossem Vorteile zeigt es sich meist, die obere Hälfte der gewölbten Fläche schräg anzuschleifen. Hier wie bei allen Fischen der Gattung *Gadus* und bei *Merluccius* muss die Betrachtung der Steine von der Innenseite geschehen, da wegen der starken Tuberkelbildungen an der Aussenfläche die Schichten hier nicht getrennt zu übersehen sind. Es ist dies also umgekehrt wie bei

den meisten übrigen Fischen. — Die Art der Schichtung ist sehr einfach. In der Mitte liegt eine dunkle, ellipsoide Rosette von Tuberkelstäbchen, welche von einem besonders dunklen Punkte ausstrahlen. Ein hellerer Strich, welcher sich in der Länge durch dieselbe erstreckt, wird durch den Sulcus bedingt. Dieses dunkle Centrum wird umgeben von einer hellen Schicht. Mit dem Beginn der nun folgenden dicken dunklen Schicht setzt das zweite Jahr ein. Diese dunkle Schicht ist stets am breitesten. Es folgt dann wieder eine helle Schicht, eine dunkle u. s. f. in regelmässigem Wechsel. Mit jeder dunklen beginnt ein neues Jahr. — Die Anlage einer dunklen Schicht erfolgt in der ersten Hälfte, die einer hellen in den letzten Monaten des Jahres; der Uebergang war in diesem Jahre in den Monat September zu legen. Nach dem Befunde nimmt die Anlage der dunklen Schicht einen längeren Zeitraum in Anspruch als die der hellen. — Die Bildung des ersten Jahres zeigt bei den einzelnen Individuen eine sehr verschiedene Grösse, besonders in der Ausbildung des dunklen Kerns bestehen beträchtliche Schwankungen. Dies hängt wahrscheinlich zusammen mit der Ausdehnung der Laichzeit über mehrere Monate, wodurch der Zeitpunkt des Ausschlüpfens in einen früheren oder späteren Zeitraum des Jahres fallen kann. Naturgemäss müssen sich dann die entsprechend veränderten Verhältnisse der Umgebung (Temperatur!?) geltend machen.

Im allgemeinen, wenn auch nicht in allen Fällen, fand eine Durchschnittszunahme der Otolithen in Dimensionen und Gewicht mit Zunahme der Grösse und des Gewichts der Fische statt, doch war ein bestimmtes regelmässiges Verhältnis in der Grösse der Otolithen zur Grösse der Fische nach den erhaltenen Resultaten nicht aufzufinden. Es lässt sich also bisher nur sagen: Wenn der Otolith $x-y$ cm lang ist bzw. soviel Gramm wiegt, so hat der Fisch die Grösse $a-b$ cm bzw. ein entsprechendes Gewicht. Eine genauere Berechnung aber innerhalb dieser Grenzen muss bisher aussichtslos erscheinen. Für die Altersbestimmung wären auch solche Verhältnisse ziemlich nutzlos; denn da die Grösse der Fische und im Zusammenhang damit die Grösse der Otolithen in den einzelnen Jahrgängen ausserordentlich schwankt, wobei die Dimensionen in den verschiedenen Jahren in einander übergreifen, so wäre ein Schluss von Grösse bzw. Gewicht des Otolithen auf das Alter des Fisches unberechtigt.

In Folgendem gebe ich eine kurze Zusammenstellung der Länge der Otolithen mit verschiedenen Grössenstufen der Fische.

Länge des Fisches	Länge des Otolithen
cm	mm
10,7—20,0	4,95— 7,85
20,1—25,0	7,20— 9,88
25,1—30,0	8,98—11,20
30,1—35,0	10,00—12,18
35,1—40,0	11,72—12,74
40,1—45,0	11,82—15,36
45,1—65,5	13,00—15,97

Ende Oktober und im November des ersten Jahrgangs betrug die Länge der zur Untersuchung gelangten, aus der Nordsee stammenden Fische 10,7—16,0, die Durchschnittslänge 14,0 cm, das durchschnittliche Gewicht 22,0 g. — Ein Fisch aus der Ostsee, welcher an der Grenze des ersten und zweiten Jahres stand (gef. 13. II.) war 13,3 cm lang und wog 15,7 g.

Über die Durchschnittswerte in Länge und Gewicht für die Monate Juni bis Dezember des zweiten Jahrgangs giebt folgende Übersicht Aufschluss.

II. Jahrgang.

Monat	Länge		Gewicht	
	Nordsee	Ostsee	Nordsee	Ostsee
Juni	—	23,0	—	144,7
Juli	24,5	—	115,8	—
August	28,0	—	—	—
September	—	—	—	—
Oktober	—	26,0	—	121,9
November	28,5	23,5	175,7	100,2
Dezember	—	27,0	—	155,1
Juni—Dez.	27,0	25,0	145,7	130,5

Von diesen Tieren war keins geschlechtsreif. Die erhaltenen Werte zeigen nicht, dass ein wesentliches Überwiegen der Nordsee- über die Ostseefische an Länge und Gewicht im zweiten Jahrgang besteht, denn die geringen Unterschiede sind belanglos, da sie ganz auf Zufall beruhen können.

Für den Anfang des III. und IV. Jahres erhalte ich bei einer Zusammenstellung der Mittelwerte in den Monaten März und April folgende Übersicht. II.—III. = Übergang des zweiten Jahres in das dritte.

Monat	Länge	Gewicht
März II.—III. Jahres	25,6	128,5
April II.—III. „	34,6	357,3
April III.—IV. „	38,0	337,0

Diese Werte sind nur an Nordseedorschen gewonnen. Es ergibt sich, dass im April Fische von zwei verschiedenen Jahrgängen nicht sehr beträchtlich in der Grösse von einander abweichen. In den Daten von März und April desselben Jahrgangs zeigen sich dagegen auffallende Differenzen. Hiernach liegt es nahe, an zwei Rassen oder Varietäten zu denken, bei welchen eine verschiedene Schnelligkeit des Wachstums besteht. Vielleicht ist hier der Unterschied zwischen Küstendorsch und Hochseedorsch von Belang, dessen bei MÖBIUS und HEINCKE Erwähnung gethan wird. — Der Unterschied der beiden Reihen zeigt sich auch in der Geschlechtsreife. Bei der einen Reihe (der Mehrzahl der untersuchten Exemplare) trat die Geschlechtsreife noch nicht nach zwei, sondern erst nach drei Jahren ein. Dagegen waren bemerkenswerter Weise einige Exemplare der anderen Reihe schon geschlechtsreif, obwohl sie nach ihren Otolithen erst zwei Jahre alt waren, bezw. am Anfang des dritten Jahres standen. — Bestätigt sich bei weiteren Forschungen die Rassenverschiedenheit der beiden Reihen, so findet der verschiedene Eintritt der Geschlechtsreife darin seine Erklärung; sonst muss die Geschlechtsreife nach zwei Jahren als Abweichung angesehen werden, welche bei sehr günstigen Bedingungen eintritt. Das kleinste laichreife Exemplar war 31,1 cm lang.

Die Werte für die späteren Jahrgänge gehen zu weit auseinander, als dass sie in kurzer Übersicht zu behandeln wären. Ich muss daher bezüglich derselben auf die ausführlichere Arbeit verweisen.

Wenn man gewöhnlich erklärt, der Nordseedorsch sei eine grössere Varietät als der Ostseedorsch, so ist dies ohne Weiteres nicht berechtigt, wie sich aus dem Angeführten bereits ergibt. Es könnte nur noch in Frage kommen, ob nicht die eine Reihe der Nordseefische grössere Werte ergibt. Darüber ist noch keine Gewissheit zu erlangen. Auch aus den Zahlen, welche für die späteren Jahrgänge vorliegen, ist ein Überwiegen der Grösse des Nordseedorsches über diejenige des Ostseedorsches nicht ersichtlich.

Gadus aeglefinus.

In der Schichtenanlage besteht dasselbe Prinzip wie beim Dorsch, doch ist die Überlagerung viel stärker, so dass die Übersicht der Schichten weit schwieriger und meist nur mittels eines Schliffes möglich wird. Die Länge der Fische betrug in der zweiten Hälfte des zweiten Jahrgangs 22,8—30,0 cm, das Gewicht 85,0—233,0 g.

Gadus minutus.

Der Schichtenwechsel ist wegen der starken Dickenzunahme sehr schwer zu erkennen. Es ist deshalb schon bei kleinen Steinen ein Schliff nötig. Ob in höheren Jahrgängen überhaupt die Schichten im Innern noch unterscheidbar sind, lässt sich noch nicht bestimmen. — Im August des zweiten Jahres waren zehn Fische 14,0—19,0 cm lang, im August des dritten Jahres massen zwei Exemplare 22,5 und 24,5 cm.

Gadus virens.

Es scheint dasselbe Prinzip in der Schichtung zu bestehen wie beim Dorsch. Zwei Fische, die wahrscheinlich am Ende des dritten Jahres standen, massen 43,0 und 46,0 cm und wogen 630,0 und 763,8 g.

Gadus pollachius.

Der Schichtenwechsel ist wie beim Dorsch. Im August des zweiten Jahres massen zwei Exemplare 24,0 und 25,3 cm.

Gadus merlangus.

Um die Schichtung zu übersehen, wird bei grösseren Steinen ein Anschleifen nötig. Im Centrum befindet sich ein rosettenförmiger, dunkler Kern, umgeben von einer hellen Schicht, innerhalb welcher sehr häufig ein schmaler, dunkler Contour verläuft. Auf diese helle Schicht folgt wieder eine starke dunkle, mit deren Beginn bezw. ersten Ausbildung der zweite Jahrgang einsetzt. Es folgen dann regelmässig abwechselnd helle und dunkle Schichten, und mit dem Beginn einer dunklen fängt jedesmal ein neues Jahr an. — Am Ende des ersten Jahrgangs (Oktober und November betrug die Länge einiger Fische 11,0—19,0 cm, das Gewicht 27,2—48,0 g. In den Monaten Juli bis November des zweiten Jahres betrug die Länge 26,0—30,5 cm, das Gewicht 98,0—220,8 g. In denselben Monaten des dritten Jahres betrug die Länge 28,3 bis 37,2 cm, das Gewicht 151,0—394,0 g. — Ein Überwiegen

an Grösse der Nordseefische über die Ostseexemplare war bisher nicht ersichtlich. — Nach dem Zustand der Geschlechtsorgane war zu schliessen, dass die Geschlechtsreife wahrscheinlich in der Regel nach drei Jahren erlangt ist. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass ebensolche Ausnahmefälle vorkommen können wie bei den Dorschen, dass also unter Umständen bereits nach zwei Jahren die erste Eireife eintreten kann.

Merluccius vulgaris.

In der Schichtung besteht dasselbe Prinzip wie beim Dorsch, doch sind die Grenzen der einzelnen Schichten weniger gut markiert; besonders die Randschichten sind nicht leicht abzugrenzen.

Lota vulgaris.

Der Schichtenwechsel ist sehr regelmässig und selbst bei älteren Jahrgängen vollkommen deutlich zu übersehen. Im Centrum befindet sich ein ovaler dunkler Kern, an welchem sich meist noch in der Mitte ein dunkler Punkt mit umgebendem, ganz schmalen hellen und folgendem dunklen Streifen differenziert; nicht selten erscheint jedoch der Kern ganz einheitlich. Darauf folgt eine breite helle Schicht, dann eine sehr starke dunkle. Mit dem Beginn dieser letzteren setzt der zweite Jahrgang ein. Nun folgen abwechselnd ziemlich gleich breite helle und dunkle Schichten, und in den Beginn einer dunklen Schicht fällt stets der Anfang eines neuen Jahres. — Am Ende des zweiten Jahres betrug die Länge 18,3 – 24,5 cm und in einem Ausnahmefalle 33,0! cm. Im dritten Jahrgang betrug die Länge 29,5 (Anfang) bis 40,5 cm (Ende). In der zweiten Hälfte des vierten Jahrgangs massen zwei Fische 39,5 und 53,0 cm. — Die Geschlechtsreife ist wohl in der Regel nach drei Jahren erlangt, doch war dieselbe in dem erwähnten Ausnahmefall bereits nach zwei Jahren eingetreten.

Lota molva.

Das Prinzip der Schichtung ist wahrscheinlich dasselbe wie bei *Lota vulgaris*, doch sind die einzelnen Schichten schmaler und liegen enger an einander, so dass die Übersicht nicht so günstig ist.

Raniceps ranina.

Die Schichtung ist wahrscheinlich ähnlich angelegt wie bei *Gadus morrhua*, doch überlagert sich das Centrum sehr stark. Die Betrachtung geschieht von der Innenseite des Steins.

Motella cimbria.

Die Überlagerung ist hier sehr stark, so dass selbst nach Anschleifen die Schichtung nicht sehr übersichtlich wird. Es scheint sonst, soweit ersichtlich, dasselbe Prinzip wie bei *Gadus morrhua* zu bestehen.

Ammodytes tobianus.

Die Schichtung scheint derart, dass sich um einen dunklen Kern eine immer heller werdende Schicht legt. Diese wird abgeschlossen von einem deutlich markierten, dunklen Contour, welcher sich wahrscheinlich mit dem Anfang des zweiten Jahres anlegt. Nun folgt aber nicht eine deutlich abzugrenzende dunkle und helle Schicht, sondern die folgende Jahresanlage wird von dem Contour an auch wieder immer heller, doch konnte ich den Abschluss derselben nicht beobachten.

Pleuronectes platessa.

Die Schichtenanlage ist meist sehr deutlich zu übersehen. Die Altersbestimmung dieser Art ist an sehr umfangreichem Material von REIBISCH durchgeführt. Man erhält nach REIBISCH folgendes Bild. Um den innersten, sehr dunklen Kern legt sich eine schmale helle Schicht, auf welche wiederum ein dunkler Ring folgt. Nun folgt eine helle, nach aussen dunkler werdende Schicht, welche von einem fast unvermittelt auftretenden dunklen Contour abgeschlossen wird. Dieser zeigt den Beginn des zweiten Jahres an. Nun folgen abwechselnd dunkle und helle Schichten, und mit dem die dunkle Schicht einleitenden Contour beginnt stets ein neuer Jahrgang.

Einige Resultate, die ich an Nordseeschollen gewonnen habe, teile ich in der umfangreicheren Arbeit mit.

Pleuronectes limanda.

Es liegen ähnliche Verhältnisse vor wie bei *Pleuronectes platessa*, doch ist der Kern mehr einheitlich dunkel, und die Randschichten sind in späteren Jahren viel weniger gut abgesetzt, so dass in älteren Jahren die Altersbestimmung erschwert wird.

Pleuronectes flesus.

Die Schichtung ist sehr übersichtlich. Der dunkle Kern zeigt in der Mitte wieder einen besonders dunklen Punkt, umgeben von einer schmalen, etwas helleren Partie, auf welche eine breite dunkle folgt; diese Verhältnisse treten bei den ver-

schiedenen Individuen in verschiedener Deutlichkeit hervor. Bald ist der Kern sehr breit und die Differenzierung ziemlich scharf, bald jedoch erscheint das Ganze als ein wenig differenziertes, dunkles Centrum. Immerhin sind die Parteen nicht mit den Jahresschichten zu verwechseln. Auf dieses Centrum folgt eine helle, auf diese eine dunkle Schicht, mit deren Beginn ein neues Jahr einsetzt. — Im August des dritten Jahres betrug die Länge von 16 Fischen 19,6—21,7 cm, Höhe 6,2—8,0 cm, das Gewicht 76,0—107,0 gr.

Hippoglossoides limandoides.

Die Schichtung überlagert sich sehr mit zunehmender Grösse des Steins, so dass häufig ein starkes Anschleifen nötig wird. Um einen dunklen Kern legt sich eine helle Schicht; dann folgt eine dunkle, mit welcher das zweite Jahr einsetzt u. s. f. Die dunklen Schichten sind viel mächtiger als die hellen. — Im August des zweiten Jahres massen zwei Exemplare 14,5 und 15,0 cm und wogen 24,0 und 27,0 gr. Im August des dritten Jahres massen die untersuchten Exemplare 19,0—22,0 cm und wogen 51,0—80,0 gr.

Hippoglossus vulgaris.

Die Schichten überlagern sich dick, so dass ein starkes Anschleifen nötig ist. Wahrscheinlich besteht dasselbe Prinzip wie bei *Hippoglossoides*.

Solea vulgaris.

Es scheinen ähnliche Verhältnisse wie bei *Hippoglossoides* vorzuliegen, doch scheint die Übersicht etwas deutlicher.

Rhombus maximus.

Es gilt dasselbe wie bei *Solea*. — Im November des ersten Jahres massen einige Exemplare 2,7—7,3 cm. Zwei Exemplare, welche wahrscheinlich im vierten Jahre standen (über drei Jahre alt) waren 26,5 und 31,5 cm lang.

Rhombus laevis.

Es gilt dasselbe wie bei dem vorigen.

Siphonostomum und Nerophis.

Über die Möglichkeit der Altersbestimmung nach den Otolithen ist bisher kein Urteil zu fällen.

Osmerus eperlanus.

Es besteht ein regelmässiger Wechsel dunkler und heller Schichten, so dass danach eine erfolgreiche Altersbestimmung möglich ist, und zwar beginnt jeder neue Jahrgang mit einer dunklen Schicht. Die Schichten sind jedoch bei weitem nicht so kompakt wie z. B. bei den Gadiden, sondern es finden weitgehende Übergänge statt, wodurch die Übersicht wesentlich erschwert werden kann. Meist beginnt jedoch jede dunkle Schicht mit einem ziemlich scharfen Contour. In der Mitte des Steins liegt ein dunkler Kern, der bei grösseren Steinen ziemlich einheitlich erscheint, im ersten Jahre jedoch noch weiter differenziert ist. Ganz im Centrum liegt eine dunkle Rosette, umgeben von einer schmalen helleren Partie, darauf folgt wieder ein dunkler Streifen. In späteren Jahren erscheint der Kern jedoch mehr zu einer einheitlichen dunklen Schicht verschmolzen. Nun folgt eine helle Schicht, abgeschlossen von einem ziemlich scharfen dunklen Contour, welcher die dunkle Schicht einleitet. Hier liegt wohl der Anfang des zweiten Jahres. Es folgt wieder eine helle und darauf eine dunkle Lage, welche den Anfang des dritten Jahres anzeigt. Weiterhin wird die Schichtung wegen der schmäleren Streifen undeutlicher, so dass die Bestimmung zweifelhaft werden kann. Es käme hier vielleicht in Frage, ob der Stint überhaupt älter als 4—5 Jahre wird.

Hinsichtlich der Grössenverhältnisse zeigen sich auffallende Schwankungen, die zum Teil vielleicht darin ihre Erklärung finden, dass die Fische teils* mehr im Süsswasser, teils mehr im Seewasser gelebt haben mögen. Der in der See lebende Stint gilt allgemein als eine grössere Varietät. Gerade im Gebiete der Elbmündung bzw. der unteren Elbe ist auch die Möglichkeit gegeben, dass die einzelnen Individuen in Wasser von verschiedenem Salzgehalt gelebt haben. — Betreffs genauerer Daten muss ich auf die grössere Arbeit verweisen. Die Geschlechtsreife hatten die Tiere nach zwei Jahren erlangt; sie waren dann durchschnittlich 11 cm lang, zuweilen etwas weniger, meist aber etwas darüber. In Ausnahmefällen war die Geschlechtsreife noch nicht erlangt. Auch EHRENBAUM sah die erste Laichperiode am Anfang des dritten Jahres stattfinden. Es scheint eine Zunahme der Eiproduktion vom zweiten bis zum vierten Jahre stattzufinden, soweit bisher ersichtlich. Ein Exemplar, welches ich als vier Jahre alt schätzte, mass 21 cm und wog 60,0 gr; das Ovar wog 12,0 gr.

Coregonus albula.

Die Schichtung ist sehr übersichtlich. In der Mitte liegt ein dunkler Kern, der wieder differenziert ist in einen feinen dunklen Punkt, schmale hellere Partie und dunkle Lage. Dann folgt eine helle Schicht, umgeben von einer breiten dunklen, in deren Anfang man wahrscheinlich den Beginn des zweiten Jahres zu sehen hat. Nun folgen abwechselnd helle und dunkle Schichten. — Ein Exemplar, das wahrscheinlich dem vierten Jahrgang (gef. im Juli) angehörte, war 32,0 cm lang.

Coregonus oxyrrhynchus.

Die Schichtung überlagert sich stark, so dass die Deutung schwieriger wird, wenn auch die Möglichkeit der Altersbestimmung zu bestehen scheint.

Coregonus lavaretus.

Die Schichten überlagern sich stark, so dass die Altersbestimmung nicht ohne Schwierigkeit ist, doch lässt sich mittels eines Schliffes eine bestimmte Übersicht ermöglichen. — Ein Exemplar, welches sicher über zwei Jahre alt war (wohl ca. $2\frac{1}{3}$ Jahre), war 30,5 cm lang. — Die Geschlechtsreife scheint nach zwei Jahren erlangt zu sein.

Esox lucius.

Die Schichten überlagern sich sehr stark, so dass selbst auf einem Schliffe das Bild nicht sehr deutlich wird. Eine bessere Übersicht ermöglicht die Untersuchung des sichelförmigen Asteriscus. An diesem sind bei auffallendem Lichte die Schichten einigermassen zu unterscheiden.

Clupea harengus.

Die Schichtung ist übersichtlich, doch ist die Deutung zuweilen wegen starker Übergänge nicht ohne Schwierigkeit.

Clupea sprattus und *Cl. alosa.*

Die Schichtung zeigt ganz dasselbe Prinzip wie beim Hering, doch scheint die Deutung hier durchschnittlich etwas leichter zu sein.

Anguilla vulgaris.

Es bestehen sehr variable Verhältnisse in der Schichtung. Ein Urteil über die Möglichkeit der Altersbestimmung ist noch nicht zu fällen.

Cyprinidae.

Da die Schichtenanlage bei den untersuchten Arten der Weissfische im wesentlichen gleich oder ähnlich ist, gehe ich auf die einzelnen Arten hier nicht ein.

Nur die Sagitta ermöglicht eine Übersicht über die Schichtung. Da ein deutlicher Wechsel dunkler und heller Schichten nicht besteht, muss die Möglichkeit der Altersbestimmung nach den Otolithen sehr zweifelhaft erscheinen. Für die ersten beiden Jahre ist jedenfalls die Möglichkeit noch nicht auszuschliessen, da im Inneren der Steine gewisse Differenzierungen vorkommen. In späteren Jahren muss jedoch die Anwendbarkeit der Methode bisher als recht aussichtslos angesehen werden.

Am ehesten dürfte noch eine Aussicht auf Durchführbarkeit der Methode bestehen bei *Alburnus* und *Carassius* (vielleicht auch *Aspius?*), da bei diesen gewisse Modifikationen bestehen.

Die Geschlechtsreife scheinen diese Fische in der Regel nach zwei Jahren erlangt zu haben.

*

*

*

Wie sich zeigt, bietet sich in den meisten Fällen die Möglichkeit, nach der Schichtung der Otolithen eine Altersbestimmung der Fische vorzunehmen. — Speziellere Details, verbunden mit tabellarischen Übersichten, werde ich in der ausführlicheren Arbeit geben, welche demnächst in den »Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen« erscheinen wird.

Thesen.

1.

Die Altersbestimmung von Fischen lediglich nach der Grösse ist unzuverlässig.

2.

Als wenig der Anpassung unterworfen Organe sind die Otolithen von grossem Werte für die Erkenntnis der Verwandtschaft der Knochenfische untereinander.

3.

Bei Individuen derselben Fischart kann die Geschlechtsreife verschieden früh eintreten.

V i t a.

Ich, Carlos Edward John Theodor Fryd, evangelisch-lutherisch, bin geboren am 18. November 1876 zu Altona. Ich besuchte von Ostern 1889 bis Weihnachten 1896 das Gymnasium zu Altona. Von Ostern 1897 an studierte ich in Berlin Zahnheilkunde, bestand Ostern 1898 am Gymnasium zu Wandsbek die Reifeprüfung und trieb darauf medizinisch-naturwissenschaftliche Studien. Michaelis 1898 ging ich nach Kiel. Während eines Teils des Sommersemesters 1899 und im Wintersemester 1899/1900 war ich in Hamburg Assistent in den unter der Leitung des Herrn Zahnarzt Fenchel stehenden zahnärztlichen Instituten und Kliniken (Mellin-Stiftung). Ostern 1900 bestand ich in Kiel die ärztliche Vorprüfung, bald darauf in Berlin die zahnärztliche Staatsprüfung. Seit dieser Zeit studierte ich in Kiel Naturwissenschaften und war als Praktikant im zoologischen Institut thätig. Am 8. Juni 1901 bestand ich das Rigorosum.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten: Benecke, Brandt, Busch, Claisen, Deussen, Engelmann, Flemming, Fritsch, Hensen, O. Hertwig, Klein, Krause, R. Krause, Landolt, Martins, Meves, Munk, Pagel, Rawitz, Schwendener, H. Virchow, Waldeyer, Warburg.

Allen meinen hochverehrten Lehrern, sowie Herrn Zahnarzt Adolf Fenchel, dem ich hinsichtlich meiner praktischen Ausbildung tief verpflichtet bin, spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.

Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN. 21, 1908

3 2044 072 193 345