Zur Phylogenie und Ethologie der Scombresociden.

Von

Günther Schlesinger.

Mit Tafel I und 6 Figuren im Texte.

(Eingelaufen am 20. April 1909.)

Die Scombresoeiden bilden eine Gruppe unter den Acanthopterygiern, über welche zahlreiche Mitteilungen vorliegen. Die meisten dieser Angaben sind jedoch systematischer Natur und bestehen aus Beschreibungen der einzelnen Arten und Gattungen, während Beobachtungen über die Lebensweise der einzelnen Arten dieser Gruppe ebenso selten gemacht worden sind als Mitteilungen über die Ethologie dieser Formen. Die Frage des phylogenetischen Zusammenhanges der einzelnen Glieder der Scombresoeidengruppe ist nur selten aufgerollt worden. Die wenigen synoptischen Darstellungen der ganzen Gruppe stehen im wesentlichen auf rein systematischer Basis, wie die Abhandlungen von Günther¹) und Gill²); vereinzelte, nicht in Zusammenhang gebrachte Beobachtungen über die Lebensweise der Scombresoeiden finden wir in den Arbeiten von Jordan und Everman n³) und Jordan und Starks.⁴)

Zweifellos muß die systematische Gliederung einer Tiergruppe den Ausgangspunkt für alle weiteren Untersuchungen bilden; das

¹⁾ A. Günther, Catalogue of the fishes in the British Museum. London, 1866.

²⁾ Th. Gill, Proceedings of the United States National Museum, XVIII, p. 167—178. Washington, 1895.

³⁾ D. S. Jordan and B. W. Evermann, The fishes of North and Middle America. (Bulletin of the United States Fish Commission. Washington, 1898.)

⁴⁾ D. S. Jordan and E. C. Starks, Revision of the Japanese species. (Proceedings of the United States National Museum, XXVI, p. 525-544. Washington, 1903.)

anzustrebende Ziel der Erforschung einer Tiergruppe aber ist die eingehende Kenntnis der Lebensweise im Zusammenhange mit der vergleichend-anatomischen Betrachtung der Glieder der Gruppe und die Erörterung der genetischen Zusammenhänge.

In jenen Fällen, in welchen sich die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung geltend macht, können wir nur dann zu einem befriedigenden Bilde über die Phylogenie der lebenden Formen, der Zweigenden der Stammbaumäste, gelangen, wenn wir eingehendere Untersuchungen über die Lebensweise der einzelnen Arten anstellen und die Gesetze untersuchen, nach welchen die Anpassung an die verschiedene Lebensweise erfolgt. Die morphologischen Verschiedenheiten der einzelnen Arten können wir erst dann in ihrem vollen Werte verstehen, wenn wir den Ursachen nachgehen, welche die Veränderungen des anatomischen Baues bewirken.

Die Feststellung der Lebensweise ist also nicht nur der Schlüssel für das Verständnis der morphologischen Verschiedenheiten, sie gibt uns auch ein Mittel an die Hand, um in jenen Fällen den genetischen Zusammenhang der einzelnen Formen zu enträtseln, in welchen die Paläontologie versagt.

Mit Hilfe dieser ethologischen Betrachtungsweise, deren Begründer L. Dollo ist, sind schon viele Probleme gelöst worden, so daß die ethologische Analyse eine der wichtigsten und erfolgreichsten Methoden der modernen Biologie geworden ist. Ich verweise nur auf die Klärung der Dipneustenfrage¹) und der Stammesgeschichte der Lederschildkröte,¹) die wir dem obenerwähnten Autor verdanken, ferner auf O. Abels²) erfolgreiche Forschungen über die Flugfische, Sirenen und Wale, insbesondere die Aufhellung der Stammesgeschichte der Physeteriden

¹⁾ L. Dollo, Sur la Phylogénie des Dipneustes. (Bulletin de la Soc. Belge de Geol., T. IX. Bruxelles, 1895.) — L. Dollo, Sur l'origine de la Tortue Luth (*Dermochelys coriacea*). (Bulletin de la Soc. sc. Med. et nat. Bruxelles, 1901.)

²) O. Abel, Fossile Flugfische. (Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., Bd. LVI, 1. Heft. Wien, 1906.) — O. Abel, Die Sirenen der mediterranen Tertiärbildungen Österreichs. (Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., XIX, 2. Heft. Wien, 1904.) — O. Abel, Les Odontocètes du Boldérien (Miocène

und Ziphiiden, welche die Endglieder zweier getrennt von Squalodon ausgehender Reihen repräsentieren.

Die Klarlegung der phylogenetischen Verhältnisse einer Sippe von Tieren stößt insoferne auf Schwierigkeiten, als es uns bei der Lückenhaftigkeit der Paläontologie und dem Umstande, daß wir in den rezenten Typen meist nur die Endprodukte artbildender Entwicklung vor uns haben, während die Zwischenglieder fehlen, nicht möglich ist, von einer direkten Verwandtschaft zu sprechen; wir brauchen aber eine so weitgehende Durchlichtung nicht; denn es kann sich uns nicht darum handeln, bis ins kleinste Detail genaue Stammbäume herzustellen; es handelt sich uns bei diesen kleinen Kreisen vielmehr darum, uns über die artbildenden Momente klar zu werden, um Einblick in die Verwandtschaftsverhältnisse der Gattungen zu erlangen; und dafür genügen uns biologische Reihen vollkommen; denn wir erhalten durch sie ein ebenso scharfes Bild von den allgemeinen genetischen Beziehungen der Gattungen und Arten, ohne Behauptungen aufzustellen, die wir nie mit Bestimmtheit beweisen können.

Von diesen Gesichtspunkten aus wurden, wie so viele andere, auch die Scombresociden nicht behandelt und wir müssen ihre Geschichte, trotzdem sie so lange bekannt sind, als ebenso ungeklärt betrachten wie die der viel später entdeckten, aber ebenso vielfach bearbeiteten Mormyriden. Gerade die Scombresociden sind eine ungewöhnlich interessante Gruppe, da sie wiederholt ihre Lebensweise geändert und im Zusammenhange damit auch durchgreifende Umwandlungen ihrer morphologischen Verhältnisse erfahren haben.

Bevor ich an die Lösung meiner Aufgabe schreite, möchte ich die Gelegenheit benützen, vor allem meinem hochverehrten Lehrer Professor O. Abel innigst zu danken für die mehr als freundschaftliche Unterstützung durch Rat und Tat und die vielen Anregungen, die ich von ihm empfing. Den gleichen herzlichen Dank sage ich auch den Herren Kustos F. Siebenrock und

supérieure) d'Anvers. (Mémoires du Mus. Roy. Hist. Nat. de Belg., T. III. Bruxelles, 1905.) — O. Abel, The genealogical history of the marine mammals. (Annual Rep. of the Smiths, Inst., p. 474-496. Washington, 1908.)

Assistent Dr. V. Pietschmann am k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien, welche in der zuvorkommendsten Weise mir bei der Beschaffung der nötigen Literatur und des konservierten Materiales behilflich waren.

I. Phylogenetischer Teil.

1. Systematische Stellung der Scombresocidae.

Die Scombresocidae reiht G. A. Boulenger¹) als erste Familie in die Unterordnung der Percesoces ein (ein Kreis von Formen, welche die Haplomi mit den Acanthopterygii verbinden) und nennt sie "somewhat related to the Cyprinodontidae".

Schon viel früher, im Jahre 1867, beschäftigte sich R. Kner²) mit der Frage nach der systematischen Stellung dieser Gruppe und kam zu folgendem Ergebnis:

"Die hieher zu zählenden Fische sind nicht nur echte Weichstrahler, sondern vermitteln einerseits den Übergang zu den Scomberiden durch häufiges Auftreten ähnlich geteilter Gliederstrahlen, wie die Flößchen bei diesen sind, andererseits aber durch stufenförmige Gliederung derselben jenen zu den Clupeiden und nähern sich mitunter durch spärliche Gliederung und kompresse Strahlen nicht minder wie durch Totalgestalt selbst den Lophobranchiern."

2. Die Herkunft der Scombresociden.

Diese beiden Äußerungen weisen uns auf zwei Momente hin, die für die Beurteilung der Herkunft der Scombresociden nicht unwichtig sind. Denn wir ersehen daraus, daß wir es mit Formen zu tun haben, die einerseits sehr primitive Verhältnisse aufweisen, wie im Bau des Wirbelskeletts, der Flossen bei Belone, Scombresox und Hemirhamphus und der Schuppen bei letztgenannter Form und den Exocoeten, andererseits aber ungemein hohe Spezialisationsgrade zeigen, worauf die Ausbildung der ganz verschiedenen Rostren von Belone und Hemirhamphus, der, wie wir sehen werden, se-

¹) G. A. Boulenger, Annals and Magazins of Nat. Hist., Vol. XIII, p. 174. London, 1904.

²⁾ R. Kner, "Novara-Expedition"; Fische, 1867, S. 321.

Z. B. Ges. 59. Bd.

kundär verkürzten Schnauzen von Scombresox brevirostris, Arrhamphus und Exocoetus und die Umformung der Pektoralen dieses Fisches zu einem Fallschirmorgan genügend hinweisen. Die Scombresociden müssen also verhältnismäßig frühzeitig vom Hauptstamme abgezweigt sein und als Folge der verschiedenen Lebensbedingungen eine rasche Umformung einzelner Organe erlitten haben, ohne daß die indifferenteren Teile des Körpers in die Spezialisationssteigerung einbezogen worden wären. Wenn wir ferner die nächsten Verwandten durchgehen, finden wir sowohl unter den Haplomi wie unter den Percesoces durchwegs kurzschnauzige Formen oder höchstens solche, die im Zusammenhange mit der Annahme einer stoßraubenden Lebensweise zu einer mäßigen Kieferverlängerung gelangt sind. Die Scombresociden stammen somit zweifellos von kurzsymphysigen Ahnen ab und damit stimmen auch die nahen Beziehungen zu den Cyprinodontiden überein.

Diese kurzsymphysigen Stammformen sind erloschen und wir haben über die Wurzel der Scombresociden und ihre frühesten Abstammungsverhältnisse keine genaue Kenntnis. Dies kann uns umso weniger Wunder nehmen, als wir wissen, daß die meist unvorteilhaft an eine Lebensweise angepaßten Übergangsformen sehr rasch durch den "Kampf ums Dasein" ausgeschieden werden und es geradezu ein Zufall ist, wenn wir durch die Paläontologie in den Besitz einer solchen Form gelangen.

3. Gliederung der lebenden Scombresoeiden in zwei Stammesreihen.

Wenn wir die lebenden Scombresociden einer eingehenderen Prüfung unterziehen, finden wir zwei von Grund aus verschiedene Formenreihen, welche jede in sich sehr nahe Beziehungen zeigen, zueinander aber keine nähere Verwandtschaft aufweisen, als daß sie ein und derselben Familie angehören. Die eine Reihe wird gebildet von den Beloninen und Scombresocinen; es sind Fische mit zahlreichen kleinen Schuppen, die dem Tiere ein glattes, hechtartiges Aussehen verleihen, und verlängertem oder, wie wir sehen werden, sekundär verkürztem Ober- und Unterkiefer. Dazu gehören: Tylosurus, Belone, Potamorhaphis, Scombresox und Cololabis (= Scombresox brevirostris).

Die zweite Reihe dagegen wird von den Hemirhamphinen und Exocoetinen gebildet, Fische mit großen, dachziegelförmig übereinanderlagernden, rauhen Schuppen und verlängertem oder ebenso sekundär verkürztem Unterkiefer. Dazu gehören: Hemirhamphodon, Hemirhamphus, Zenarchopterus, Dermogenys, Arrhamphus; Euleptorhamphus, Oxyporhamphus, Parexocoetus und Exocoetus.

4. Gründe für die Trennung der Scombresocidae microsquamatae und macrosquamatae.

Lütken¹) hat in seiner "Spolia atlantiea" wenn auch nicht deutlich ausgesprochen, so doch in einer Zeichnung den Standpunkt vertreten, daß *Hemirhamphus* ein Vorstadium zu *Scombresox* und *Belone* repräsentiert. Eine derartige Deutung ist unmöglich und erweist sich als gänzlich falseh, wenn wir die Rostralverhältnisse betrachten. Denn es ist nach dem Gesetze der Irreversibilität

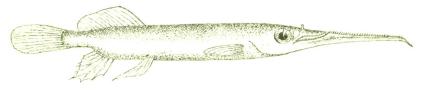


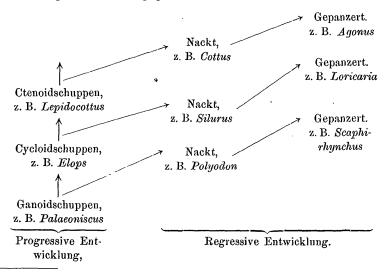
Fig. 1. Hemirhamphodon Kükenthali.

(Schematisierte Zeichnung nach Steindachner, Abhandl. der Senckenberg, naturf. Ges., Bd. XXV.) *

der Entwicklung ausgeschlossen, daß ein so hochspezialisierter Unterkiefer, wie es der von Hemirhamphus ist, ein Unterkiefer, welcher eine weiche, als Tastorgan funktionierende Spitze ausgebildet und durch den Verlust der Zähne zwei rudimentäre Alveolenrinnen erlangt hat, wieder Zähne entwickelt und dazu in einem derartig hohen Spezialisationsgrade, wie ihn Belone zeigt. Selbst wenn wir den mit einem vollbezahnten Unterkiefer versehenen Hemirhamphodon (siehe Fig. 1) als Ausgangspunkt annehmen (Lütken zeichnet jedoch einen völlig zahnlosen Hemirhamphus), wäre eine solche Entwicklung nicht denkbar, da die Zähne der Unter-

¹) C. Lütken, "Spolia atlantica". Danske Videnskaberner Selskab Skrifter, Bd. 12, p. 567—607. Kopenhagen, 1880.

kieferverlängerung bei dieser Form homogen und nach vorne gerichtet sind und gegen die ebenfalls herabgebogene weiche Spitze hin atrophieren, Belone aber meist heterogene, nach hinten gerichtete und gerade an der starren Spitze oft sehr wohlentwickelte Zähne trägt. Dazu wäre die Annahme notwendig, daß der konvexe Mandibularfortsatz oberseits konkav und der kurze, deckelartig den Mund verschließende Oberkiefer enorm verlängert wurde. Annahme eines engeren genetischen Zusammenhanges muß jedoch als gänzlich unhaltbar erscheinen, wenn wir bedenken, daß alle Hemirhamphinen dreispitzige, rudimentäre Zähne haben, wie Günther¹) schon erkannte, eine Rückkehr zum primitiven einspitzigen Zahn also nicht möglich ist. Andererseits ist auch eine umgekehrte Entwicklung von Belone oder Scombresox zu Hemirhamphus nicht denkbar, da einmal reduzierte Schuppen nie wieder ihre ursprüngliche Gestalt annehmen, sondern in Fällen, wo es sich darum handelt, dem schuppenlos gewordenen Tiere den früheren Schutz wiederzugeben, nach dem Schuppenverluste eine sekundäre Panzerung eintritt. L. Dollo²) hat diese Tatsache durch das im folgenden wiedergegebene Schema erläutert:



¹⁾ A. Günther, l. c.

²⁾ L. Dollo, Poissons, p. 139. Anvers, 1904.

Wir ersehen aus all' dem, daß wir es in den beiden Gruppen mit zwei in sich abgeschlossenen, aber scharf getrennten, nicht auseinander hervorgegangenen Reihen zu tun haben, welche, aus einer Wurzel divergent entspringend, sich ganz selbständig weiterentwickelten. Diese Verschiedenheit der beiden Reihen voneinander und die nahen Beziehungen der Glieder einer Reihe untereinander berücksichtigend, halte ich es für zweckmäßig, im Hinblicke auf die Beschuppung als das augenfälligste Merkmal die erstere Gruppe als Scombresocidae microsquamatae der zweiten als macrosquamatae gegenüberzustellen.

Die folgende Tabelle wird die Unterschiede der beiden Gruppen noch deutlicher beleuchten:

	Scombresocidae:		
	microsquamatae	macrosquamatae	
Kiefer:	beide verlängert (oder ver- kürzt);	nur der Unterkiefer verlängert (oder verkürzt).	
Zähne:	konisch, einspitzig, homogen oder heterogen;	dreispitzig oder gänzlich fehlend.	
Obere Pharyngealia:	durchwegs getrennt;	getrennt, nur 3. mit dem 4. Paar verschmolzen, stark verbreitert.	
Untere Pharyngealia:	vereint (nicht verschmolzen) zu einer langen, schlanken, spitzen Platte;	vereint (oder verschmolzen) zu einer langen, dicken, tri- angulären Platte.	
Schuppen:	sehr klein, dünn und glatt;	sehr groß, kräftig und rauh.	

A. Phylogenie der Scombresocidae microsquamatae.

In der Phylogenie der Mikrosquamaten sind zwei Tatsachen nie angezweifelt worden:

- 1. Die Zugehörigkeit von *Potamorhaphis* zu den Beloninen, was sich schon darin ausprägte, daß *Potamorhaphis* lange Zeit zum Genus *Belone* gestellt wurde.
- 2. Die Verwandtschaft zwischen Scombresox und Cololabis.

Unberührt blieb die Frage nach dem genetischen Zusammenhange der Beloninen und Scombresocinen, vielmehr wurde sie durch die falsche Behauptung, daß Cololabis hinsichtlich seiner Schnauze primitiv sei, in eine gänzlich unrichtige Bahn gelenkt. So sagen Jordan und Starks¹) über Cololabis (= Scombresox brevirostris): "This genus is close to Scombresox differing chiefly in the very short beak; the upper jaw, even in the adult, not being in all produced, and the lower jaw having only a short flexible tip. This genus represents "the immature state of Scombresox."

Jordan und Starks stehen also auf dem Standpunkt, daß Cololabis ein unvollendetes Scombresox-Stadium darstellt, mithin die Entwicklung von ersterer Form ausgegangen ist. Eine genaue Überprüfung der Tatsachen ergibt nicht nur, daß der kurzschnauzige Makrelenhecht ein sekundär verkürztes Rostrum hat, sondern daß das Genus Scombresox überhaupt einen im Anschluß an eine bestimmte Lebensweise regressiven Typus der Beloninen darstellt. Ich möchte aus den folgenden Beweispunkten alle biologischen Momente vorläufig ausschließen und dem zweiten Teile meiner Ausführungen vorbehalten, vielmehr meine Ausführungen durch rein morphologische Tatsachen stützen. Lütken 2) hat auf die Verkürzung hingewiesen, aber daraus keinerlei Folgerungen gezogen. Er vergleicht Scombresox brevirostris mit S. saurus und sagt von ersterem: "qui se distingue par un racourcissement excessif de deux mâchoires."

Vergleichen wir nunmehr Belone, Scombresox und Cololabis (siehe Fig. 2, 3 und 4). Während wir z. B. bei Belone robusta ein ungemein kräftiges Rostrum finden, das von kompressen, mit starken heterogenen Zähnen reich besetzten Kiefern gebildet wird, welche vollkommen übereinander schließen, zeigt Scombresox eine sehr schwache, etwas nach aufwärts gekrümmte und mit feinen homogenen Zähnchen ausgestattete Schnauze. Auf diese Tatsache weisen auch Jordan und Starks³) hin; sie wurde aber bedeutend

¹⁾ D. S. Jordan und E. C. Starks, l. c., p. 537. (Die hier wie in den folgenden Zitaten gesperrt gedruckten Stellen sind in den Originalen nicht durch Sperrdruck hervorgehoben.)

²⁾ C. Lütken, l. c., p. 608.

³⁾ D. S. Jordan und E. C. Starks, l. c., p. 724.

früher schon von Mc. Coy¹) und Cuvier und Valenciennes²) festgestellt. Ersterer bemerkt über Scombresox saurus:



Fig. 2. Belone robusta.
(Schematisierte Zeichnung nach dem Original im k. k. Hofmuseum in Wien.)



Fig. 3. Scombresox saurus.
(Schematisierte Zeichnung nach Mc. Coy, Prodr. Zoolog. of Victoria, 1888.)



Fig. 4. Scombresox brevirostris (= Cololabis).
(Schematisierte Zeichnung nach dem Original im k. k. Hofmuseum in Wien.)

"Head prolonged into two long, very slender jaws, with a slight upwärts curvature; the lower beak a little longer than the upper, both jaws bordered with a row of very minute, simple teeth, none on the tougue nor palate."

Ähnlich erwähnen Cuvier und Valenciennes vom Genus Scombresox: "Le bec est si grêle et si delicat, qu'il se deforme

¹⁾ Mc. Coy, Prodromus Zoologicus of Victoria, p. 135. Melbourne, 1888.

²) Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelle de poissons, XVIII, p. 462. Paris, 1846.

facilement," und weisen auch auf die außerordentliche Feinheit der Zähne hin.

Die bedeutende Verdünnung der Kieferknochen von Scombresox und der Umstand, daß sie weich und biegsam werden, weist darauf hin, daß wir es mit einem atrophierenden Organ zu tun haben, da sich die Rudimentation eines Knochens in der Regel mit einem Schwinden der kalkigen Knochensubstanz einleitet. Diese Ansicht wird nun noch durch einige Punkte gestützt.

Dafür spricht zunächst das Auftreten einer eigentümlichen Wölbung der Oberkieferbasis bei *Scombresox*. Diese bogenförmige Krümmung, welche allgemein beobachtet wurde, zeigt sich schon bei einzelnen Beloninen und geht bei diesen mit einer Verengerung des Rostrums und einer Reduktion der Zähne Hand in Hand. Das Bezeichnendste aber ist daran, daß wir den Rest dieser Wölbung in einer deutlichen obtusen Auftreibung des Prämaxillare von *Cololabis* wiederfinden.

Während ferner Belone robusta eine sehr kräftige, heterogene Bezahnung aufweist, wo immer mehrere kleine Zähne mit einem großen Kegelzahn abwechseln, sind die Zähnehen im Scombresox-Schnabel äußerst fein und schwach und verschwinden bei Cololabis im vorderen Kieferteil gänzlich.

Auch dies ist oft beobachtet, so von Jordan und Starks¹) an *Cololabis saira*, von Lütken,²) Cuvier und Valenciennes³) und Peters⁴) an *Scombresox brevirostris*. Letzterer sagt wörtlich:

"Der mit dem Zwischenkiefer verbundene Oberkiefer ist am hinteren Ende verschmälert; Zwischenkiefer und Unterkiefer sind mit wenigen, sehr kleinen Zähnchen bewaffnet, an der Spitze selbst zahnlos."

Wenn wir diesen Beobachtungen noch die Tatsachen anschließen, daß die bei *Belone* getrennten oberen Pharyngealia bei *Scombresox* im dritten und vierten Paare verschmelzen, daß die

¹⁾ D. S. Jordan und E. C. Starks, l. c., p. 537.

²⁾ C. Lütken, l. c., p. 607.

³⁾ Cuvier und Valenciennes, l. c.

⁴⁾ W. Peters, Monatsberichte der kais. Akad. in Berlin, S. 521, 1866.

Pharyngealzähne dreispitzig, also rudimentär¹) werden, die Schuppen leicht zum Abfallen neigen und die Dorsalis und Analis freie Flossenstrahlen (sogenannte Flößchen) absondern, wie wir sie bei den hochspezialisierten pelagischen Scomberiden finden, kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß wir es in der Cololabis-Schnauze mit einem sekundär verkürzten Organ zu tun haben und daß die Entwicklung den Weg von Belone über 'Scombresox zu Cololabis gegangen ist und nicht umgekehrt.

Auch hier wird eine tabellarische Zusammenstellung der einzelnen Charaktere von *Belone* und *Scombresox* die Reduktionsverhältnisse bei letzterer Form am besten zeigen.

		Belone	Scombresox	
Kiefer:		beide verlängert, kräftig und starr;	beide verlängert, schwach und biegsam.	
Obere Pharyngealia:		getrennt, drittes Paar wenig verbreitert;	drittes mit dem vierten Paar verschmolzen, sonst getrennt.	
Unte	ere Pharyngealia:	vereint (nicht ver- schmolzen) zu einer langen, schlanken u. spitzen Platte;	vereint (nicht verschmolzen) zu einem dreieckigen Knochen mitkonkaver Oberfläche.	
Z ä h n e:	in den Kiefern:	einspitzig, konisch, hetero- oder homogen, sehr stark bis mäßig;	einspitzig, konisch, nur homogen u. äußerst fein.	
	in den oberen Pharyngealien:	klein, konisch, einspitzig;	am 1. fehlend, am 2. einspitzig, am 3. dreispitzig.	
	in den unteren Pharyngealien:	klein, konisch, einspitzig;	durchwegs dreispitzig und zart.	
	Schuppen:	klein, glatt;	sehr klein und stark, zum Abfallen neigend.	
Flößchen:		fehlend;	vorhanden.	

¹⁾ Ähnlich äußert sich das Rudimentärwerden der Zähne in der Gruppe der Mormyriden, indem zweispitzige oder auch mehrspitzig geriefte Zähne auftreten.

Wenn wir nun diesen Formen noch Cololabis mit den noch viel hinfälligeren Schuppen, der beginnenden Zahnlosigkeit und der stark verkürzten, spitzen Schnauze anreihen, können wir über die genetischen Beziehungen dieser drei Formen nicht mehr im Zweifel sein und wir verstehen jetzt vollkommen die Bedeutung der schon von Jordan und Starks beobachteten, aber gänzlich falsch gedeuteten "short flexible tip" des Unterkiefers; wir sehen darin den letzten Rest der rudimentär gewordenen Schnauzenverlängerungen von Belone und Scombresox. Die primitivsten Formen der lebenden Microsquamaten haben wir also unter den starkschnauzigen Beloninen zu suchen; die Formen mit verschmälerten Rostren, seien sie nun depreß wie bei Potamorhaphis oder im Rückgang begriffen wie bei Scombresox, und die kurzschnauzigen Formen sind hochspezialisierte Typen.

B. Phylogenie der Scombresocidae macrosquamatae.

Weniger als bei der eben besprochenen Reihe wurden bei den macrosquamaten Scombresociden die sekundäre Reduktion der Rostralverlängerungen und die primitiveren Verhältnisse der schnabeltragenden Formen bezweifelt. Es mag dies seinen Grund darin haben, daß wir an gewissen Formen (Arrhamphus [siehe Fig. 5]



Fig. 5. Arrhamphus sclerolepis. (Schematisierte Zeichnung nach dem Original im k. k. Hofmuseum in Wien.)

und Chriodorus), die allerdings der Reihe Hemirhampus—Exocoetus durchaus ferne stehen, die Rückbildung des enormen Unterkiefers ziemlich gut verfolgen können. Dies wurde auch von den meisten Autoren entsprechend gewürdigt und A. Günther¹) erwähnt sehr

¹⁾ A. Günther, l. c., S. 276.

bezeichnend die äußerst feinen Zähne und das Auftreten eines rudimentären Seitenkiels, der bei Hemiramphus meist sehr wohlentwickelt ist. Fr. Day 1) gibt als Gattungscharakteristik für Arrhamphus an: "Beak rudimentary, not much longer than the upper jaw."

Dies zeigt uns, wie eine derartige sekundäre Verkürzung eintritt, wenn auch die erwähnten Formen mit Exocoetus in keinerlei genetischer Beziehung stehen, wie die Ausbildung der Flossen (kurzer Pektoralen und wenig oder gar nicht hypobatischer oder überhaupt runder Caudalen) klar beweist. Wir treffen aber auch in der Reihe Hemirhamphus—Exocoetus einen Typus mit langer Brustflosse, Oxyporhamphus (= H. cuspidatus), welcher sehr deutlich die Rudimentation des Unterkiefers aufweist. Diese Umstände mögen bestimmend gewesen sein, daß fast einhellig die Abstammung der Exocoeten von den Hemirhamphen angenommen wurde. Sämtliche diesbezüglichen Äußerungen, die ich im folgenden anführen will, sind rein systematischer Natur; vom ethologischen Gesichtspunkte aus ist diese Frage erst in letzter Zeit von O. Abel²) in demselben Sinne gelöst worden.

Über die genetischen Verhältnisse von Hemirhamphus und Exococtus finden wir schon bei Cuvier und Valenciennes³) eine sehr charakteristische Bemerkung gelegentlich der Beschreibung des H. cuspidatus:

"Nous venons de voir dans les deux espèces précèdentes (H. longirostris und H. macrorhynchus), que la nature allonge les pectorales de manière a nous montrer, qu'elle va nous conduire a la forme remarquable des Exocets. En même temps, qu'elle développait ainsi ces organes le bec devenait excessivement long. Nous avons maintenant à parler d'un autre Hémirhamphe, qui a les nageoires pectorales autant prolongées que celles de certains Exocets, mais dont la machoire inférieure est tellement réduite, que ce demi bec ne paraît plus à cause de sa ténuité, que comme un simple aiguillon."

¹⁾ Fr. Day, Fishes of India, p. 512, 1877.

²) O. Abel, Fossile Flugfische. Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, LVI, 1. Heft, S. 86, Wien, 1906.

³⁾ Cuvier und Valenciennes, l. c., XIX, p. 56.

Jordan und Evermann¹) weisen auf die Deszendenz der Exocoeten hin und sagen von *Fodiator*, einem *Exocoetus* mit etwas verlängertem Unterkiefer:

"This genus marks the transition from Hemirhamphus to Exocoetus", und ganz ähnlich bezeichnet Fowler²) die Gattung Hemiexocoetus als Bindeglied zwischen den beiden besprochenen Gruppen.

Trotzdem wurde nie der Versuch gemacht, diese Tatsache durch morphologische Beweispunkte zu erhärten. Nur auf ein einziges Moment wurde vielfach hingewiesen, allerdings auf eines, von entscheidender Bedeutung für unsere Frage. Es ist dies das Auftreten einer knopfförmigen Verlängerung des Unterkiefers bei gewissen Exococtus-Arten, eines, wie Ahlborn³) sagt, "kurzen, kinnartigen, schiffsspornähnlichen Vorsprungs". Diesen hat bereits Günther⁴) an mehreren Arten, besonders an E. rostratus und E. mento beobachtet. So sagt er von ersterem:

"Snout much produced; a single very short barbel at the symphysis of the lower jaw," und von der zweiten Art: "The symphysis of the lower jaw being produced into a very small, pointed tubercle."

Die gleiche Angabe machen Jordan und Evermann⁵) von Fodiator:

"Snout long, slender and pointed; much longer than eye; lower jaw acute, the tip produced."

"Solche Verlängerungen des Unterkiefers", bemerkt O. Abel⁶) im Anschluß an Ahlborns Beobachtungen, "sind unter den Scombresociden bei *Hemirhamphus* vorhanden".

Und in der Tat finden wir eine geschlossene Reihe von Hemirhamphus über Euleptorhamphus und Oxyporhamphus bis Exocoetus,

¹⁾ D. S. Jordan and B. W. Evermann, l. c.

²) H. W. Fowler, Proc. of the Acad. of Phil., 1901, p. 293. Philadelphia, 1901.

³⁾ F. Ahlborn, Der Flug der Fische, S. 2. Hamburg, 1895.

⁴⁾ A. Günther, l. c., S. 280, 281.

⁵⁾ D. S. Jordan and B. W. Evermann, l. c.

⁶⁾ O. Abel, Fossile Flugfische, S. 86.

welche uns die Übergänge und Reduktionsverhältnisse sehr klar zeigt (siehe Tafel·I). Der Schnabel, welcher bei Hemirhamphus ziemlich kräftig ist, wird bei Euleptorhamphus verdünnt und besitzt an der Spitze eine eigentümliche knotige Verdickung. Diese Verhältnisse zeigen den Beginn der Reduktion und es ist eine allgemein beobachtete Tatsache, daß atrophierende Organe, besonders Knochenteile, dünner werden und infolge dessen scheinbar an Länge zunehmen. Zudem weist die knopfartige Verdickung am Ende des Rostrums mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf ein Rudiment der außer Funktion gesetzten biegsamen und etwas abwärts hängenden Tastspitze der Hemirhamphen hin. Bei Oxyporhamphus tritt nun bei gleichzeitiger namhafter Verkürzung eine derartige Verdünnung ein, daß Cuvier und Valenciennes mit Recht diesen Unterkiefer¹) mit einem "zarten Sporn" vergleichen und bei Exocoetus treffen wir nur bei einzelnen Arten das erwähnte knopfartige bis schiffsspornähnliche Rudiment, während die Prämaxillaria infolge der allerdings nur geringen Verkürzung blasig aufgetrieben erscheinen. Hand in Hand damit geht eine auffallende Reduktion des Gebisses, indem die anfangs in beiden Kiefern dreispitzigen Zähne bei dem nächsten Typus im Oberkiefer, besonders in den Prämaxillen sehr fein und einspitzig werden,2) während der Unterkiefer die charakteristischen Zahnformen der Hemirhamphen beibehält. Bei Oxyporhamphus2) greift diese Rückbildung auch in der Mandibel Platz und Exocoetus zeigt entweder nur wenige und sehr winzige Zähnchen oder er ist überhaupt zahnlos. Nehmen wir dazu die Verschmelzung der bei Hemirhamphus getrennten dritten und vierten oberen und sämtlichen unteren Pharyngealia, die allmählich in dieser Reihe fortschreitende Verlängerung der Brustflossen und des unteren Caudallappens, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Abstammung der Exocoeten von Hemirhamphus in der obenerwähnten Reihe (wenn auch nicht im Sinne direkter Deszendenz) zu Recht besteht. Die folgende Tabelle soll die Beweise übersichtlich darstellen:

¹⁾ Cuvier et Valenciennes, l. c., XIX, p. 56.

²⁾ Fr. Day, l. c.

	Hemirhamphus	Eulepto- rhamphus	Oxyporhamphus	Exocoetus
Unterkiefer:	sehr stark ver- längert, kräftig;	verlängert, aber sehr dünn, an der Spitze knopfartig verdickt;	mäßig verlängert, dünn, spornförmig;	gleich dem etwas aufgetriebenen Oberkiefer oder ein knopf- oder spornförmiges Rudiment tragend.
Zähne :	in beiden Kiefern dreispitzig;	im Oberkiefer fein, einspitzig, im Unterkiefer drei- spitzig;	in beiden Kiefern sehr fein und einspitzig;	rudimentär oder gänzlich fehlend.
Pectoralis:	kurz;	an Länge zunehmend;		lang.
Caudalis :	unterer Lappen nicht oder wenig verlängert;	unterer Lappen deutlich länger werdend;		der untere Lappen den oberen an Länge weit über- ragend.

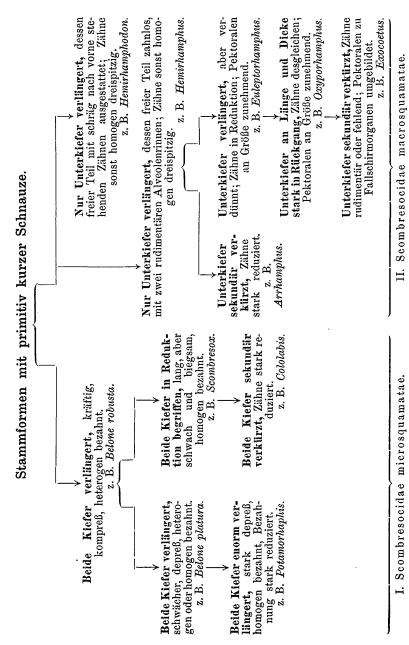
Wir haben also bei den macrosquamaten Scombresociden in ähnlicher Weise wie bei den microsquamaten in den langschnauzigen die primitiven, in den kurzschnauzigen die spezialisierten Typen zu erblicken und können nur in diesem Sinne eine Äußerung Days¹) über Exococtus mento deuten:

"Have no barbels, but the lower jaw, with a short tubercular prolongation as if an indication of an aborted attempt at the elongation seen in *Hemirhamphi*".

Wir gelangen also bloß auf Grund der morphologischen Befunde zu der in der folgenden Übersicht zusammengefaßten Beurteilung der Verwandtschaftsverhältnisse der Scombresociden, die uns, wenn wir es auch nicht mit in allem sicherstehenden Ahnenreihen zu tun haben, doch einen hinlänglichen allgemeinen Einblick in die Deszendenz dieser interessanten Familie gewähren. Und wie wir sehen werden, wird die Richtigkeit dieser Reihen durch die ethologische Betrachtungsweise noch wesentlich gestützt.

Wir kommen vorläufig zu folgendem Endergebnis:

¹) Fr. Day, l. c., p. 518.



II. Ethologischer Teil.

Die Angaben über die Lebensweise der Scombresociden sind, wie es bei so vielen anderen Fischen der Fall ist, so dürftig, daß es unmöglich ist, auf Grund von in der Literatur aufgezeichneten Beobachtungen zu einer erschöpfenden Klärung der Biologie dieser Formen zu gelangen. Dieser Mangel ist allerdings sehr leicht begreiflich; einerseits erhält der Naturforscher in den meisten Fällen das Material zu einer Zeit und in einem Zustand, der ihm Angaben biologischer Natur unmöglich macht; denn die Formen werden in der Regel lange nach dem Fange bearbeitet und tragen als nähere Bezeichnung außer der vorläufigen Bestimmung höchstens den Ort, wo sie gefangen wurden. Andererseits stand eben bis in die letzte Zeit in unserer Forschung die Systematik derart im Vordergrund, daß alle anderen Zweige, die nicht direkt oder indirekt mit ihr zu tun hatten, fast gänzlich vernachlässigt wurden. Eine Beobachtung einer so umfassenden Familie wie der der Scombresociden in ihren Lebensgewohnheiten ist nahezu undenkbar und könnte wieder nur Stückarbeit bringen. Hier gerade setzt die Ethologie sehr vorteilhaft ein, füllt Lücken aus und hellt durch die Berücksichtigung der Parallelismen und Konvergenzerscheinungen vieles auf, was uns andernfalls vielleicht immer dunkel bleiben müßte.

Wie die Scombresoeiden hinsichtlich ihrer morphologischen Verhältnisse zwei durchgreifend verschiedene Gruppen umfassen, so ist auch die Lebensweise der Grundformen dieser beiden Reihen durchaus verschieden. Und dies kann uns nicht verwundern; denn die Ausbildung eines kräftigen, stark bezahnten und von beiden Kiefern gebildeten langen Rostrums, wie es beispielsweise Belone robusta trägt, muß durch andere biologische Momente bedingt sein, als die einer platten, an der Spitze meist weichen, entweder mit schräge nach vorne stehenden Zähnen besetzten oder unbezahnten Unterkieferverlängerung, wie sie die Hemirhamphinen aufweisen. Die Micro- und Macrosquamaten gehen also auch in ihrer Ethologie derart ihre eigenen Wege, daß ich es für zweckmäßig halte, die beiden Reihen auch diesmal getrennt zu behandeln.

A. Ethologie der Scombresocidae microsquamatae.1. Die Nahrungsweise.

Die Angaben über die Lebensweise, besonders die Nahrung der Beloninen sind sehr widersprechend. Cuvier und Valenciennes¹) drücken sich nicht genauer über diesen Punkt aus, erwähnen aber gelegentlich des Hinweises auf die bogenförmig gekrümmte Rostralbasis von Belone hians einen Vergleich, der dahin schließen läßt, daß sie die Formen für Fischfresser halten: "Elle laisse andessous de cet arc une ouverture très notable entre de deux mâchoires; cette disposition rappelle de ce que la nature nous montre dans le Bec ouvert (Ardea ponticeriana ou genre hians) et dans les espèces de ce genre de l'ordre des Échassiers dans la classe des oiseaux."

Jordan und Starks2) halten die Lebensweise sämtlicher Beloninen für einheitlich und setzen in die Gattungscharakteristik "Voracious, carnivorous fishes, bearing a superficial resemblance to the gar pikes", und halten diesen auch ihre Lebensgewohnheiten gleich. Brehm3) hält die Beloninen für Räuber, führt aber die Meinungen anderer Naturforscher an, welche den Hornhecht (Belone vulgaris) für omnivor erklären. Die betreffende Stelle lautet: "Yarrell bemühte sich vergebens, durch eigene Untersuchung über die Nahrung des Hornhechtes ins Klare zu kommen, erfuhr aber durch Conch, daß diese Fische nichts verschonen, was Leben hat und von ihnen, wenn auch mit Mühe, verschlungen werden kann. Selten würgt der Räuber die erfaßte Beute sofort nach dem Fange hinab, hält sie vielmehr fest und bemüht sich nun, sie nach und nach zu bewältigen. Obgleich er nicht im Stande ist, ein Stück abzubeißen, gelingt es ihm doch, einen Bissen zu zerteilen: man hat beobachtet, daß er einen Köder förmlich zerfetzte. Bei den Anstrengungen, sich des Hakens zu entledigen, bricht er stets den Mageninhalt aus und so hat man erfahren können, daß kleinere Fische, beispielsweise Seestichlinge, am häufigsten von ihm verschlungen werden."

¹⁾ Cuvier et Valenciennes, l. c., Vol. XVIII, p. 432.

²⁾ D. S. Jordan und E. C. Starks, l. c., p. 526.

³⁾ A. E. Brehm, Tierleben; Fische, S. 301. Wien, 1892.

Z. B. Ges. 59. Bd.

All dem widerspricht vollkommen eine Mitteilung Dantans¹) nach Beobachtungen Cunninghams: Belone habe dieses Rostrum nicht, um die Fische zu durchbohren; eine aufmerksame Prüfung des Schnabels zeige uns die Unrichtigkeit dieser Ansicht. Belone nähre sich nach Cunningham ausschließlich von Sandaalen (Ammodytes tobianus) und das Rostrum diene zum Durchwühlen des Sandes, um die Sandaale aus ihrem Versteck aufzustöbern. Die Schnauze sei so an das Durchstöbern des Sandes angepaßt, wie der Schnabel der Schnepfe zum Durchsuchen des feuchten Waldbodens. Dantan selbst machte die Beobachtung, daß bei einem großen Sturme mit einer Unmasse von Heteronereis auch sehr viele Belonen herauf kamen und fand im Darm von sieben gefangenen Individuen teils bestimmbare Reste, teils sehr viele Borsten dieses Wurmes.

2. Die Lokomotionsart.

Wenn wir dazu noch die Beobachtungen über die Fortbewegungsart rechnen, die von einzelnen Forschern als ungemein rasch und pfeilartig, von anderen wieder als schlängelnd und unbeholfen geschildert wird, kommen wir zu der Ansicht, daß wir es mit einer Gruppe von Arten zu tun haben, die keine einheitliche Fortbewegungsart besitzen, sondern in ihren verschiedenen Formen Übergänge zwischen den verschiedenen Lokomotionsarten aufweisen.

Zunächst haben wir eine Reihe von Formen, welche am besten durch Belone robusta charakterisiert werden (siehe Fig. 1). Der Kopf dieser Formen ist stark komprimiert, hoch und zeigt keine Spur einer Medianfurche. Die Schnauze ist äußerst kräftig, verhältnißmäßig kurz, höher als breit, an der Prämaxillarbasis seitlich zusammengedrückt und erinnert uns sehr lebhaft an die eines Lepidosteus osseus oder selbst eines Gavialis gangeticus oder Tomistoma. Die Bezahnung ist die eines typischen Raubfisches; das Gebiß ist heterogen, sehr kräftig, ein großer Kegelzahn wechselt immer mit mehreren kleinen ab. Der Vomer trägt gleichfalls Zähnchen und die Zunge ist mit spitzen Rauhheiten dicht besetzt. Der Körper ist typisch sagittiform, seitlich stark kompreß und gegen die opponierten unpaaren Flossenelemente hin etwas verdickt, im

¹⁾ L. Dantan, Arch. zool. exper., 4, Vol. III, p. LXXV. Paris, 1905.

Verhältnis nicht länger als der eines Esox oder einer Sphyraena. Daran schließt sich ein sehr kräftiger, ebenfalls seitlich komprimierter Schwanzstiel mit großer, tief gegabelter Caudalis.

Wenn wir nun diese morphologischen Gesichtspunkte betrachten, kommen wir zu dem Schluß, daß wir es in dieser Form mit einem sehr aktiven Räuber zu tun haben. Ich habe in einer früheren Arbeit¹) nachzuweisen versucht, daß der Pfeiltypus eine spezielle Anpassung an das Stoßrauben darstellt, eine Anpassung, deren Wesen darin besteht, daß der Fisch imstande ist, in einer bestimmten schnurgeraden Richtung auf sein Ziel loszuschießen. Wir können also dort, wo wir diesen Typus in Verbindung mit einem so starken Fanggebiß auftreten sehen, mit Sicherheit auf eine raubende Lebensweise und eine reißend schnelle, stoßweise und geradlinige Lokomotion schließen.

3. Aufenthaltsort.

a) Marine (nektonische, küstennahe) Arten.

Damit stimmen auch die Angaben über den Aufenthaltsort und einzelne Berichte über die Lebensweise überein. Alle diese Typen sind streng marin, schwimmen meist in geringerer Zahl beisammen und wurden wohl in Küstennähe, nie aber an der Küste selbst gefangen. Ich greife im folgenden einzelne Beispiele heraus.

1. Belone robusta.

Vorkommen: Rotes Meer (Klunzinger).2)

2. Tylosurus fodiator.

Vorkommen: Mexiko, Mazatlan, Alpucu. — "Dangerous to the fishermen" (Jordan and Evermann).3)

3. Tylosurus raphidoma.

Vorkommen: Hochsee von Westindien, Florida und Brasilien. — "A large vigorous species, occasionally

¹⁾ G. Schlesinger, Der sagittiforme Anpassungstypus nektonischer Fische. (Siehe diese "Verhandlungen", Jahrg. 1909, Heft 5, S. 140.)

²) C. B. Klunzinger, Synopsis der Fische des Roten Meeres. (Siehe diese "Verhandlungen", Jahrg. 1871, S. 578.)

³⁾ D. S. Jordan and B. W. Evermann, l. c., p. 716.

becoming dangerous in its leaps from the water" (Jordan and Evermann).1)

4. Belone carribaea.

Vorkommen: St. Thomas.2)

Auf diese Arten mögen auch alle jene oben angeführten Zitate Bezug haben, welche die Beloninen überhaupt als Raubfische bezeichnen. Es ist natürlich, daß wir zwischen diesen und den folgenden Formen keine scharfen Grenzen ziehen können; es gibt eben eine große Zahl von Übergangstypen, welche gerade sehr schön zeigen, daß wir es mit einer Familie zu tun haben, die sich in verhältnismäßig junger Zeit entwickelt hat und jedenfalls noch in Entwicklung begriffen ist.

Eine solche Übergangsform ist zweifellos Belone choram, die in vielen Punkten schon mit den küstenbewohnenden Arten übereinstimmt, trotzdem aber von Klunzinger³) als sehr lebhaft geschildert wird: "Häufig im Hafen und offenen Meere, meist 10 bis 20 beisammen; wenn er verfolgt wird, macht er nach Angabe der Fischer einige Sätze aus dem Wasser, vier Fuß hoch, oder er entflieht pfeilschnell schief emporgerichtet, nur den Schwanzteil im Wasser; wird mit der Angel gefangen und packt die Lockspeise, welche lebendig sein muß, zuerst mit dem Schnabel."

b) Marine (litorale) Arten.

Eine weitere Gruppe von Beloninen besteht durchwegs aus Formen, welche an der Küste, und zwar meist nahe dem Boden leben. Den Berichten über eine omnivore Nahrungsweise oder ein Durchstöbern des Küstensandes nach Ammodytes oder Heteronerëis, wie sie Couch, Cunningham und Dantan geben, mögen Beobachtungen an diesen Fischarten zugrunde liegen. Einer derartigen Lebensweise entspricht auch die morphologische Umformung, welche diese Arten erfahren.

Der Kopf wird oberflächlich abgeplattet und bildet eine Medianfurche aus, welche von der Schnauzenspitze bis zu den Nasenlöchern reicht. Die Schnauze selbst wird länger und schwächer, die Basis

¹⁾ D. S. Jordan und B. W. Evermann, l. c., p. 716.

²⁾ Exemplar des k. k. Hofmuseums in Wien, Saal XXV.

⁸⁾ C. B. Klunzinger, l. c., S. 578.

der Prämaxillen depreß, die Kiefer nehmen an Breite zu, an Höhe ab. Es sind dies Schnauzenformen, die wir bei Tieren, welche ihre Nahrung gründelnd und wühlend aufnehmen, sehr häufig finden. Ich verweise auf die fast gleiche Umformung bei Platanista und Inia und auf die sehr ähnliche Ausbildung des Schnabels von Platalea und Anas. Zudem tritt eine Reduktion der Bezahnung insofern ein, als die Vomerzähne und die Rauhheiten an der Zunge schwinden; der Körper wird länger und rundlich, nähert sich also dem anguilliformen Typus. Äußerst bezeichnend aber ist die Gestalt des Schwanzstieles. Während er bei Belone robusta kräftig und etwas kompreß war, wird er nunmehr entweder stark deprimiert und bildet dann jederseits einen starken Lateralkiel aus oder er wird, wo letztere Bildung unterbleibt, stark komprimiert. Darin ist zweifellos eine vorteilhafte Anpassung an das Wühlen zu erblicken. Die Umbildung gerade dieses Körperteiles erklärt sich daraus, daß der Schwanz fast das ausschließliche Bewegungsorgan des Fisches ist, also nur dieses bei einem Wühlen im Boden den nötigen Nachdruck verleihen kann. Zudem finden wir ein solches endgestelltes, verbreitertes Lokomotionsorgan bei Mastacembelus wieder, einem Fisch, der ausschließlich schlammige Flüsse bewohnt und in vielen anderen Punkten an dieses Leben adaptiert ist.

Diesen ethologischen Tatsachen entsprechen vollkommen die Angaben über den Aufenthaltsort, z. B.:

- 1. Belone microps: Küste von Guiana (Jordan and Evermann). 1) Surinam-Mündung (Günther). 2)
- 2. Belone caudimaculata: Küste von Indien (Günther).2)
- 3. Tylosurus angusticeps: Küste von Ecuador (Jordan and Evermann).1)
- 4. Tylosurus ardeola: Küste von Westindien (Jordan and Evermann).1)
 - c) Ästuarische und fluviatile Arten.

Die Anpassungsverschiedenheiten nehmen in dem Maße zu, als die Fische in die Ästuarien und Flüsse eintreten. Die Median-

¹⁾ D. S. Jordan and B. W. Evermann, l. c.

²⁾ A. Günther, l. c., p. 237.

furche des Kopfes wird tiefer, die Schnauze länger und breiter; die Zähne sind nunmehr durch weite Zwischenräume getrennt, klein und homogen und nur in den Kiefern vorhanden, die Längenzunahme des Körpers schreitet fort, der Körperquerschnitt wird vollkommen rund, eher breiter als tief; der Schwanzstiel dieser insgesamt kiellosen Formen wird stark kompreß und bildet ein langes, breites, endgestelltes Ruder, an welches eine nun gabellose, abgestutzte Caudalis tritt. Dieser Gruppe gehören z. B. an:

- 1. Belone cancila: Flüsse von Indien und Ceylon (Day).1)
- 2. Belone Kreftii: Flüsse von Nord-Queensland (Macley).2)

Das Endglied dieser Reihe, *Potamorhaphis*, eine Form, welche die meerfernen Teile der Flüsse von Guiana und Brasilien bewohnt und auch im Manacapuru-See gefangen wurde, also als ausgesprochener Süßwasserfisch bezeichnet werden muß, ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet (Günther): 3)

"Körper tetraedrisch, so breit wie tief; Schwanz stark kompreß; Scheitel sehr flach; eine mediane longitudinale Grube be-



Fig. 6. Potamorhaphis taeniata.
(Schematisierte Zeichnung nach dem Original im k. k. Hofmuseum in Wien.)

ginnt zwischen den Augen und erstreckt sich vorwärts bis zur Basis der Prämaxillaria, wo sie sich in eine lineare Furche fortsetzt. Schnauze breit, stark depreß, der Unterkiefer breiter und etwas länger als der Oberkiefer. Die Länge des ganzen Schädels ein Drittel der Gesamtlänge. Kiefer ausgestattet mit einem spitzen Band von unscheinbaren Rauhheiten und mit einer Reihe von feinsten Zähnchen; Caudalis rund." (Siehe Fig. 6.)

Ich brauche nicht näher auf die Lebensweise einer Form hinzuweisen, welche so typisch alle charakteristischen Merkmale der

¹⁾ Fr. Day, l. c.

²) W. Macley, Proceedings of the Linnean Society of New S.-Wales, Sidney, 1881.

³⁾ A. Günther, l. c., p. 256.

bodenbewohnenden Beloninen in einer Spezialisationshöhe zeigt, die nur einen eindeutigen Schluß zuläßt.

Es ist zweifellos, daß Potamorhaphis hochgradig an das benthonische Leben angepaßt ist, und dies leuchtet umso mehr ein, wenn wir den Umstand berücksichtigen, daß die schlammführenden Flüsse Südamerikas die Anpassung so vieler Formen an ein benthonisches Leben bedingt haben, z. B. Lepidosiren, Sternarchus, Rhamphichthys, Loricaria, Arcestra, Tarlowella, Ageneiosus, Platystomatichthys und Inia, ein Flußdelphin aus der Familie der Acrodelphiden.

4. Übersicht der Spezialisationssteigerungen bei den Beloninen.

Wir sehen also, daß die Beloninen, ursprünglich nektonische, küstennahe Raubfische, zum Teil eine benthonische Lebensweise an der Küste selbst einschlagen, dann allmählich in die Ästuarien und Flußmündungen gehen und hier aufwärts wandernd zu jener Spezialisationshöhe gelangen, die uns bei der extremen Form Potamorhaphis entgegentritt.

Wenn wir fünf Formen verschiedener Spezialisationshöhe, wie Belone robusta, B. microps, B. caudimaculata, B. cancila und Potamorhaphis herausgreifen, können wir nachfolgendes, in der Tabelle auf S. 328 und 329 gegebenes Schema der Spezialisationssteigerungen aufstellen.

5. Die Lebensweise der Scombresocinen.

Auf Grund ganz anderer Adaptationen nun vollzieht sich die Entwicklung von Scombresox und Cololabis und es erhellt auch daraus wieder, daß eine Änderung der Lebensweise oft ganz bestimmte, in mehreren Fällen wiederkehrende Spezialisationen zur Folge hat. Zwei Merkmale, welche Scombresox sehr auffallend kennzeichnen, lassen einen sicheren Schluß auf die Lebensweise dieses Fisches zu:

- I. Die Reduktion des Rostrums zu einem dünnen, fein bezahnten Schnabel;
- II. die Ausbildung von Zwischenflößehen hinter der Dorsalis und Analis.

328

G. Schlesinger.

II.

I.

Belone microps Belone robusta mäßig lang, bedeutend höoberflächlich etwas abgeher als breit, ohne mediane Kopf: plattet, mit deutlicher Me-Furche; dianfurche; sehr kräftig, mäßig lang, lang, mäßig stark, flach, Basis höher als breit, Basis der Schnauze: der Prämaxillaria depreß; Prämaxillaria kompreß; sehr zahlreich und stark, heterogen, ein großer Kegelan Zahl und Größe in Ab-Zähne: zahn mit mehreren kleinen nahme begriffen, Vomerwechselnd; Vomerzähne vorzähne fehlen, Zunge glatt; handen, Zunge rauh; typisch sagittiform, stark dem anguilliformen Typus Körperform: kompreß, verhältnismäßig sich nähernd, im Querschnitt rundlich; gedrungen; Schwanzstiel sehr kräftig, Schwanzstiel depreß mit Schwanz: etwas kompreß, Caudalis starken Lateralkielen, Cauzweilappig, tief gegabelt; dalis mäßig gegabelt; Küste von Guinea, Surinam-Vorkommen: Rotes Meer (offene See); Mündung; Lebensweise: nektonisch küstennah; litoral;

Die Entfaltung ähnlicher zarter und feinbezahnter, langer Kiefer finden wir bei den Nemichthyiden (Nemichthys, Labichthys, Cyema) wieder, Formen, welche nach den infolge des Gebrauches von Schließnetzen sicheren Ergebnissen der letzten Tiefsee-Expeditionen, besonders der "Valdivia", 1) ein bathypelagi-

¹) A. Brauer, Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition "Valdivia", XV, 1906.

V.

Zur Phylogenie und Ethologie der Scombresociden.

IV.

III.

B. caudimaculata	Belone cancila	Potamorhaphis
wie bei <i>Bel. microps</i> ;	oberflüchlich platt, mit tiefer, langer Median- furche;	stark abgeplattet, mit tie- fer, über die ganze Länge des Kopfes laufender Me- diangrube.
ebenso;	lang, sehr flach, Basis der Prämaxillaria depreß;	sehr lang, sehr stark de- preß in allen Teilen, Unter- kiefer etwas breiter und länger als Oberkiefer.
ebenso;	an Zahl und Größe be- deutend reduziert, weit- gesetzt, homogen und fein;	Kiefer mit einem Bande unscheinbarer Rauhheiten und rudimentärer Zähn- chen besetzt.
ebenso;	rund, langgestreckt, aal- ähnlich;	rund, eher breiter als tief, langgestreckt aalförmig.
Schwanzstiel stark kompreß, ohne Kiel, viel tiefer als breit, Caudalis wenig ge- gabelt;	Schwanzstiel stark kompreß, Caudalis abgestutzt;	Schwanzstiel stark kom- preß, ein langes, breites, endgestelltes Ruder bil- dend, Caudalis rund.
Küste von Indien;	Flüsse von Indien und Ceylon, nahe ihrer Mün- dung ins Meer;	Flüsse und Seen von Süd- amerika, weit von ihrer Mündung ins Meer.
litoral;	ästuarisch und fluviatil;	fluviatil.
	1	1

sches Leben führen. Die Nahrungstiere des Pelagials wie des Bathypelagials sind so ziemlich die gleichen; es sind hauptsächlich mehr oder weniger aktiv sich bewegende Weichtiere, für deren Fang eine Schnauze wie die beschriebene höchst vorteilhaft ist. Allerdings sind kurze Schnauzen für den Fang dieser kleinen Tierchen zumindest ebenso günstig — Cololabis zeigt ja sehr klar diese Weiterbildung — und wir stünden vor einem Rätsel, wüßten

wir nicht, daß die nächsten benthonischen Verwandten dieser Fische aus der Gruppe der Anguilliden und Muraeniden den Beloninen sehr ähnliche Kieferbildungen aufweisen, die Entwicklung also parallele Wege gegangen sein dürfte. Derartige spitzschnauzige Typen sind: Coloconger, Muraenesox, Nettastoma, Ophichthys, Ophisurus.

Auch das zweite Merkmal, die postdorsalen und postanalen Flößchen,¹) finden wir bei einer anderen, phylogenetisch fernen Gruppe, und zwar wieder im Zusammenhang mit der Annahme einer hochpelagischen Lebensweise. *Thynnus, Scomber* und *Lemnisoma*, durchaus hochspezialisierte Formen der Scomberiden, sind als Hochseefische allgemein bekannt, und auf die pelagische Lebensweise von *Gastrochisma*, jenem Scomberiden mit enorm verlängerten und verbreiterten, in einer Bauchfalte zu bergenden Ventralen, hat bereits O. Abel²) hingewiesen.

Wir kommen also auf Grund dieser beiden ethologischen Befunde zu ein und demselben Schluß, welcher sich mit den Beobachtungen mehrerer Forscher deckt und kennen nun die Bedeutung der Zwischenflößchen und der Ähnlichkeit der Trughechte und Makrelen, welche Jordan und Evermann³) nicht erklären konnten.

Die betreffende Stelle lautet: "Pelagic fishes; swimming close to the surface in large schools in temperate region. They bear strong analogical resemblances of the mackerels in form, color and habits as well as in the dorsal and anal finlets. The significance of this resemblance is unknown."

Sehr ähnlich lauten die Angaben Brehms; 4) Lütken 5) meint: "J'ajouterai seulement, que le Scombresox saurus est un poisson au plus haut degré pélagique."

¹) Die Ausbildung von ähnlichen Flößehen treffen wir allerdings auch bei benthonischen Fischen, z. B. Polypterus, Calamoichthys, Notacanthus und Mastacembelus; doch ihre Lage ist eine wesentlich verschiedene. Sie ziehen prädorsal — selten auch präanal (Notacanthus) — über den Körper und sind Reduktionsprodukte eines über den ganzen Rücken laufenden Flossensaumes.

²⁾ O. Abel, Fossile Flugfische, l. c., S. 84.

³⁾ D. S. Jordan and B. W. Evermann, l. c., p. 724.

⁴⁾ A. E. Brehm, l. c., S. 302.

⁵⁾ C. Lütken, l. c., S. 607.

Die pelagische Lebensweise dieser Form wie der Gattung Cololabis wird uns umso gewisser, wenn wir berücksichtigen, daß die hochpelagischen Exocoeten infolge dieses Lebens zu einer sehr ähnlichen, sekundären Verkürzung der Schnauze gekommen sind.

B. Ethologie der Scombresocidae macrosquamatae.

1. Die Nahrungsweise und der Aufenthaltsort der Hemirhamphinen.

Eine wesentlich andere Lebensweise haben die primitiven Formen der rezenten Macrosquamaten angenommen, die Hemirhamphinen. Wie gewöhnlich sind auch bei dieser Gruppe die bezüglichen Literaturangaben höchst spärlich und es stehen zwei Ansichten einander scharf gegenüber. Die eine von Klunzinger¹) geäußerte ist sehr allgemeiner Natur und berührt die Frage nur oberflächlich, ohne näher auf sie einzugehen.

Klunzinger bemerkt über Hemirkamphus far: "Im Hafen und auf der Rhede; bei Nacht sollen sie ins offene Meer hinausgehen; sie sollen Schlamm und Exkremente fressen. Sie schwimmen an der Oberfläche des Wassers und machen Sätze über das Wasser wie Belone, aber nach Aussagen der Fischer nicht in Bögen, sondern mehr horizontal."

Dieser Bemerkung, welche die Hemirhamphinen als Grundwühler auffaßt, steht eine andere mit großer Bestimmtheit ausgesprochene, aber sicher falsche gegenüber. Jordan und Evermann²) fahren nach der Genuscharakteristik der Hemirhamphen folgendermaßen fort: "Herbivorous fishes of the warm seas; mostly shore fishes, a few pelagic; they feed chiefly on green algae and like the related forms, swim at the surface, occasionally leaping into the air."

So bestimmt auch diese Ansicht von den beiden Autoren für eine ganze Gruppe behauptet wird, so ist sie doch unrichtig, und eine genaue ethologische Analyse der Formen ergibt mit voller

¹⁾ C.B. Klunzinger, l.c., S. 583.

²⁾ D. S. Jorden and B. W. Evermann, l. c., p. 718.

Gewißheit, daß Klunzingers nur sehr zweiselnd getaner Ausspruch insosern seine Richtigkeit haben mag, als die typischen Hemirhamphinen durchwegs Grundwühler sind.

Die Angaben über den Aufenthaltsort gehen dahin, daß wir es in allen Fällen mit Formen zu tun haben, welche die Küsten und Ästuarien bewohnen und einerseits zeitweise in die Flüsse gehen, andererseits, gleich einzelnen Beloninen, diese als ihr hauptsächlichstes Wohngebiet gewählt haben. Dazu machen wir bezüglich der Zähne und der Caudalis dieser Arten die gleiche Wahrnehmung wie bei denjenigen Beloninen, welche dieselbe Lebensweise angenommen haben; die Zähne, bei den marinen Arten dreispitzig und mehrreihig, werden bei den fluviatilen sehr fein, einspitzig und oft einreihig, die bei ersteren tiefgabelige hypobatisch e Schwanzflosse wird einfach und rund.

Ich stelle im folgenden einige Formen zusammen, welche diese Behauptungen stützen (nach Day):1)

I. Caudalis: zweilappig, hypobatisch.

Zähne: dreispitzig, stets in mehr als einer Reihe.

Hemirhamphus leucopterus.

Vorkommen: Bombay.

H. cantori.

Vorkommen: Bombay, Malabarküste, malaiischer Archipel.

H. xanthopterus.

Vorkommen: Malabarküste.

 $H.\ unifasciatus.$

Vorkommen: Malabarküste.

H. Reynaldi.

Vorkommen: Ostküste von Afrika, malaiischer Archipel.

H. Georgii.

Vorkommen: Indische See, malaiischer Archipel.

H. far.

Vorkommen: Malabarküste, Rotes Meer.

H. limbatus.

Vorkommen: Malabarküste; steigt zeitweise in die Flüsse.

¹⁾ Fr. Day, l. c.

II. Caudalis: rund.

Zähne: fein, konisch, oft einreihig.

Hemirhamphus Buffonis.

Vorkommen: Bombayküste, Ästuarien; steigt weit fluß-aufwärts.

H. ectunctio.

Vorkommen: Flüsse von Indien.

H. brachynopterus.

Vorkommen: Hooghly-Bach.

2. Die ethologische Bedeutung der Kieferverlängerungen.

Die Entwicklung eines so mächtigen, nur aus einem Kiefer gebildeten speerförmigen Organs läßt nur auf eine Wühlfunktion schließen, wenn wir einerseits seinen Bau berücksichtigen, andererseits nach analogen Bildungen suchen.

Der Unterkiefer ist in seinem vorderen, freien Teile dorsoventral abgeplattet und ähnlich dem Schnabel von Limosa oder Himantopus leicht nach aufwärts geschweift. An der Spitze trägt er oft einen weichen, jedenfalls als Tastwerkzeug dienenden Anhang, worauf schon Mc. Coy 1) hinweist: "Lower jaw prolonged beyond the upper in a long slender beak, with a flexible termination, representing the lips." Die Zähne sind in diesem Teile bei den meisten Formen gänzlich verloren gegangen und haben zwei Alveolenrinnen hinterlassen; bei Hemirhamphodon aber, welcher einen vollkommen bezahnten Unterkiefer trägt, stehen sie bezeichnenderweise, worauf Steindachner²) aufmerksam machte, im fassenden Teile nach rückwärts, im freien aber schräg nach vorne gerichtet, so daß wir ihnen, wenn überhaupt, nur eine ähnliche Bedeutung beimessen können wie den Seitenzähnen von Pristis oder Pristionhorus und sie als auflockernde Unterstützungsorgane bei der Wühltätigkeit betrachten müssen.

Damit bin ich bereits einem analogen Anpassungsfall nähergetreten; wir finden deren mehrere in den verschiedensten Gruppen;

¹⁾ Mc. Coy, l. c.

²⁾ Fr. Steindachner, Abhandl. d. Senckenb. naturf. Ges., XXV, S. 450, Taf. XVII, Fig. 2. Frankfurt a. M., 1901.

aber im Gegensatz zu den Hemirhamphinen zeigt dort immer der Zwischenkiefer diese mächtige Entwicklung; der Grund der Unterkieferverlängerungen bei den Hemirhamphinen mag in der einseitigen Reizwirkung auf den Unterkiefer bei der Annahme der wühlenden Lebensweise gelegen sein, ganz ebenso wie derselbe Reiz die Verlängerung der Zwischenkiefer der Pristis-artigen Formen bewirkte. Jedenfalls haben wir einen klaren Fall konvergenter Adaptation vor uns; denn alle diese Formen (Pristis, Pristiophorus, Acipenser, Psephorus, Loricaria, Arcestra, Tarlowella und Pegasus) sind Bewohner sandiger oder schlammiger Küsten oder Flüsse und zeigen in vielen anderen Merkmalen (Annäherung an den depressiform-symmetrischen oder macruriformen Typus, Ausbildung eines breiten, ventralwärts verlagerten Maules und wulstiger Lippen) sehr deutlich die Anpassung an das benthonische Leben.

Ein weiterer Stützpunkt für diese Auffassung ist die Tatsache,¹) daß der Hemirhamphus-Schädel mit zwei sehr wohl ausgebildeten Occipitalkondylen am ersten Wirbel artikuliert. Eine analoge Ausbildung finden wir bei den von P. Pappenheim²) sicher als Grundwühler festgestellten Sägefischen (Pristis und Pristiophorus). Es ermöglicht eine derartige Gestalt des Hinterhaupthöckers, wie O. Jaekel³) näher ausführte, einerseits eine Hebung der Schnauze in der Sagittalebene bis zu einem Winkel von 45°, andererseits aber auch eine kreisförmige Bewegung um die Hauptachse, so daß wir eine treffliche Baggereinrichtung vor uns haben.

3. Die Lebensweise der Hemirhamphinen.

Die Hemirhamphen sind demnach keine Algenfresser, sondern typische Grundwühler. Dies erhellt aus folgenden Tatsachen:

¹⁾ Diese Artikulationsart war bei den Hemirhamphinen bisher noch nicht beobachtet worden.

²) P. Pappenheim, Über die biologische Bedeutung der Säge bei den sogenannten Sägefischen. (Sitzungsber. der Ges. naturf. Fr., Berlin, 1905.)

³⁾ O. Jackel, Über die systematische Stellung und die fossilen Reste der Gattung *Pristiophorus*. (Zeitschr. der Deutschen Geolog. Ges., Jahrg. 1890, S. 86—120.)

- 1. Angaben über den Aufenthaltsort (Küste, Ästuarien, Flüsse).
- 2. Die Entwicklung eines enormen, oft geschweiften und vorne in eine weiche, herabgebogene Spitze endigenden, meist zahnlosen Wühlorganes, das dem einer *Pristis*-Säge physiologisch gleichwertig ist.
- 3. Die charakteristische, schräg nach vorne geneigte Stellung der bei *Hemirhamphodon* noch vorhandenen Zähne im freien Unterkieferteile, welche gleich den Seitenzähnen der Sägefische auflockernd wirken und diesen physiologisch gleichwertig sind.
 - lockernd wirken und diesen physiologisch gleichwertig sind.
 4. Die ungemein starke Ausbildung von zwei Occipitalkondylen, ein Umstand, welcher dem Kopfe möglichste Bewegungsfreiheit gewährt.
 - 5. Das Rundwerden der bei marinen Formen tiefgabeligen hypobatischen Caudalis im Zusammenhange mit der Annahme des fluviatilen Lebens.

Ein Teil der Hemirhamphinen geht nun von dieser Lebensweise zu einer freischwimmenden fluviatilen über und gelangt über Zenarchopterus und Dermogenys zu Formen mit in Verkürzung begriffenen Schnauzen; für diese mag vielleicht die Angabe Jordans und Evermanns über die Nahrung zu Recht bestehen.

Auch hier ist die aus der Reduktion der Zähne und dem Auftreten eines rudimentären Seitenkieles sehr deutlich ersichtliche Spezialisationssteigerung (sekundäre Verkürzung der Schnauze) dadurch bedingt, daß sie durch die freischwimmende Lebensweise außer Funktion gesetzt wird, und es erklärt uns diesen Vorgang in sehr schöner Weise eine Beobachtung Days¹) über die Lebensgewohnheiten der Übergangsformen: "It is eurious to observe these fishes in tidal rivers; they swim near the surface, with their milk-white upper jaw generally visible."

4. Die Entstehung der Exocoeten.

Die letzte und interessanteste Frage nach der Entstehung der Exocoeten wurde vom ethologischen Gesichtspunkte bereits im Jahre 1906 von O. Abel²) behandelt und einer befriedigenden Lösung zugeführt; meine Studien können nur ergänzend und be-

¹⁾ Fr. Day, l. c., p. 517.

²) O. Abel, Fossile Flugfische, S. 86.

stätigend die Ausführungen dieses Autors stützen. Abel weist auf die Tatsache hin, daß bei einzelnen Exocoeten schiffspornähnliche Unterkieferverlängerungen auftreten und fährt dann wörtlich fort:

"Es ist nun eine Beobachtung von höchstem Interesse, für deren Mitteilung ich Herrn Kustos F. Siebenrock sehr zu Dank verpflichtet bin. Siebenrock hat bei Massaua wiederholt Hemirhamphus beobachtet, wie er nach Art der Exocoeten aus dem Wasser emporschnellte, aber nach kurzer Entfernung wieder in das Meer zurückfiel.

In Verbindung mit den erwähnten Unterkieferformen einiger Exocoetus-Arten ist diese Beobachtung von großer Wichtigkeit, da sie die Annahme sehr wahrscheinlich macht, daß die Gattung Exocoetus von Hemirhamphus-artigen Typen abstammt. Das Emporschnellen aus dem Wasser wurde durch die hypobatische Schwanzflosse in außerordentlicher Weise erleichtert; bei vielen Scombresociden ist eine hypobatisch gebaute Caudalis vorhanden. Durch die Lebensweise der Flugfische wurde natürlich der untere Caudallappen infolge vermehrten Gebrauches bedeutend verstärkt, wodurch sich die Schwanzflossenform der Exocoeten erklärt.

Die Vorfahren der Exocoeten waren also offenbar sehr kleine Fische mit hypobatischer Caudalis, verlängertem Unterkiefer und großen Augen, einer bei pelagischen Fischen häufigen Erscheinung, und näherten sich wohl am ehesten dem Hemirhamphus-Typus unter den Scombresociden."

Wir können nunmehr nach dem, was ich im phylogenetischen Teile über diese Frage auseinandergesetzt habe, weiter gehen und sagen: Die Exocoeten stammen von den Hemirhamphinen ab und haben Anpassungsstadien durchlaufen, welche ethologisch denen von Euleptorhamphus und Oxyporhamphus entsprechen.

In der Tat gelangen wir, auf ethologischer Basis fußend, zu dem gleichen Schlusse.

5. Die Lebensweise von Euleptorhamphus.

Wenn wir der Frage näher treten, welcher Lebensweise die Spezialisationssteigerungen von Euleptorhamphus entsprechen, finden wir:

- 1. Der anfänglichen scheinbaren Verlängerung und Verdünnung des Rostrums und der im weiteren Verlaufe der Entwicklung erfolgenden Verkürzung, verbunden mit einer Reduktion des Gebisses, welche fast bis zur Zahnlosigkeit führt, begegnen wir unter den Scombresociden zweimal, bei Scombresox und Cololabis einerseits und bei Arrhamphus andererseits. Im ersteren Falle sind diese Spezialisationen durch die Annahme der pelagischen Lebensweise bedingt, im letzteren durch eine dieser sehr ähnliche, fluviatile.
- 2. Die Ausbildung einer hypobatischen Schwanzflosse treffen wir nur bei marinen Formen, während bei den die Flüsse und Ästuarien bewohnenden Arten eine Abrundung dieser Flosse eintritt. Die Verlängerung des unteren Caudallappens nimmt mit der Entfernung der Formen von der Küste gegen das offene Meer zu und legt den Schluß nahe, daß wir es in Euleptorhamphus, welcher eine stark hypobatische Schwanzflosse aufweist, mit einem pelagischen Fische zu tun haben.
- 3. Dieser Auffassung entspricht auch die Längenzunahme der Pectoralis und Ventralis.
- 4. Liegen uns Literaturangaben vor, welche Euleptorhamphus für hochpelagisch erklären.

Diese Meinung vertreten Jordan und Evermann, und sehr wertvoll ist eine diesbezügliche Äußerung Lütkens, welche infolge der eingehenden Beobachtungen dieses Forschers über pelagische Fische sehr zuverlässig ist. Lütken¹) sagt: "Une autre forme éminemment pélagique de ce groupe est l'Euleptorhamphus longirostris."

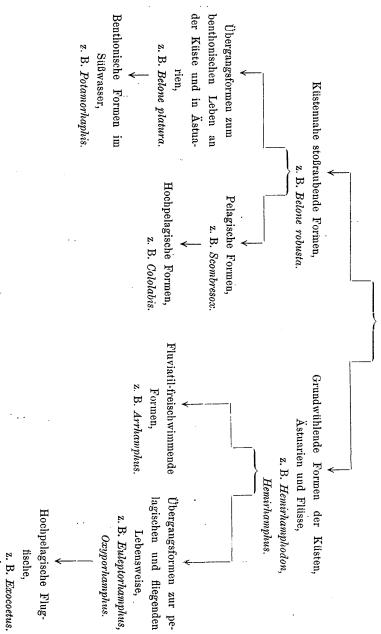
6. Die Hemirhamphinen als Vorläufer der Exocoeten.

Es kann somit keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die Hemirhamphinen die Vorläufer der Exocoeten sind und wir kommen auf Grund der ethologischen Betrachtungen zu demselben Ergebnisse, zu welchem uns die morphologische Untersuchung geführt hat, daß die Deszendenz der Exocoeten biologisch in einer Reihe erfolgt ist, die wir durch folgende Formen charakterisieren können: Hemirhamphus \rightarrow Euleptorhamphus \rightarrow Oxyporhamphus \rightarrow Exocoetus.

¹⁾ C. Lütken, l. c., p. 607.

Z. B. Ges. 59. Bd.





Weiter führt uns die ethologische Analyse auch hinsichtlich der gesamten Verwandtschaftsverhältnisse zu dem gleichen Endergebnisse wie die morphologische und hellt uns die Gründe auf, welche die Auslösung der artenbildenden Kräfte bedingen.

Das Schema auf S. 338 möge dies erläutern.

III. Zusammenfassung.

- 1. Die Scombresociden stellen zwei morphologisch und biologisch vollkommen getrennte Gruppen dar, die Microsquamatae und Macrosquamatae, welche keinerlei Verwandtschaft im Sinne direkter Deszendenz zeigen.
- 2. Die anscheinend primitive Schnauze von *Cololabis* ist sekundär verkürzt, und zwar ist diese Verkürzung durch die pelagische Lebensweise bedingt.
- 3. Aus einer ähnlichen Ursache erfolgte die gleichfalls sekundäre Verkürzung der Arrhamphus-Schnauze, ebenso die der Schnauze von Exocoetus, dessen Abstammung von Hemirhamphus über Euleptorhamphus- und Oxyporhamphus-artig gebaute Formen nunmehr feststeht.
- 4. Die divergente Entwicklung von Belone und Hemirhamphus prägt sich auch in der Lebensweise aus, indem die erstere Form an die stoßraubende, die letztere an die grundwühlende Lebensweise angepaßt ist.
- 5. Die Beloninen zeigen insoferne eine Konvergenz im Verlaufe der Entwicklung, als sie, dem litoralen und fluviatilen Benthos sich zuwendend, ein physiologisch, nicht morphologisch gleiches Rostrum ausbilden (Potamorhaphis).
- 6. Eine ähnliche Konvergenz weisen die Reihen Belone → Scombresox → Cololabis, Hemirhamphus → Arrhamphus und Hemirhamphus → Exocoetus auf, da sie im Anschlusse an die gleiche oder ähnliche Adaptation ein und dasselbe Spezialisationsresultat (kurze Schnauze) allerdings von morphologisch und physiologisch ungleichwertigen Ausgangspunkten erreichen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 59

Autor(en)/Author(s): Schlesinger Günther

Artikel/Article: Zur Phylogenie und Ethologie der Scombresociden.

(Tafel 1) 302-339