©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Anpassungsformen der Wirbeltiere an das Meeresleben.

Von

Prof. Dr. O. Abel.

Vortrag, gehalten den 19. Februar 1908.

(Mit Lichtbildern.)

Mit 6 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Hochansehnliche Versammlung!

Unter den Erscheinungen des antarktischen Tierlebens fesselt den Beobachter kaum etwas so sehr wie die großen Scharen der Pinguine an den Küsten des südlichen Eismeeres.

Das Bild dieser flugunfähigen Vögel prägt sich dem Beschauer tief ein; sind wir doch gewohnt, in den Vogelflügeln Flugapparate zu sehen. Dagegen hängen die Pinguinflügel als lange, schmale Flossen herab, die äußerlich keine Ähnlichkeit mit einem Vogelflügel besitzen. Mit ihrer Hilfe bewegt sich der Pinguin rudernd, richtiger unter Wasser fliegend fort, während den Hinterfüßen hauptsächlich die Rolle eines Steuers zufällt.

Trotz der eigentümlichen äußeren Form verbirgt sich unter der enganliegenden Hülle der kleinen schuppenartigen Federn ein echter Vogelflügel. Freilich kann er nicht Z-artig zusammengelegt werden wie der Flügel eines Flugvogels; nicht weniger als fünf verschiedene Vorrichtungen dienen dazu, die Gelenke zu verriegeln

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und das ganze Armskelett zu versteifen. Die Bewegungsfähigkeit der einzelnen Flügelabschnitte ist außerdem durch die festanschließende Haut und die Rückbildung der Armmuskeln zu Sehnen fast aufgehoben worden.

Daß die Vorfahren der in so vorteilhafter Weise an das Schwimmen angepaßten Pinguine echte Flugvögel waren, unterliegt keinem Zweifel. Erst infolge der Lebensweise an den Küsten und der häufig geübten Gewohnheit, die Flügel als Ruder zu benützen, ist der Flügel Schritt für Schritt zu einer Flosse geworden.

Diese Anpassung ist durch die Reaktion des Organismus auf die vom umgebenden Medium ausgeübten mechanischen Reize entstanden.

Die mechanischen Reize, welche auf die verschiedenen Organismen einwirken, bleiben sich bei gleicher Lebensweise und gleichem Aufenthaltsorte gleich. Bewohner des Meeresgrundes unterliegen anderen Umbildungsreizen als Bewohner der Hochsee und Tiere, welche aus anderen Lebensgebieten in eine dieser beiden Meeresregionen einwandern, sind ganz gleichartigen Umformungsgesetzen unterworfen. Wenn wir sehen, daß der Hai unter den Fischen, der Ichthyosaurus unter den Reptilien und der Delphin unter den Säugetieren infolge des Lebens in der Hochsee ganz ähnliche Körperformen erlangt haben, so ist dies ein treffendes Beispiel für die gleichsinnige Körperumformung infolge derselben Lebensweise und wir sprechen in diesem Falle von konvergenten Anpassungen an das Leben in der Hochsee.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Durch die Erforschung der Umformungsgesetze in den verschiedenen Lebensgebieten der Tierwelt gewinnen wir nicht nur genauere Kenntnis von den Anpassungsbedingungen für die lebenden Tierformen, sondern wir werden auch in den Stand gesetzt, die Lebensgewohnheiten ausgestorbener Tiere zu ermitteln, wenn diese dieselben Anpassungen wie die lebenden Tiere aufweisen.

I. Die Lebensregionen des Meeres.

An der Küste drängen sich die freischwimmenden und bodenbewohnenden Formen dicht zusammen. Die Küste ist die Geburtsstätte der Meerestiere; von hier aus haben die Landtiere zu verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte das Meer zu erobern gesucht, hier ist der Ausgangspunkt für die schwerfälligen Bewohner des Meeresbodens und die schnellen Schwimmer der offenen See. Von der Küste aus sind die Tiere, dem Meeresboden folgend, in die Tiefen gewandert oder hinaus auf die Hochsee gezogen.

Die Küstenregion enthält also ein Gemisch verschiedenartiger Typen und entbehrt eines einheitlichen Anpassungscharakters. Dagegen sind die Lebensbedingungen für die Bewohner des Meeresgrundes und der Hochsee sehr verschieden und somit auch die Anpassungen der Tiere dieser beiden Regionen.

Die Gesamtheit der den Meeresboden bewohnenden Tiere bezeichnen wir als Benthos. Das Benthos umfaßt sowohl die am Grunde kriechenden, liegenden und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sich eingrabenden als auch die festsitzenden Formen, während die in ihren Bewegungen ungehemmten freien Schwimmer in ihrer Gesamtheit als das Nekton bezeichnet werden. Die dritte Gruppe umfaßt jene Organismen, welche eine verminderte Eigenbewegung besitzen und entweder ihr Leben in den Tümpeln der Korallriffe zubringen oder von den Meeresströmungen hilflos verschlagen und umhergetrieben werden. Diese Gruppe wird das Plankton genannt.

Das Nekton des Meeres umfaßt unter den Wirbeltieren Fische, Reptilien, Vögel und Säugetiere, während dem Benthos und Plankton nur Fische angehören.

Die Lebensbedingungen für die Bewohner großer Meerestiefen sind von jenen der Hochseebewohner ganz verschieden. In die großen Tiefen fällt kein Sonnenstrahl; die unterhalb der 450 *m*-Linie liegenden Wasserschichten würden in ewiger Nacht begraben liegen, wenn nicht durch die Ausbildung wundervoller Leuchtorgane bei den verschiedensten Tieren, die in weißer, rubinroter, smaragdgrüner, zitronengelber, blauer oder opalartiger Farbe erstrahlen, das ewige Dunkel der Meerestiefen erhellt würde. Die eigentümlichen physikalischen Verhältnisse der Tiefsee haben zur Ausbildung von Tiefseetieren geführt. Die Veränderungen bei Tiefseetieren betreffen sowohl die benthonischen als nektonischen Anpassungstypen; wir können somit ein Seichtwasserbenthos und Tiefseebenthos sowie ein Hochseenekton und Tiefseenekton unterscheiden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

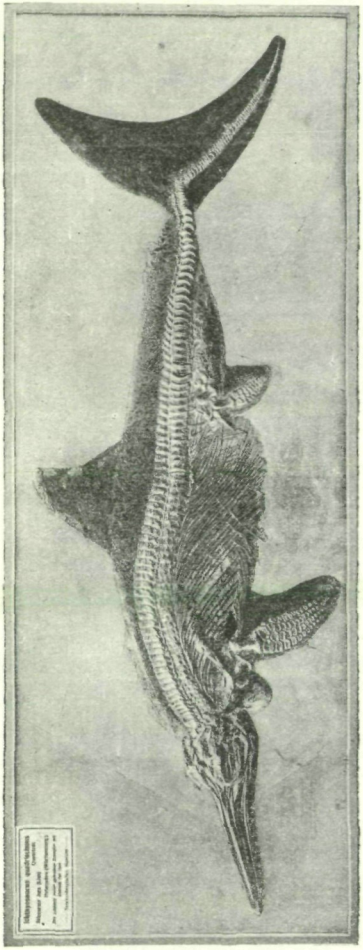

Fig. 1. *Ichthyosaurus quadriscissus* Quenstedt.

Oberer Lias (ε) von Holzmaden in Württemberg. Original im Senckenbergischen Museum zu Frankfurt a/M.

(Nach einer Photographie aus der Festschrift des Senckenbergischen Museums 1907.)

Gesamtlänge des Tieres 2·10 *m*.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

II. Die nektonischen Wirbeltiere.

I. Fusiformer Anpassungstypus.

(Der vorteilhafteste Anpassungstypus eines nektonischen Tieres und zugleich die häufigste Anpassungsform. — Körper torpedo- oder spindelartig gebaut. Lokomotionsapparat am Hinterende des Körpers gelegen; die paarigen Gliedmaßen funktionieren nicht als Ruder, sondern als Steuer und dienen zum Balancieren des Körpers. Vorderflossen stets vorhanden, Hinterflossen entweder kleiner als die Vorderflossen oder rudimentär oder gänzlich verloren gegangen.)

a) Lokomotionsorgan vertikal gestellt.

Beispiele:

Hybodus Hauffianus **E. Fraas.** Vor kurzem ist in den oberliassischen Schiefern (Lias ε) von Holzmaden in Württemberg ein prächtiges, mit der ganzen Haut erhaltenes Exemplar dieses Haifisches gefunden, von B. Hauff meisterhaft präpariert und von E. Koken 1907 beschrieben worden. „Das über 2 *m* lange Tier liegt in seinem Schieferlager, als wenn es mit dem Tode regungslos darin gefesselt wäre.“ (E. Koken, Über Hybodus. — Geol. u. Paläont. Abh., V. Bd. [IX], 4. Heft, Jena 1907.)

Ichthyosaurus quadriscissus **Quenstedt.** (Fig. 1.) Die Abbildung zeigt das schönste bis jetzt bekannte, mit der ganzen Hautbedeckung erhaltene Exemplar dieser Art von derselben Lagerstätte wie *Hybodus Hauffianus*. Die Platte bildet eine hervorragende Zierde

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

des Senckenbergischen Museums zu Frankfurt a. M., wo sie vor kurzem zur Aufstellung gelangt ist.

Der Gesamthabitus von *Ichthyosaurus* ist der eines Delphins. Ein wichtiger Unterschied besteht, abgesehen von den großen anatomischen Differenzen, in der senkrechten Schwanzflosse bei *Ichthyosaurus*, die auf der Unterseite durch die scharf abgeknickte Wirbelsäule gestützt wird.

b) Lokomotionsorgan horizontal gestellt.

Beispiele:

Phocaena spinipinnis **Burmeister.** Dieser kleine Delphin bewohnt die argentinische Küste. Er ist dadurch merkwürdig, daß die Vorderkante der Rückenflosse mit zahlreichen knöchernen Tuberkeln besetzt ist, die als Reste einer bei den Vorfahren ausgedehnteren Hautbepanzerung anzusehen sind.

Manatus latirostris **Harlan.** Der Lamantin besitzt eine horizontale Schwanzflosse wie die Wale. Als Steuer- und Balancierorgane dienen die vorderen Gliedmaßen wie bei den Walen; die hinteren Gliedmaßen sind verkümmert und liegen in den Weichteilen wie bei den Walen.

Phoca vitulina **L.** Beim Seehund vertreten die dicht aneinandergelegten Hinterflossen die häutige Schwanzflosse der Sirenen. Sie entsprechen also physiologisch, nicht aber morphologisch einer Schwanzflosse. Die Ausbildung der Hinterflossen zu einem Lokomotionsapparat einerseits und die Ausbildung einer horizontalen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

häutigen Schwanzflosse bei den Walen und Sirenen anderseits ist ein vorzügliches Beispiel einer konvergenten Anpassung.

II. Cheloniformer Anpassungstypus.

(Flachbootartiger Körper. Lokomotionsorgane paarig zu beiden Seiten des Körpers, entweder die Vorderflossen oder die Hinterflossen größer, bei schnellen Schwimmern stets die Vorderflossen. Der Schwanz spielt bei der Lokomotion keine Rolle und ist kurz.)

Beispiele:

Chelone imbricata **L.** Die Vorderflossen dieser Meeresschildkröte sind sehr groß. Die Flossen arbeiten abwechselnd, der linke Vorderfuß gleichzeitig mit dem Hinterfuß.

Plesiosaurus dolichodeirus **Conybeare.** Körper plump, schildkrötenartig, Schwanz kurz, Hals stark verlängert. Der starke Brustgürtel bildet zusammen mit dem Beckengürtel und den dazwischenliegenden Bauchrippen einen starken Bauchpanzer, der aber nur physiologisch, nicht morphologisch mit dem Bauchpanzer der Schildkröten zu vergleichen ist.[1])

Aptenodytes Forsteri **Gray (Pinguin).** Da beim Pinguin die Lokomotion nicht den Hinterbeinen,

---

[1]) Die Plesiosaurier haben jedenfalls ihre eigentümliche Körperform, ebenso wie die Schildkröten, während des Land- und Küstenlebens erworben. Bei der Anpassung an das Wasserleben sind die ursprünglichen Schreitfüße zu Flossen umgeformt worden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sondern den zu Flossen umgeformten Flügeln zufällt, ist er gleichfalls der cheloniformen Anpassungstype einzureihen. Die Füße treten beim Schwimmen nur ausnahmsweise in Funktion und arbeiten dann abwechselnd.

Otaria jubata **Blainville (Seelöwe).** Bei den Ohrenrobben *(Otariidae)* wird die Lokomotion wie bei *Chelone* oder beim Pinguin allein durch die Vorderflossen bewirkt, während die Hinterflossen zur Steuerung dienen.

III. Tritoniformer Anpassungstypus.[1])

(Die Lokomotion wird durch den Schwanz bewirkt, der lateral komprimiert ist und bei einigen Formen in eine hohe, vertikal stehende Schwanzflosse ausläuft, deren Unterrand wie bei *Ichthyosaurus* durch die scharf abgeknickte Wirbelsäule versteift wird. Die Hinterbeine nehmen an der Lokomotion teil und dienen außerdem als Steuer, während die Vorderbeine in den meisten Fällen verkümmert sind. Der Körper ist eidechsenartig langgestreckt.)

Beispiel:

Geosaurus suevicus **E. Fraas.** Das schönste bisher bekannte Exemplar dieses Meerkrokodils ist in den Plattenkalken des oberen weißen Jura in Nusplingen gefunden worden und befindet sich im Naturalienkabinet

---

[1]) Den Terminus „Molchtypus“ oder „Tritontypus“ für diese Anpassungsform habe ich am 26. November 1906 in meinen Vorlesungen über „Die Gliedmaßenumformung der Wirbeltiere“ zuerst angewendet. Er ist später von anderen Autoren (von Arthaber, Baron Nopcsa) in demselben Sinne gebraucht worden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in Stuttgart. Die Vorderflossen sind in hohem Grade verkümmert, während die Hinterbeine lange und kräftige Flossen darstellen. Die scharfe Abknickung des Schwanzes ist jener der Ichthyosaurier außerordentlich ähnlich.

IV. Mosasauriformer Anpassungstypus.

(Körper langgestreckt, Vorder- und Hinterflossen sehr stark, entweder als breite Paddeln oder als lange Ruder entwickelt.)

Beispiel:

Clidastes velox **Marsh.** Der mosasauriforme Anpassungstypus ist auf die durch *Mosasaurus* gekennzeichnete Reptiliengruppe der Pythonomorphen beschränkt, die ihre Blütezeit in der oberen Kreide erreichten und am Ende dieser Formation ausstarben.

V. Taenioformer Anpassungstypus[1]) (Bandtypus).

(Körper langgestreckt, bandartig. Weder die Schwanzflosse noch die übrigen Flossen spielen bei der Fortbewegung eine Rolle; die Fortbewegung geschieht durch die schlängelnde Bewegung des ganzen Körpers, der seitlich stark zusammengedrückt ist.)

Beispiel:

Avocettina infans **Günther.** Dieser Tiefseefisch kann als typisches Beispiel eines taenioformen

---

[1]) Dieser Typus war früher mit dem fusiformen vereinigt. Da er ohne Zweifel einen selbständigen Adaptationstypus an das Meeresleben darstellt, trenne ich ihn als solchen ab und nenne ihn auf Vorschlag Dr. Pietschmanns: taenioform.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Fisches gelten. Er ist dadurch merkwürdig, daß der Oberkiefer fast doppelt so lang als der Unterkiefer ist; der erstere ist nach oben, der letztere nach unten gekrümmt und beide enden mit einer knopfartigen, mit kleinen Zähnen besetzten Verdickung.

Die taenioformen Fische sind nektonische Tiere, während die ähnlich gestalteten anguilliformen Fische dem Benthos angehören.

III. Die benthonischen Wirbeltiere.

I. Depressiformer Anpassungstypus.

(Körper von oben nach unten (dorso-ventral) abgeflacht, Augen auf die Oberseite des Körpers verschoben, Brustflossen (wenn vorhanden) in den schildartig verbreiterten Körper einbezogen. Hinterer Körperabschnitt stark verjüngt, Schwanzflosse klein oder zu einer langen Peitsche umgeformt. Die Lokomotion wird bei den gepanzerten Formen durch die Schwanzflosse, bei den ungepanzerten durch die breiten und großen Brustflossen bewirkt.)

Beispiele:

Thelodus scoticus **Traquair.** *Thelodus* gehört zu den ältesten bisher bekannten Fischen; *Thelodus scoticus* ist im Obersilur Schottlands gefunden worden. Der Vorderteil des Körpers ist schildartig verbreitert und seitlich in Zipfel ausgezogen, welche vielleicht Brustflossen entsprechen. Die Augen stehen weit auseinander. Die Rückenflosse ist klein, die tief gegabelte Schwanzflosse ungleichlappig (der obere Lappen länger). — Die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

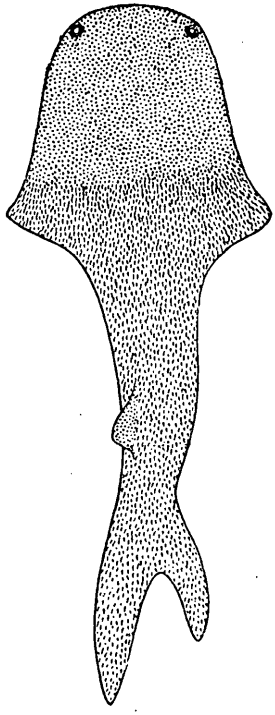

Fig. 2. *Thelodus scoticus* Traquair.
Obersilur Schottlands.
(Nach der Rekonstruktion von R. H. Traquair, 1905; in natürl. Größe.)

Haut ist mit zahlreichen dichtstehenden einzelnen Zähnen bedeckt. (Fig. 2.)

Drepanaspis Gemündenensis **Schlüter.** Körper im vorderen Abschnitte oval und in Knochenplatten eingeschlossen, die aus der Verschmelzung zahlreicher einzelner Hautzähne hervorgegangen und infolgedessen mit ebensovielen kleinen Tuberkeln besetzt sind, als früher Einzelzähne in der Haut standen. Die Platten sind von verschiedener Größe, am größten die mittlere Knochenplatte des Rückens und die der Bauchseite. Die im unterdevonischen Dachschiefer von Gemünden in Rhein-Preußen gefundenen Exemplare sind vollständig flachgedrückt, doch dürften die lebenden Tiere einen schwach gewölbten Rücken besessen haben. Ob die kleinen Öffnungen in randlichen Knochenplatten, die stets auf der Bauchseite der Exem-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

plare liegen, (x) den Augenhöhlen entsprechen oder ob die Fische blind waren, ist noch nicht sichergestellt. Der Schwanz ist mit kräftigen Schuppen besetzt. (Fig. 3.)

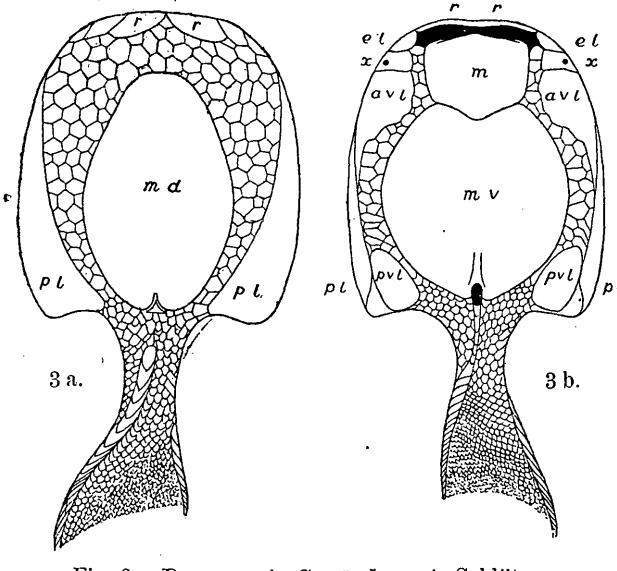

Fig. 3. *Drepanaspis Gemündenensis* Schlüter.
Unterdevon von Gemünden in Rhein-Preußen.
Fig. 3 a Oberseite, Fig. 3 b Unterseite.
(Nach den Rekonstruktionen von R. H. Traquair, 1903; 1/8 der nat. Größe.)

***Raja clavata* L. (Nagelrochen).** Die lebenden Rochen repräsentieren die höchste Spezialisation des depressiformen Anpassungstypus. Sie sind ohne Zweifel aus nektonischen Vorfahren hervorgegangen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

II. Macruriformer Anpassungstypus.

(Körper langgestreckt, hinter dem Schädel am höchsten, gegen hinten gleichmäßig verschmälert und spitz zulaufend. Schwanzflosse rudimentär, Kopf und Augen groß.)

Der macruriforme Anpassungstypus ist unter den lebenden Fischen, namentlich Tiefseefischen, sehr verbreitet, tritt aber bereits bei altpaläozoischen Fischen auf. Ein Beispiel für einen macruriformen Fisch aus der Devonformation ist *Coccosteus bickensis* Koenen. (Fig. 6, unten rechts.)

Beispiele:

Pleuracanthus sessilis **Jord.** Neuere Untersuchungen über die Körperform dieses Knorpelfisches aus der unteren Abteilung der Permformation haben ergeben, daß unsere früheren Vorstellungen über die Gestalt dieses Fisches unrichtig waren und daß er macruriform gewesen sein muß. Er erweist sich somit als ein hochspezialisierter Typus der Selachier und darf nicht als eine primitive Form betrachtet werden. (Fig. 4.)

Macrurus longifilis **Günther.** Die Macruriden haben unter allen Tiefseefischen die weiteste horizontale Verbreitung. Es sind durchwegs Grundfische, die bis in große Tiefen hinabsteigen und nur vereinzelt in der Küstenregion auftreten.

III. Compressiform-asymmetrischer Anpassungstypus.

(Körper seitlich stark zusammengedrückt, Rückenflosse und Afterflosse zu langen Säumen ausgebildet, beide Augen auf eine Körperseite verschoben, im Jugendzustand compressiform-symmetrisch.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Beispiel:

***Psettodes erumei* Bloch (Schneider).** Eine primitive Schollenform mit großer, getrennter Schwanzflosse und wenig asymmetrischem Schädel.

***Cynoglossus potous* Bleeker.** Eine hochspezialisierte Scholle, bei welcher die Schwanzflosse mit der Rücken- und Afterflosse zu einem geschlossenen, am Körperende spitz zulaufenden Flossensaum vereinigt ist, so daß der Fisch ein macruriformes Aussehen erhält.

Die Schollen haben den seitlich zusammengedrückten, flachen Körper nicht als Anpassung an die benthonische Lebensweise erworben, sondern müssen denselben von ihren Vorfahren ererbt haben. Seitlich zu-

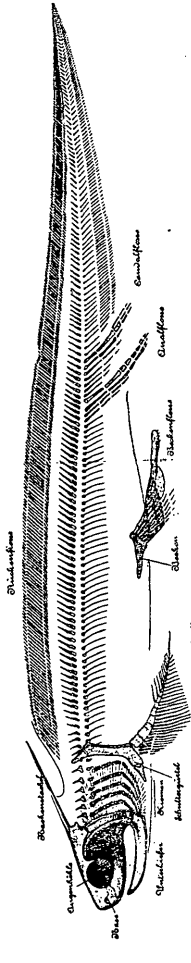

Fig. 4. *Pleuracanthus sessilis Jord.* (Männchen.)
Unterperm von Lebach bei Saarbrücken.
(Nach der Rekonstruktion von O. Jaekel, 1906; stark verkleinert.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sammengedrückte Körper kommen bei den Fischen der Korallriffgebiete und bei Planktonbewohnern vor. Die Vorfahren der jetzt benthonischen Schollen sind also höchstwahrscheinlich Korallriff- oder Planktonfische gewesen. Die Anpassung an die benthonische Lebensweise ist in der Weise entstanden zu denken, daß sich die Vorfahren der Schollen beim Ruhen auf die eine Körperseite zu legen pflegten, wie dies bei *Labrus rupestris* beobachtet worden ist. (Moebius, Zool. Garten, 1867, p. 148. — Verrill, Am. Journ. of Science, (4) III, 1897, p. 136. — Boulenger, Fishes. Cambridge Natural History, London 1904, p. 674.)

IV. Anguilliformer Anpassungstypus.

(Körper außerordentlich verlängert, schlangenartig, paarige Gliedmaßen stark verkümmert oder gänzlich fehlend.)

Beispiel:

Symbranchus marmoratus **Bloch.** Die Fortbewegung der anguilliformen Typen geschieht ganz ähnlich wie bei den Wasserschlangen. Wenn ich die Meeresschlangen nicht als selbständigen nektonischen Typus angeführt habe, so geschah dies aus dem Grunde, weil die Körperform der Meeresschlangen nur ganz unwesentlich (seitliche Komprimierung) von dem Typus der Landschlangen abweicht und weil ich der Meinung bin, daß die Ausbildung der schlangenartigen Tiere sich nicht im Wasser, sondern auf dem Festlande vollzogen hat. Die Entstehung der Schlangenform bei Festlandstieren ist jedenfalls auf dieselben mechanischen Ursachen zurück-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zuführen, welche bei grundbewohnenden Meerestieren die Ausbildung schlangenartiger Körperformen bewirkt haben.

V. Asterolepiformer Anpassungstypus.

(Vordere Körperhälfte mit großen, kräftigen Panzerplatten bedeckt, die sich schräge an- und übereinanderlegen. Bauchseite abgeflacht, Rückenseite stark aufgetrieben, pyramidenartig ansteigend. Hinterer Körperabschnitt ungepanzert, Lokomotion durch die Schwanzflosse bewirkt.)

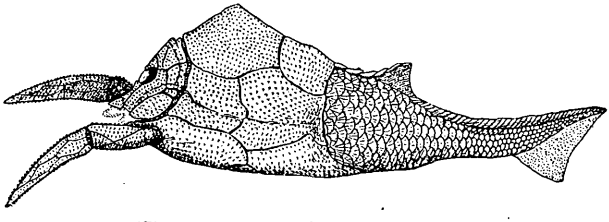

Fig. 5. *Pterichthys Milleri* Ag.
Old Red Sandstone (Mitteldevon), Schottland.
(Rekonstruktion auf Grundlage der Rekonstruktionen von R. H. Traquair und O. Jaekel, aber mit abweichender Stellung der Fangarme; in $^2/_5$ der natürl. Größe.)

Beispiele:

***Pterichthys Milleri* Agassiz.** Bei diesem höchst eigentümlichen Panzerfisch aus dem Mitteldevon Schottlands (Old Red Sandstone) fehlen die paarigen Gliedmaßen gänzlich. Hinter dem Schädel lenkt beiderseits ein zweigliedriges Seitenorgan ein, dessen Funktion wahrscheinlich die eines Fangapparates wie bei den Gespenstheuschrecken war. Dieses Seitenorgan ist keine umgeformte Brustflosse. (Fig. 5.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ostracion. quadricornis L. (Kofferfisch.) Unter den lebenden Fischen kann nur *Ostracion* nach einer ganzen Körperform dem devonischen *Pterichthys* und den übrigen altpaläozoischen Asterolepiden an die Seite gestellt werden. Der vordere Körperabschnitt ist in einen Panzer von meist sechseckigen, enge aneinanderschließenden Knochenplatten eingeschlossen und auf der Bauchseite abgeplattet, so daß der Querschnitt der vorderen Körperhälfte dreieckig erscheint. *Ostracion* ist ein Korallriffbewohner und hält sich meist auf dem Boden der Tümpel in den Korallenriffen auf.

IV. Die planktonischen Wirbeltiere.

I. Aculeiformer Anpassungstypus.

(Körper langgestreckt, fast nadelförmig. Eigenbewegung sehr vermindert; die Lokomotion wird durch wellenartige Bewegungen der Rücken- und Afterflosse bewirkt.)

Beispiel:

Syngnathus. acus L. (Seenadel.) Das Tier schwimmt in aufrechter Stellung, so daß die Längsachse des Körpers senkrecht zur Wasserfläche steht. Die gleiche Körperstellung beim Schwimmen ist auch bei der merkwürdigen *Amphisyle* zu beobachten.

II. Compressiform-symmetrischer Anpassungstypus.

(Körper sehr hoch, seitlich stark zusammengedrückt, Rückenflosse und Afterflosse gegenüberstehend, meist sehr lang und hoch. Die Bewegungsfähigkeit ist sehr gering.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Beispiele:

Cheirodus granulosus **Young.** Schon in der Steinkohlenformation treten Fische auf, welche seitlich zusammengedrückte, sehr hohe Körper besitzen und daher dieselbe Lebensweise wie die symmetrisch komprimierten, hochkörperigen Fische unserer Meere führen. Unter den Gattungen aus der Familie der Platysomiden besitzt Cheirodus eine Körperform, die der lebenden Gattung *Platax* an die Seite gestellt werden kann.

Orthagoriscus mola **(Mondfisch).** Der Mondfisch lebt planktonisch, und wird durch die Meeresströmungen weit verschlagen. Die Schwanzflosse ist verkümmert und der Fisch kann mit ihrer Hilfe nur sehr unvollkommene Schwimmbewegungen ausführen. Da die Brustflossen zu klein sind, um als wirksame Balancierorgane zu dienen, bietet der unbeholfen taumelnde Fisch einen höchst sonderbaren Anblick.

III. Globiformer Anpassungstypus.

(Körper kugelig; durch Einschlucken von Luft kann sich der Fisch fast zu einer Kugel aufblasen. Die Bewegungsfähigkeit ist sehr gering.)

Beispiel:

Diodon hystrix **L. (Igelfisch).** Der Körper ist mit dicken und spitzigen Knochenstacheln besetzt; beim Aufblasen des Körpers bilden die sich aufrichtenden Stacheln einen wirksamen Schutz gegen Feinde.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

V. Die Klammer- und Haftfische.

Eine Anzahl von Fischen, welche entweder die Tangwälder der Küste, Korallriffe oder die im Meere treibenden Sargassowälder bewohnen, sind mit Klammerapparaten ausgerüstet. Seepferdchen halten sich mit ihrem eingerollten Schwanz an Tangen und Korallen fest; bei einem in den Sargassowäldern lebenden Fisch, *Antennarius marmoratus*, dienen die Flossen zur Verankerung im Tang.

Phyllopteryx eques, ein Seepferdchen der Tangwälder der australischen Küste, ist dadurch wichtig, daß es über und über mit eigentümlich verzweigten und gelappten Hautanhängen bedeckt ist, welche in Farbe und Form durchaus mit den Tangen übereinstimmen, in denen sich das Tier aufhält.

Bei einer großen Zahl von Fischen sind Flossen, und zwar meist die Brust- oder Bauchflossen, in einigen Fällen die Rückenflosse (bei den Echeneididae, den „Schiffshaltern") zu Saugscheiben umgewandelt, mit denen sich die Fische entweder an Steine in reißenden Wildbächen oder an Steine des Meeresbodens oder an freischwimmende Tiere (z. B. an Schildkröten) anheften.

VI. Die Tiefseefische.

Die verschiedenen Tiefseexpeditionen haben eine Fülle der abenteuerlichsten Fischformen aus den Tiefen der Weltmeere zutage gefördert. Noch immer sind wir

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

aber weit davon entfernt, einen einigermaßen vollständigen Überblick über die Formenmannigfaltigkeit der Tiefseefische zu besitzen; jede neue Expedition bringt neue Formen ans Tageslicht, wie die deutsche Valdivia-Expedition den bisher nur in einem Exemplar bekannten *Macropharynx longicaudatus* Brauer, einen Tiefseeaal, dessen Maul ungeheuer vergrößert ist und dessen Körper in eine lange dünne Peitsche ausläuft.

Die außerordentliche Größe des Maules in Verbindung mit fürchterlichen Fangzähnen ist eine Erscheinung, die wir bei den meisten Tiefseefischen antreffen. Diese Einrichtungen befähigen die Tiere zum Verschlucken von Futtertieren, welche die Körperlänge des Raubfisches, in dessen weit ausdehnbarem Magen sie verschwinden, bedeutend übertreffen können.

Da nur bei Tiefseefischen diese ungewöhnliche Weite der Mundspalte und der kautschukartig ausdehnbare Magen angetroffen worden sind, so muß diese Erscheinung mit den Lebensbedingungen der Tiefsee zusammenhängen und dadurch zu erklären sein, daß die Ernährungsverhältnisse in den großen Meerestiefen sehr schwierig sind.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Tiefseefische sind Leuchtorgane an verschiedenen Körperstellen. Meistens sind unter den Augen größere leuchtende Flecken vorhanden, häufig sind sie an den Seiten des Körpers in Längsreihen angeordnet und zuweilen ist der erste Strahl der Rückenflosse zu einer Art Fackel ausgebildet, welche von Zeit zu Zeit die vom Fisch durchschwommenen Regionen durchleuchtet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ein einheitlicher Tiefseefischtypus existiert nicht. Aus verschiedenen Meeresregionen sind Fische in die Meerestiefen gewandert; wir finden Formen, deren Vorfahren dem Küstenbenthos angehörten und sich langsam, dem Meeresgrunde folgend, bis in die großen Tiefen hinabgezogen haben. Neben diesen benthonischen Typen der Tiefsee finden wir Fische, deren Ahnen im offenen Meere als Freischwimmer lebten und welche langsam in die tieferen Wasserschichten eingedrungen sind. Ferner kennen wir Formen, deren ganzer Habitus beweist, daß sie von pelagischen Fischen abstammen, und endlich treffen wir in den Meerestiefen Fische an, deren Ahnen zweifellos eine pelagisch-planktonische Lebensweise geführt haben müssen: zu diesen beiden Gruppen gehören die globiformen *Melanocetus*-Arten und die taenioformen Tiefseefische, wie *Serrivomer*, *Avocettina*, *Nemichthys* u. a.

Von verschiedenen Seiten her ist also die Einwanderung in die Tiefsee erfolgt, vielmehr sie vollzieht sich noch ununterbrochen, wie aus den schönen Untersuchungen von A. Brauer über die von der „Valdivia" gesammelten Tiefseefische hervorgeht. Dies regt die Frage an, ob die Tiefseefauna der Gegenwart altertümliche Typen enthält oder nicht, und ob die Tiefseefauna sehr alt ist oder einen modernen Charakter trägt.

Die Analyse der Tiefseefischfauna ergibt das überraschende Resultat, daß kein einziger Vertreter einer altertümlichen Familie bekannt ist, sondern daß die lebenden Tiefseefische ausnahmslos hochspezialisierte Vertreter von stammesgeschichtlich sehr jungen Familien darstellen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Das vollständige Fehlen altertümlicher Fische in der Tiefsee muß durch eine tiefeinschneidende Veränderung der Lebensbedingungen der großen Tiefen bedingt sein, welche die Vernichtung der früheren Tiefseefischfauna — und es hat auch in früheren Zeiten der Erdgeschichte gewiß Tiefseefische gegeben — zur Folge hatte.

Eine solche durchgreifende Veränderung der Lebensbedingungen in der Tiefsee ist ohne Zweifel durch die Eiszeit bezeichnet.

Bekanntlich ist das Wasser in den großen Meerestiefen sehr kalt, und zwar beträgt die Temperatur in 4000 *m* Tiefe durchschnittlich + 1·8° C. Die Temperatur der großen Tiefen ist, weil unabhängig von der Sonnenstrahlung, konstant; das Kaltwasser fließt ununterbrochen von den Polen gegen die Tiefen ab, steigt in der Äquatorialregion wieder in die Höhe und fließt in den oberen Meeresschichten wieder polwärts.

Zu einer Zeit, da die Pole noch nicht mit einer so ausgedehnten Eiskappe wie heute bedeckt waren, konnte nur wenig Kaltwasser in die Tiefen abströmen und es muß daher die Temperatur der Meerestiefen im Miozän und Pliozän wesentlich wärmer gewesen sein als heute.

Bei der Zunahme der Vereisung im Plistozän muß die Temperatur der großen Meerestiefen außerordentlich erniedrigt worden sein. Es entsteht nun die Frage, ob diese Temperaturabnahme hinreichte, um die tertiäre Tiefseefischfauna zu vernichten.

Eine für diese Frage sehr wichtige Beobachtung teilt G. Boulenger mit. Ein Fisch aus der Familie der *Pseudo-*

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

chromididae, Lopholatilus chamaeleonticeps, ein Bewohner des Meeresgrundes, ist zuerst im Bereiche des Golfstroms an der Küste von Neu-England im Jahre 1879 entdeckt worden. Der Fisch ist gewohnt, in warmem Wasser zu leben.

Durch eine Reihe ungewöhnlich heftiger Stürme im Jahre 1882 wurde das warme Wasser dieses Meeresgebietes zur Seite getrieben und durch kälteres ersetzt. Die Folge dieser Abkühlung war, daß buchstäblich Millionen von Fischen zugrunde gingen und die Meeresoberfläche auf Hunderte von Quadratmeilen bedeckten.

Lopholatilus chamaeleonticeps hat sich wieder in demselben Gebiete angesiedelt, in welchem er im Jahre 1882 vernichtet worden war; nehmen wir aber an, daß die Abkühlung in einem so ausgedehnten Maßstabe eingetreten wäre, wie dies in der Eiszeit der Fall war, so wäre diese Fischart vollständig erloschen.

Wenn durch die Abkühlung des Wassers in den großen Meerestiefen die voreiszeitliche Tiefseefischfauna in der Eiszeit vernichtet wurde, so ist zu verstehen, warum die modernen Tiefseefische samt und sonders jungen Familien angehören. Erst seit der Eiszeit hat die Einwanderung in die Tiefen wieder begonnen und jene Formen, welche bereits an das Leben in etwas tieferen Küstenstrichen und Meeresbecken angepaßt waren wie die Macruriden, konnten sich rascher an das Leben in den größeren Tiefen anpassen als die Küstenfische und die pelagischen oder planktonischen Fische der tropischen Meere; besonders im Vorteil waren die zirkumpolaren Fische, welche auch in geringeren

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

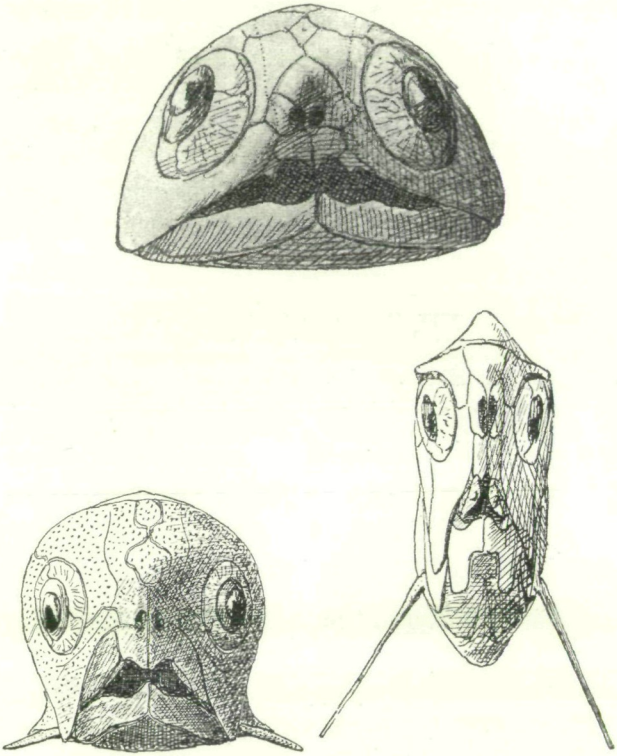

Fig. 6. Vorderansicht der Schädel dreier Tiefsee-Panzerfische aus dem oberen Devon von Wildungen (Waldeck).
(Rekonstruktionen von O. Jaekel, 1906; stark verkleinert.)

Tiefen an dieselben Licht- und Temperaturverhältnisse gewohnt waren, wie sie in der Tiefsee herrschen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ohne Zweifel haben auch in früheren erdgeschichtlichen Perioden Tiefseefische gelebt, wir kennen aber nur sehr wenige dieser Formen. Einzelne der macruriformen Coccosteiden aus dem oberen Devon von Wildungen, über welche erst eine vorläufige Mitteilung O. Jaekels aus dem Jahre 1906 vorliegt, haben sicher in einer Meerestiefe von 200 bis 500 *m* gelebt und sind somit zum Teil als Tiefseefische zu bezeichnen. (Fig. 6.)

VII. Zusammenfassung.

In der Küstenregion, in der Hochsee und in der Tiefsee haben wir daher folgende Anpassungsformen zu unterscheiden:

I. Nekton.
1. Fusiform
2. Cheloniform
3. Tritoniform
4. Mosasauriform
5. Taenioform.

II. Benthos.
1. Depressiform
2. Macruriform
3. Compressiform-asymmetrisch
4. Anguilliform
5. Asterolepiform.

III. Plankton.
1. Aculeiform
2. Compressiform-symmetrisch
3. Globiform.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 48

Autor(en)/Author(s): Abel Othenio

Artikel/Article: Die Anpassungsformen der Wirbeltiere an das Meeresleben. 395-422