

Aus dem Institut für Seefischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg

Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS „Walther Herwig“ nach Südamerika.

XLVI*). *Diretmus* Johnson, 1863 (Beryciformes, Berycoidei, Diretmidae). 3. Morphologie und Histologie eines suboperkularen Drüsenkomplexes.

A. POST
Mit 10 Abbildungen

Eingang am 15. 6. 1976

Abstract

Results of the research cruises of FRV "Walther Herwig" to South America. XLVI. *Diretmus* Johnson, 1863 (Beryciformes, Berycoidei, Diretmidae). 3. Morphology and histology of subopercular glands.

In both species of the beryciform fish family Diretmidae, *D. argenteus* Johnson, 1863 and *D. pauciradiatus* Woods, 1973, special epidermal excretory glands have been discovered. The gland-system is restricted to the medial wall of the gill-chamber and is combined of numerous cone-shaped bodies (fig. 1, 2). Histological investigations show, that the bodies are formed by an aggregate of big bottle-cells which empty into a crater on the top of the cone (fig. 3—6). The secret is probably not based on polysaccharid or mucoid substances but on proteins. The discussion gives some hypothetical aspects of biological advantage of the organ. Bad-smelling-effect of the secret to the potential predators of the slow moving Diretmidae might be most significant among the given interpretations.

Kurzfassung

Die beiden Arten, *Diretmus argenteus* Johnson, 1863 und *Diretmus pauciradiatus* Woods, 1973, verfügen als einzige unter den Beryciformes über epidermale Drüsen, die in dichtem Besatz auf der medialen Wand des Kiemenraums wachsen.

Morphologie und Histologie dieser Drüsen werden dargestellt und einige Deutungen diskutiert.

A. Einleitung

Zur Familie Diretmidae gehören z. Zt. zwei Arten: *Diretmus argenteus* Johnson, 1863 und *Diretmus pauciradiatus* Woods, 1973. Beide sind allein unter allen bekannten Beryci-

*) Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS „Walther Herwig“ nach Südamerika. XLIV. Actinaria des Südwestatlantik. III. *Calliactis androgyna* sp. n. (Hormathidae). Von K. RIEMANN-ZÜRNECK in Veröff. Inst. Meeresforsch. 15 (4): 387—395, 1975.

Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS „Walther Herwig“ nach Südamerika. XLV. Die Häufigkeit des Ichthyoplanktons an der Oberfläche des mittleren und südlichen Atlantischen Ozeans. Von H.-CHR. JOHN in Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. 25 (1/2) (im Druck).

formes im Besitz besonderer epidermaler Organe des Kiemenraums. Die Darstellung der Morphologie und Histologie dieser Organe ist Inhalt der vorliegenden Arbeit.

B. Material

Es wurden 126 atlantische Exemplare aus der Sammlung des ISH untersucht. Davon 72 *D. argenteus* zwischen 184,4 und 105,7 mm SL und 54 *D. pauciradiatus* zwischen 15,1 und 222,8 mm SL. Die Vertreter beider Arten waren ausnahmslos im Besitz der betreffenden Organe.

Zur histologischen und morphologischen Untersuchung wurden je vier Tiere jeder Art herangezogen: *D. argenteus* ISH 1406/71; 604/73; 719/73; 298/74, *D. pauciradiatus* ISH 562/66; 1702/71 (2×); 2903/71. Alle Direktmiden des ISH werden in 40% Iso-propanol aufbewahrt.

C. Methode

Aus der Epidermis wurden Lappen mit den darauf sitzenden Organen herauspräpariert. Die Beobachtung der äußeren Gestalt der Organe erfolgte im Auflichtmikroskop bei Vergrößerungen bis 40-fach. Zur Gewebeuntersuchung betteten wir sowohl in Paraffin als auch in Epon® ein. Die 7–10 µ dicken Paraffinschnitte wurden mit Azan, Safranin, Haematoxylin nach Delafield und fuchsin-schwefeliger Säure/Haemalaun gefärbt. Von den Epon-einbettungen wurden Semidünnschnitte (0,5–1,0 µ) hergestellt und mit Toluidinblau gefärbt. Die Anfertigungen der histologischen Präparate verdanke ich den Technischen Assistentinnen Frau E. M. HAJEN und Frau F. ULLAH.

D. Ergebnisse

1. *Topographie*: Die Organe befinden sich im Kiemenraum der Fische (Abb. 1). Sie wachsen auf der Epidermis der medialen Wand des Kiemenraums, die hier überwiegend vom M. sternohyoideus gebildet wird. Die Besatzfläche wird von caudal von der Margo lateralis des Cleithrums, dorsoapikal vom 4. Kiemenbogen und ventroapikal vom Isthmus begrenzt. Die peripheren Bereiche sind — altersunabhängig — nicht immer besetzt. Freie Epidermis tritt regelmäßig dort hervor, wo sie engen Kontakt mit der inneren Oberfläche des gegenüberliegenden Kiemendeckels hat; so z. B. mit dem etwas hervorstehenden Gelenkbereich vom Hyale zum Interhyale (Abb. 1 hy).
2. *Morphologie*: Die Organe haben äußerlich die Gestalt von Kegeln oder Halbkugeln. Kleine, offenbar noch unreife Organe sind distal abgerundet; sie sind im vorliegenden Konservierungszustand opak. Größere Organe haben im Zentrum ihrer Oberfläche eine kraterförmige Vertiefung. Auch sie sind opak. Eine dritte Gruppe, aus deren Krateröffnung eine Substanz austritt, ist transparent, mit vom Kraterand zur Basis verlaufender, sektoraler weißlich-opaker Streifung (Abb. 2). Das ganze Erscheinungsbild der Kegelorgane erinnert etwas an eine Bryozoen-Kolonie in verkleinerter Form. Eine vierte Gruppe der Organe schließlich ist völlig transparent ohne oder mit nur unregelmäßiger und schwacher Streifung. Diese Kegel sind oft zu gallertigen Scheiben eingefallen, die an ihren Rändern zusammenfließen.

Insgesamt hat es den Anschein, als wachsen im Kiemenraum der Fische Organe heran, die nach Ausreifung ihre Bestimmung einmal oder mehrfach erfüllen, nämlich eine Substanz abzuscheiden, und dann erschöpft sind und dialysieren.

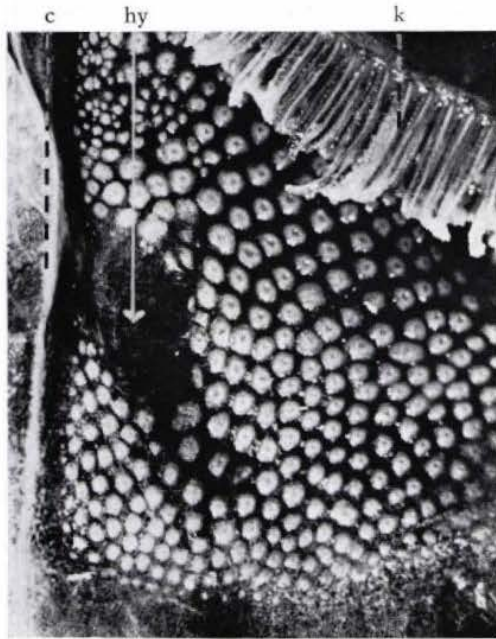


Abb. 1

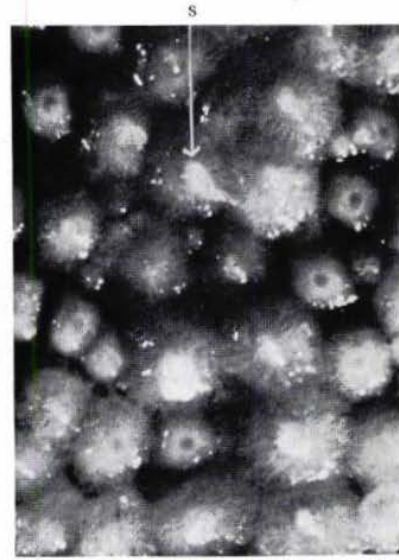


Abb. 2

Abb. 1: Blick auf die Kegeldrüsen des rechten Kiemenraums; c margo lateralis des Cleithrums, hy Kontaktfläche des Epihyale, k erster Kiemenbogen.

Abb. 2: Verbund verschieden weit entwickelter Kegeldrüsen; s Sekretwolke.

Bei vielen älteren Tieren zeichnen am Rande der Kegel subepidermale Chromatine — wahrscheinlich Melanine — die Basis nach. Diese Umrandung bleibt noch erhalten, wenn das Organ bereits — vorübergehend? — verschwunden ist. Gelegentlich verrät nur noch das Standortmuster und ein leichter gallertiger Überzug, daß hier vorher Kegeloragne vorhanden waren.

Bei sehr dicht stehenden und besonders großen Organen erfahren diese eine hexagonale Verformung. Entsprechend sieht das Chromatophorenmuster aus, das dann nach Auflösung der Kegeldrüsen leere Schuppentaschen vortäuscht.

Die Größe der funktionsfähigen Organe ist innerhalb einer Art mit der Größe des Fisches, wenn auch variabel, direkt korreliert, von einer zur anderen Art aber verschieden. Beim größten *D. argenteus* beträgt der mittlere Durchmesser der Kegel an ihrer Basis 0,8 mm, beim größten *D. pauciradiatus* jedoch nur 0,4 mm.

3. *Histologie*: Der Sagittalschnitt durch eine Kegeldrüse zeigt ein einschichtiges Aggregat großer flaschen- bis kolbenförmiger Zellen. Die Zellen verjüngen sich zur Kuppe der Drüse hin zu einem kurzen Kanal, der mit einer Öffnung in den Krater mündet (Abb. 3—6). Das Lumen der Zelle ist entweder mit einer schaumig-granulären (Abb. 6 sch) oder einer strukturlosen Substanz (Abb. 6 sc) angefüllt. Die strukturlose Substanz tritt in Tröpfchen oder als Ganzes nach außen (Abb. 5), während der schaumige Inhalt in der Zelle verbleibt.

Die Wände benachbarter Flaschenzellen liegen einander fest an, können dabei aber gekrümmt oder gefaltet sein. Interzellularräume sind bei Vergrößerungen bis

1250-fach nicht erkennbar. Im Querschnitt sind die Zellen unregelmäßig polygonal begrenzt, haben aber eine fast regelmäßig geformte kreisrunde Lichtung, in der, von der Zellwand abgesetzt, das Sekret konzentriert ist. Der Zellkern ist klein, kompakt und ellipsoid; er liegt eng an die Zellwand geschmiegt, oft im Bereich des größten Zellumens.

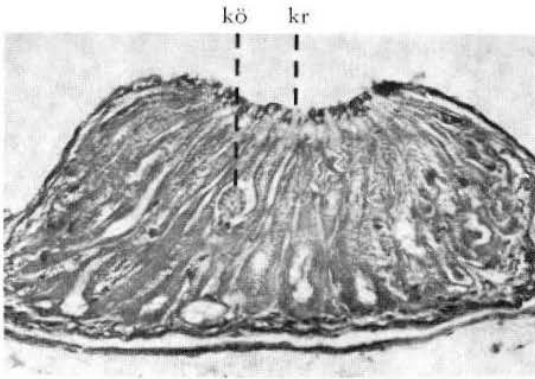


Abb. 3

Abb. 3: Sagittalschnitt durch eine junge Kegeldrüse; kr Krater, kö eingeschlossene Körnerzelle.

Abb. 4: Junge Flaschenzelle sagittal mit papillären Verwerfungen des wandständigen Plasmas; s sattigal, t tangential.

Abb. 4

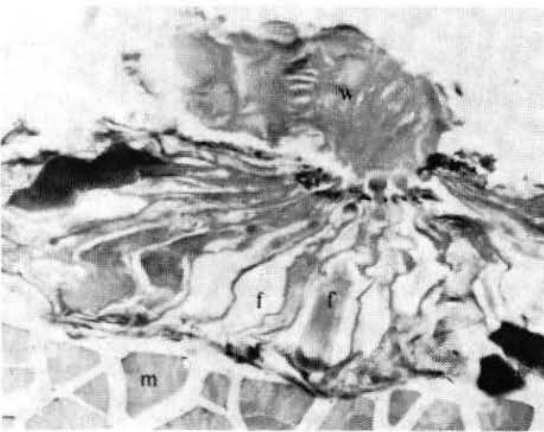
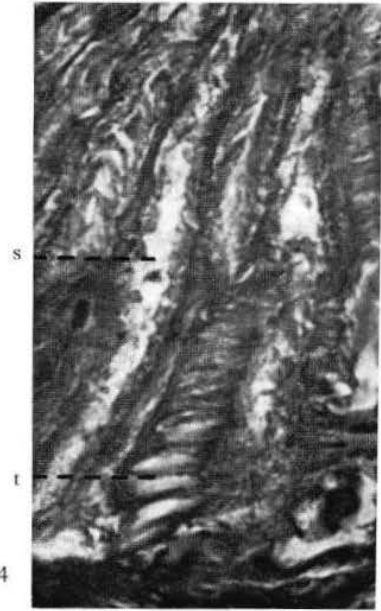


Abb. 5

Abb. 5: Sagittalschnitt durch eine reife Kegeldrüse; f Flaschenzelle, m subcutanes Muskelgewebe, w ausstretende Sekretwolke.

Abb. 6: Reife Flaschenzelle sagittal; sch schaumiger Inhalt, sc Sekret.

Abb. 6



In der Auflösungsphase der Kegeldrüse besteht das Organ histologisch aus mehreren Schichten unregelmäßig geformter großer Zellen, die keinen „Ausführungskanal“ mehr haben. Der Krater ist eingeebnet; der Zellinhalt besteht nur aus schaumiger Substanz (Abb. 9).

4. *Histogenese*: Die Kegeldrüsen entstehen in der Haut des Kiemenraums, die wie folgt aufgebaut ist (Abb. 7):

Abb. 7

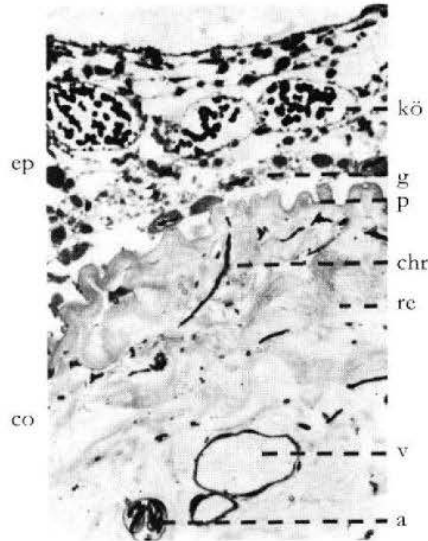


Abb. 8

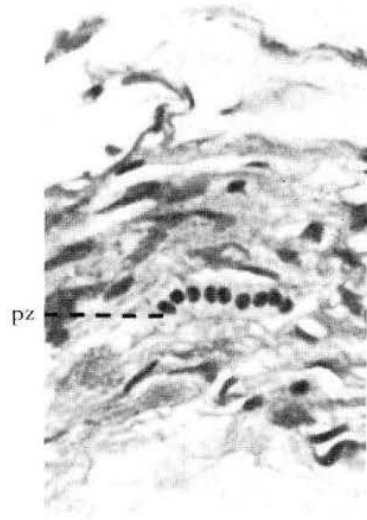


Abb. 7: Querschnitt durch die Haut des Kiemenraums; a Arterie, ep Epidermis, co Corium, chr Chromatocyte, g stratum germinativum, kö Körnerzelle, p stratum papillare, re stratum reticulare, v Vene.

Abb. 8: Kegeldrüse in statu nascendi; pz palisadenförmig angeordnetes Zellaggregat.

Unter einer dünnen Cuticula liegt eine mehrschichtige Epidermis aus polygonalen Zellen. In diese Schicht sind zahlreiche große ellipsoide Zellen mit granulärem Inhalt (Körnerzellen) (Abb. 7 kö), weniger zahlreich etwas kleinere Zellen mit strukturlosem Inhalt eingebettet. Die unterste Lage der Epidermis wird von einem einschichtigen Stratum germinativum gebildet (Abb. 7 g).

Epidermisnahe Anteile des darunterliegenden Coriums bestehen aus einem Stratum papillare mit sehr dichten, faserigen Bindegewebszellen (Abb. 7 p). Zur Tiefe hin geht es in ein lockeres Stratum reticulare über (Abb. 7 re). Hier liegen ein bis mehrere Schichten Chromatocyten (Abb. 7 chr) sowie die Gefäße eingebettet (Abb. 7 v, a). Die Kegeldrüsen werden oberhalb des Stratum germinativum angelegt, sie sind also Organe der Epidermis. Es bildet sich in einer Höhlung eine einschichtige Lage von palisadenförmig angeordneten Zellen, mit großem, kompaktem Kern (Abb. 8). Diese Zellen wachsen zu den großen Flaschenzellen heran.

Noch während des Wachstums bildet sich eine axiale Aufhellung, die zur Aufnahme des Sekrets dient. Die Lichtung des Lumens heranwachsender Zellen ist zunächst noch eng. Das Plasma liegt gleichmäßig um die Lichtung verteilt der Zellwand an.

Es ist bei jungen Zellen zentripetal gefaltet. Im Tangentialschnitt erscheint eine solche Zelle quergestreift, im Sagittalschnitt mit papillären Verwerfungen des Plasmas (Abb. 4).

Die Drüsenzellen sind auf diesem Stadium bereits sekretorisch aktiv. Das Sekret wird in der Lichtung gesammelt und in Tröpfchen durch den Hals der Zelle ausgeschieden. In größeren Zellen verschwindet die Fältelung der inneren Oberfläche; das Lumen hat sich fast ganz zu einer Lichtung geweitet, die mit Sekret angefüllt ist.

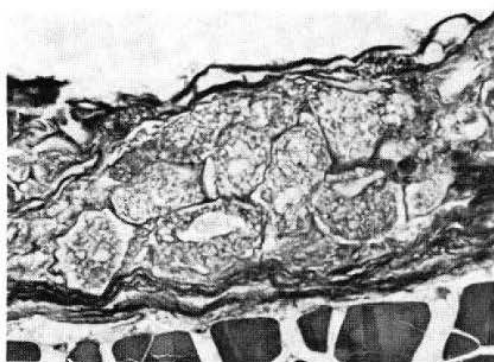


Abb. 9

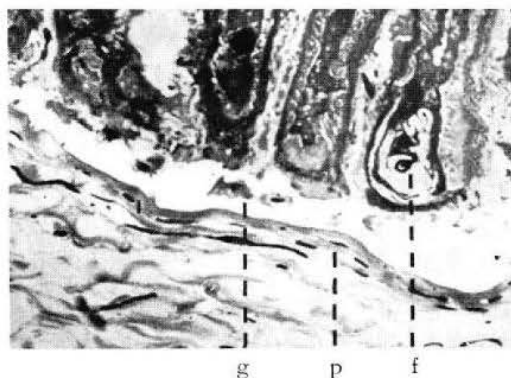


Abb. 10

Abb. 9: Inaktive, alte Kegezelle mit schaumigem Inhalt, sagittal.

Abb. 10: Basis der Kegeldrüse; f Boden der Flaschenzelle, g Zellen des stratum germinativum, p verspanntes stratum papillare.

Während des Wachstums des Kegelorgans werden die oberen Schichten der Epidermis nach distal, die des Coriums nach proximal verdrängt. Die Körnerzellen werden von den Flaschenzellen umwachsen und in den Verband der Drüse einbezogen (Abb. 3 kö). Ein bis zwei epidermale Schichten überdecken den Kegel nach außen; das Stratum papillare wird von dem nach innen drängenden Organ zu einer glatten Bindegewebslage verspannt. Zwischen den Flaschenzellen und dem gestreckten Bindegewebe liegen einzelne Zellen des auseinandergerückten Stratum germinativum (Abb 10).

E. Auswertung der Differentialfärbung

Das Gewebe, das hier untersucht wurde, stammt von Tieren, die nicht speziell für histologische Arbeiten gesammelt und deshalb auch nicht kontrolliert fixiert worden sind. Jede Differentialfärbung ist dadurch mit der großen Unsicherheit, artefaktisch verfälscht zu sein, belastet. Die Untersuchungen sind daher auch mehr als grobe Suchverfahren, denn als differenzierte Analysen zu betrachten. Aus den genannten Gründen wurde z. B. schon auf die Feststellung des p.H.-Wertes verzichtet.

Die Azanfärbung nach Haidenhain brachte zunächst für einige bekannte Gewebe typische Färbungen: Bindegewebe kräftig blau; Muskeln dunkelrot; Chromatin orange. Es besteht also die Möglichkeit, daß der Inhalt der unbekanntes Drüsenzellen ebenfalls seinem ursprünglichen Chemismus entsprechend angefärbt wurde. Der granuläre Inhalt der Flaschenzelle wurde unter Azan orange, der unstrukturierte Inhalt der gleichen Zellenart färbte sich innerhalb der Zelle purpur, außerhalb des Zellumens dunkelrot. Die Granula der Körnerzellen färbten sich leuchtend rot, die Zellwände hellblau. Schleimsubstanzen, wie Mucopolysaccharide, sollten sich nach dieser Methode blau färben; offenbar ist das aus den Zellen austretende Sekret kein solcher Schleim, immer unter der Bedingung gesehen, der Chemismus für diese Farbreaktion stimmt noch. Eine Differentialfärbung auf die in Schleimen enthaltenen Polysaccharide mit fuchsinschwefliger Säure (Schiff'sches Reagenz) zeigte nur für den schaumigen Inhalt der Flaschenzellen positive Reaktion. Die gleiche Anfärbung zeigte aber auch der granuläre Inhalt der Körnerzellen. Der kompakte, unstrukturierte Inhalt der Flaschenzellen blieb zunächst ungefärbt, nahm aber das zur Chromatin-Gegenfärbung gewählte Haemalaun auf.

Andere spezifische Schleimfärbungen, z. B. mit Safranin oder Delafield'schem Haematoxylin ergaben keine verwertbaren Reaktionen. Bemerkenswert scheint mir zu sein, daß der strukturelose Inhalt der Flaschenzellen sich stets in der gleichen Weise anfärbte wie das unter dem Corium liegende Muskelgewebe.

F. Diskussion

Zahlreiche Fische haben verschiedene Hautdrüsen entwickelt, durch deren Funktion sie in besonderem Maße an ihre Umwelt angepaßt sind oder in die Lage versetzt wurden, besondere oekologische Bereiche zu erobern und zu behaupten.

Am bekanntesten sind Schleimzellen, wie sie z. B. beim Flußaal oder der Aalquappe in großer Zahl in der Epidermis zu finden sind. Schleimzellen müssen aber nicht wie beim Aal über die ganze Körperoberfläche verteilt sein, sie können auch als kompaktes Organ auftreten; so z. B. bei einigen Scariden und Labriden (CASIMIR 1967, JAKOWSKA 1963) im Kiemenraum.

Nach den Differentialfärbungen zu urteilen ist es unwahrscheinlich, daß die Kegeldrüsen der beiden Direktmidenarten Schleim produzieren. Die Ähnlichkeit der Farbreaktion des Sekrets mit dem der Muskeln läßt eher an Proteine denken. Unter diese Zellinhalte sind u. a. Schreckstoffe, Leuchtakterien sowie Lock-, Abwehr- und Giftstoffe zu zählen.

Schreckstoffe sind bisher nur von Ostariophysi und Gonorrhynchiformes bekannt. Das besagt nicht, daß nicht auch in weiteren Ordnungen ähnliche Organe entstanden sein könnten.

Gegen Lockstoffe zum Auffinden und Stimulieren des Geschlechtspartners spricht die Ausbildung der Organe schon bei sehr jungen Tieren. Außerdem würde das bedeuten, daß geschlechtsspezifische Sekrete aus gleichgestalteten Organen austreten, da beide Geschlechter gleichgestaltete Drüsen haben, soweit sich das bisher nach den wenigen Stichproben sagen läßt.

Gegen Köderstoffe ist einzuwenden, daß Diretmiden als reine oder doch überwiegende Planktonfresser kein Anködern nötig haben, um sich mit Nahrung zu versorgen.

In unseren Fängen waren häufig mehrere Tiere (bis zu 8) gleichzeitig enthalten. Möglicherweise stehen die Tiere in lockeren Gruppen beieinander und die Drüsensekrete dienen ihnen, um in Geruchskontakt zu bleiben.

Viele der meso- bis bathypelagischen Arten sind im Besitz von Leuchtorganen. Darunter sind einige, deren Leuchten durch symbiotische Bakterien hervorgerufen wird (BASSOT 1968).

Selbst bei sehr starker Vergrößerung (1250-fach) von semidünnen Schnitten im Phasenkontrast habe ich keine Bakterien entdecken können.

Andere Deutungsmöglichkeiten sind Schutz gegen Parasiten oder Fraßfeinde (NIGRELLI 1937). Das erste ist unwahrscheinlich, da nicht sehr viele äußere Parasiten mesopelagische Fische bedrohen, jedenfalls nicht so viele, daß sich dafür ein Abwehrsystem entwickeln und erhalten könnte. Die zweite Möglichkeit ist dagegen schon sinnvoller.

Ein vermutlich so schlechter Schwimmer wie *D. argenteus* kann räuberischen Feinden durch Flucht kaum entkommen. Eine Vorrichtung, die ihn davor bewahrt, leicht erbeutet zu werden, könnte z. B. ein abweisender Geruchs-, Geschmacks- oder Giftstoff sein, der bei einer Verfolgung — vielleicht durch eine mit den Kiemendeckeln erzeugte Druckwelle — dem Verfolger entgegengespritzt wird.

Es mag in diesem Zusammenhang bemerkenswert sein, daß beim mutmaßlich besseren Schwimmer *D. pauciradiatus*, die Kegeldrüsen schwächer entwickelt sind als bei *D. argenteus*.

Die Sammlung von Interpretationen solcher Art kann nichts anderes sein, als ein Spiel mit Möglichkeiten. Was die Drüsen tatsächlich produzieren und wofür sie dienen, weiß ich nicht. Vielleicht regt aber die Kenntnis ihrer Existenz dazu an, es herausfinden zu wollen.

G. Literatur

- (1) BASSOT, J. M.: Les organes lumineux à Bactéries symbiotiques du Téléostéen *Anomalops*. Données histologiques. Bull. Soc. Zool. Fr. **93** (4): 569–579, 1968.
- (2) CASIMIR, M.: Eine Schleimdrüse zur Herstellung der Schlaf-Hüllen bei Papagei- und Lippfischen. Naturwiss. **54** (15/16): 446–447, 1967.
- (3) JAKOWSKA, S.: Mucus secretion in fish, a note. Am. N.Y. Acad. Sci. **106**: 458–462, 1963.
- (4) NIGRELLI, R. F.: Further studies on the susceptibility and acquired immunity of marine fishes to *Epidella mellini*, a monogenetic Trematode. Zoologica **22**: 185–192, 1937.
- (5) PFEIFFER, W.: Schreckreaktionen und Schreckstoffzellen bei Ostariophysen und Gonorhynchiformes. Z. vgl. Physiol. **56**: 380–396, 1967.
- (6) POST, A.: Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS „Walther Herwig“ nach Südamerika. XLII. *Diretmus* Johnson, 1863 (Beryciformes, Berycoidei, Diretmidae). 2. Morphologie, Entwicklung, Verbreitung. Arch. Fischwiss. **26** (2/3): 87–114, 1975 (ersch. 1976).
- (7) WOODS, L. P. & SONODA, P. M.: Berycomorphi. Fishes of the Western North Atlantic **1** (6): 290–298, 1973.