

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 554/1963

Ophiocoma scolopendrina (Ophiuroidea)

Nahrungserwerb

Mit 3 Abbildungen

GÖTTINGEN 1965

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Der Film ist ein Forschungsdokument und wurde zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht
Länge der Kopie (16-mm-Stummfilm, farbig): 109 m
Vorfühdauer: 10 Min. — Vorführgeschwindigkeit: 24 B/s

Der Film zeigt einen typischen Wohnplatz von *Ophiocoma scolopendrina* auf der Gezeitenterrasse in der Nähe von Al-Ghardaqa am Roten Meer und Einzelheiten des Verhaltens dieser Schlangensterne bei zwei von den drei möglichen Formen des Nahrungserwerbs, nämlich dem Absammeln bzw. -rupfen vom Boden und dem Abweiden des Oberflächenfilms.

Die Aufnahme des Films erfolgte im Jahre 1962 auf einer mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführten Forschungsreise durch Prof. Dr. D. B. E. MAGNUS, Zoologisches Institut der Technischen Hochschule Darmstadt
(Direktor: Prof. Dr. W. LUTHER)

Wissenschaftliche Leitung und Begleitveröffentlichung

Prof. Dr. D. B. E. MAGNUS

Bearbeitet und veröffentlicht durch

das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen

(Direktor: Dr.-Ing. G. WOLF)

Sachbearbeitung: Dr. H. KUCZKA

***Ophiocoma scolopendrina* (Ophiuroidea)**

Nahrungserwerb

D. B. E. MAGNUS, Darmstadt

Allgemeine Vorbemerkungen

Ophiocoma scolopendrina (LAMARCK) bildet große Populationen mit einer Individuendichte von durchschnittlich 50 Tieren/m². Die Tiere bewohnen vorwiegend lückenreiche Hartböden, auch solche mit dünner Sedimentauflage, an brandungsgeschützten Küstenabschnitten. Es handelt sich dabei größtenteils um ständig wasserbedeckte Habitats, d. h. unterschiedlich große Tümpel und Mulden innerhalb der Gezeitenstufe oder im Übergangsbereich zu Saunriffen. In gleicher Individuendichte werden jedoch auch solche erhöhten Stellen besiedelt, die gelegentlich oder regelmäßig bei Ebbe trocken fallen. Der Tidenhub betrug im engeren Untersuchungsgebiet bei Al-Ghardaqa im Spätsommer 1962 maximal bis 90 cm.

Die Tiere sind ortsfest. Jedes hat ein eigenes Wohnloch, das es wochenlang nicht verläßt und gegen Artgenossen und artfremde Biotopmitglieder bei Berührung durch Stoßen und Drücken mit den aboralen Armfächen verteidigt. Aus den Verstecken kommen sie zur Nahrungsaufnahme am Tage meist nur so weit heraus, daß noch ein oder zwei Arme und die Körperscheibe darin bleiben (Abb. 1), nachts kommen sie zwar weiter daraus hervor, verlassen sie jedoch nie ganz. Zumindest eine Armspitze verbleibt immer am Höhleneingang.

Die besonderen ökologischen Verhältnisse des Lebensraumes dieser Schlangensterne bedingen, daß die Aktivitätsphasen der Tiere von den Tiden, der Wasserbewegung und der örtlichen Bodenstruktur bestimmt werden. Daher können an den Wohnplätzen Form, Zeit und Dauer des Nahrungserwerbs u. U. nicht nur von Tier zu Tier, sondern sogar beim Einzeltier von Arm zu Arm ganz unterschiedlich sein.

Da *Ophiocoma scolopendrina* wie alle Schlangensterne empfindlich gegen Wellenbewegungen ist, kann der Nahrungserwerb während einer

Überflutung gewöhnlich nur stattfinden, solange bei auf- oder ablaufendem Wasser der Wasserstand über dem Wohnplatz so niedrig ist (oft nur wenige cm), daß sich keine Wellen ausbilden können. Den größten Teil der Flutzeit müssen die Tiere daher inaktiv und in ihre Höhlen zurückgezogen verbringen. Während den auf trocken fallenden Stellen wohnenden Tieren allein diese kurzen Zeitspannen für die Nahrungsbeschaffung zur Verfügung stehen, können alle übrigen auch während der Ebbezeiten in den dann wellenfreien Fluttümpeln fressen.



Abb. 1. Wohnplatz von *Ophiocoma scolopendrina* am Rand eines Gezeitentümpels bei Ebbe

Armlänge etwa 13 cm

Als Nahrung dienen lebende und abgestorbene tierische und vor allem pflanzliche Organismen bzw. Teile davon. Auslöser des Nahrungsaufnahmeverhaltens sind Geschmacksreize, die sich im ruhigen Wasser ausbreiten oder von der Strömung herangeführt werden. Eine Geschmacksprüfung durch die Ambulacralfüßchen entscheidet über den Weitertransport des Aufgenommenen in den Magen. Die spezifischen Aufnahmeformen werden hauptsächlich durch die Wasserbewegung bestimmt. Man kann drei Formen des Nahrungserwerbs unterscheiden:

1. Absammeln oder Abrupfen von der Bodenoberfläche. Im strömungsfreien Wasser, z. B. während der Ebbezeit in den Gezeitentümpeln, tasten die Arme langsam mit leicht erhobenen Spitzen über den Boden der Wohnloch-Umgebung hin, bis sie Kontakt mit freißbaren Partikeln gefunden haben. Die Ambulacralfüßchen nehmen diese auf,

schleimen sie mit Drüsensekret ein und transportieren sie durch Weitergabe von Füßchen zu Füßchen an den Oralseiten der Arme zur Mundöffnung, und zwar mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 6.9 cm/min. Dabei zufällig mitaufgenommenes Ungenießbares wird während des Transportes aussortiert und abgestoßen. Festsitzendes Futter, z. B. Algenaufwuchs, wird mit den Füßchen bzw. durch deren Drüsensekret, festgehalten und durch schnelles Einkrümmen des ganzen Armes von der Unterlage abgerissen.

2. Filtration aus einer Wasserströmung. Im strömenden Wasser werden die Arme erhoben und mit steif ausgestreckten Ambulacralfüßchen, die in dieser Haltung auf der oralen Armseite zwei annähernd im rechten Winkel zueinander stehende Filterkämme bilden, in die Strömung gehalten (im Film nicht dargestellt).

3. Abweiden des Staubfilms von der Flutwasseroberfläche. Dieses spezialisiert anmutende und von den beiden anderen Nahrungserwerbsformen zunächst auffällig verschieden erscheinende Verhalten wird normalerweise nur von denjenigen Individuen, deren Versteckplatz bei Ebbe trocken fällt, und ausschließlich am Tage ausgeführt, weil nur dann das auflaufende Flutwasser eine dünne, sonnengetrocknete Schicht von der Ebbezone abhebt und auf seinem Flutsaum mit sich trägt. Im Augenblick der Überflutung strecken die Schlangensterne lebhaft ihre Arme aus den Schlupfwinkeln hervor, durchstoßen dabei die noch dünne Wasserschicht und kommen so mit dem algenreichen Oberflächenstaub in Berührung. Die Arme drehen sich daraufhin herum, so daß die Oralseiten von unten her flach der Wasseroberfläche anliegen und sie durchbrechen, und führen anschließend schnelle, schlängelnde Pendelbewegungen aus. Das Schlängeln benachbarter Arme eines Tieres verläuft spiegelbildlich und zwar in der Weise, daß sich die distalen Teile zweier gegeneinander schwingender Arme stets vor den proximalen treffen. So kann der zwischen ihnen eingeschlossene Staubfilmteil nicht mehr nach außen entweichen und wird, während auch die übrigen Armteile zusammenstoßen, weiter zusammengedrückt. Inzwischen schwingen an den Armseiten die Ambulacralfüßchen pausenlos aus dem Wasser schräg mundwärts auf die Oralseite und heben dabei auch das eingeeengte Staubmaterial mit herauf, das sie einschleimen, zu einer relativ festen Nahrungswurst zusammenpressen und langsam zum Mund schieben (Abb. 2). Für einen vollständigen Fangakt, d. h. ein einmaliges Zusammenschlagen und Auseinanderschwingen zweier Arme, werden durchschnittlich nur 2.25 Sek. benötigt (Abb. 3). Allerdings wird hierbei unter normalen Bedingungen keine Auswahl zwischen brauchbaren und unbrauchbaren Partikeln vorgenommen, wie das bei den beiden anderen Formen der Nahrungsaufnahme die Regel ist. Vermutlich überwiegen im natürlichen Staubfilm immer die positiven Reize.

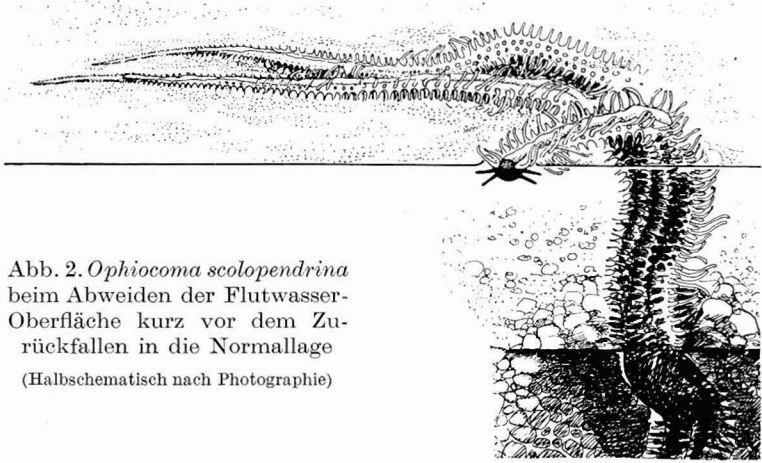


Abb. 2. *Ophiocoma scolopendrina*
 beim Abweiden der Flutwasser-
 Oberfläche kurz vor dem Zu-
 rückfallen in die Normallage
 (Halbschematisch nach Photographie)

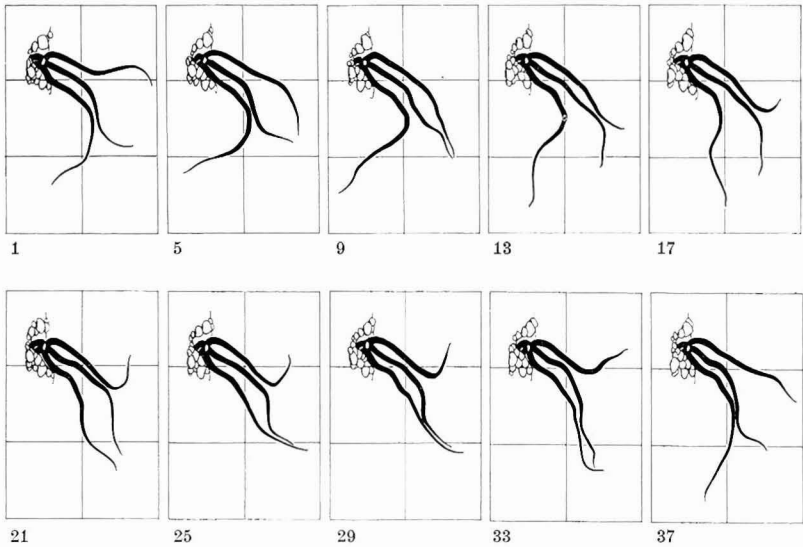


Abb. 3. Typischer Verlauf der Armbewegungen von *Ophiocoma scolopendrina*
 beim Abweiden der Wasseroberfläche

Die Schlängel- und Pendelbewegungen von zwei benachbarten Armen erfolgen annähernd spiegel-
 bildlich. Zeitabstand der abgebildeten Phasen: je $\frac{1}{4}$ s. Nach $\frac{2}{4}$ s stehen die Arme wieder in
 gleicher Position

(nach mit 16 B/s aufgenommenem Film)

Gegenüber einem künstlichen Staubfilm (z. B. aus trockenem Holzmehl und dem im Handel erhältlichen Aquarienfisch-Trockenfutter „Piscidin“ in wechselndem Mengenverhältnis) reagieren die Schlangensterne im natürlichen Habitat unterschiedlich je nach seinem Gehalt an dem besonders attraktiv wirkenden Fischfutter. Bei reichlichem Futtergehalt löst ein künstlicher Film jederzeit, auch nachts, das normale Abweideverhalten aus, und zwar nicht nur bei auflaufender Flut, sondern auch im Flachwasser strömungsfreier kleiner Gezeitentümpel. Bei ungünstigem Mischungsverhältnis des Futters unterbleibt dagegen die Aufnahme entweder ganz, oder es werden nur die brauchbaren Partikel ausgewählt, das Holzmehl dagegen abgestoßen. Hierbei verlaufen dann die Pendel- und Schlingelbewegungen der Arme unkoordiniert, und es werden auch keine Nahrungswürste gebildet.

Ob die jeweils mit Abweiden beschäftigten Arme eines Tieres sich koordiniert und synchron bewegen, hängt außer von der Reizstärke des Futterfilms noch davon ab, ob sich die Spitzen gegeneinanderschwingender Arme jedesmal berühren können. In der Regel arbeiten drei Arme zusammen, wobei dann der mittlere als Zeitgeber für die beiden äußeren dient. Solange ein Kontakt verhindert wird, z. B. durch Artgenossen oder Bodenstrukturen usw., schwingen die Arme unabhängig. Daher verläuft auch das Armpendeln beim Beginn des Abweidens in der Regel zunächst noch unkoordiniert, bis die Arme voll ausgestreckt sind.

Die Versuchsergebnisse machen wahrscheinlich, daß es sich bei dem typischen „Abweide“-Verhalten, so andersartig es auch zunächst erscheint, wohl doch nur um ein an glatter Wasseroberfläche und in einheitlichem positivem Futterreizfeld praktisch ungehemmt und daher schnell und zügig ablaufendes „Absammeln vom Boden“ handelt.

Die Aufnahmen erfolgten auf 16-mm-Ektachrome-Commercial-Negativ-Film bei Niedrigwasser auf der Gezeitenterrasse in der Nähe von Al-Ghardaqa (Ägypten) an verschiedenen Tagen im September 1962 bei Sonnenschein ohne künstliche Lichtquellen. Kamera: Pathex Webco. Aufnahmefrequenz: 16 B/s.

Für die Ausführung der Zeichnungen zu den Abbildungen 2 und 3 hat der Verfasser Fräulein E. ALTHAUS, Darmstadt, zu danken.

Filminhalt

Die ersten Einstellungen zeigen die Randzone einer schmalen, von *Ophiocoma scolopendrina* besiedelten Gezeitenplatte bei Niedrigwasser und in einem kleinen Tümpel einige Tiere, die ihre Arme aus den Wohnhöhlen hervorstrecken und mittels der Ambulacralfüßchen Sand heraustransportieren (im Bild nicht deutlich zu erkennen), den sie vor jedem Eingang zu einem flachen Ringwall aufschütten.

Aktivierung der Nahrungssuche durch chemischen Reiz¹⁾
(rotgefärbtes Futter)

Fressen vom Boden: Zuvor mit Neutralrot gefärbtes und in Seewasser aufgeweichtes „Piscidin“-Futter wird etwa 20 cm vor dem Wohnloch eines ruhenden Schlangensterms auf den (größtenteils aus Ophiuren-Skelettstücken bestehenden) Tümpelboden pipettiert. Das Tier reagiert sofort und schiebt zuerst einen und dann später noch einen zweiten Arm zum Futterplatz vor. Dabei kommt auch die Körperscheibe aus dem Versteck hervor. In der nächsten Einstellung wird eine größere Futtermenge an den gleichen Platz ausgegeben. Das Tier kriecht nunmehr mit drei Armen darauf zu und nimmt es mit den Armspitzen auf. Währenddessen führen die Bursen mehrmals pumpende Atembewegungen aus, wobei sich jedesmal die Körperscheibe aufbläht. Ein zweiter Schlangensterm und ein Einsiedlerkrebs werden ebenfalls durch den Futterreiz aktiviert.

Abweiden der Wasseroberfläche: Trockenes, gefärbtes „Piscidin“-Pulver wird auf einen größeren Gezeitentümpel gestreut. Es verteilt sich als feiner künstlicher Staubfilm über dessen Wasseroberfläche. Sobald der Futterstaub die in ihren Wohnlöchern am Tümpelrand ruhenden Tiere erreicht, löst er bei ihnen das „Abweide“-Verhalten aus. Besonders in einer Naheinstellung ist die rasche Bildung roter Nahrungswürste auf den hellen oralen Armsciten gut zu sehen. In einem weiteren Versuch wird das gleiche Verhalten bei einem Einzeltier ausgelöst, dessen Wohnplatz schon soweit trocken gefallen ist, daß es die Arme in der verbliebenen Wasserpfütze zwar noch umdrehen, jedoch keine koordinierten Pendelbewegungen damit ausführen kann.

Fressen vom Boden

Ein Tier rupft vor seiner Wohnhöhle mit einem Arm Algenbewuchs ab. Auf seinem körpernahen Abschnitt transportiert der gleiche Arm mit den Füßchen Kotpartikel vom Körper fort nach außen. Die Transportrichtungen können auf den einzelnen Armabschnitten zu gleicher Zeit entgegengesetzt sein. In der folgenden Einstellung sammelt ein anderer Arm des gleichen Tieres Futter vom Boden ab. Dabei zufällig mit aufgenommenen unbrauchbaren Partikel werden abgeworfen. Das Tier war nicht durch künstliche Futtergabe beeinflusst worden.

Die nächste Einstellung zeigt die gleichen Vorgänge, jedoch nach vorheriger Gabe von gefärbtem „Piscidin“-Futter, das sehr attraktiv wirkt.

¹⁾ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

„Abweiden“ der Wasseroberfläche

Die erste Einstellung zeigt eine vollständige „Abweide“-Handlung, zunächst mit einem, dann mit zwei und schließlich mit drei Armen. Der dritte Arm ist kürzer als die anderen (Regenerat), bekommt daher oft keinen Kontakt und schwingt dann unkoordiniert. Nach der Bildung von Nahrungswürsten staut sich das Futter auf den Armen, die Aufnahme wird eingestellt und das Tier zieht sich in sein Versteck zurück. Die folgende Einstellung zeigt das Abweideverhalten eines anderen Tieres. Zuletzt folgen Naheinstellungen, in denen die Bewegungen der Ambulacralfüßchen abweidender Tiere beim Einschleimen, Festdrücken und Weitertransportieren aufgenommenen gefärbter Futterpartikel sowie die Aufnahme der Nahrungsbrocken in die Mundöffnung gezeigt werden.

Literatur

- [1] BUCHANAN, J. B., A re-examination of the glandular elements in the tube feet of some common British Ophiuroids. Proc. zool. Soc. Lond. **138** (1962), p. 645—650.
- [2] BUCHANAN, J. B., Mucus secretion within the spines of Ophiuroid Echinoderms. Proc. zool. Soc. Lond. **141** (1963), p. 251—259.
- [3] FONTAINE, A. R., A Comparative Study of the Integumentary Mucous Cells of Ophiuroids. Proc. XVI Int. Congr. of Zool. Washington D. C. 1963 **1** (1963), p. 87.
- [4] FONTAINE, A. R., The Integumentary Mucous Secretions of the Ophiuroid *Ophiocoma nigrum*. J. mar. biol. Ass. U. K. **44** (1964), p. 145—162.
- [5] HYMAN, L. H., The Invertebrates, **4**, Echinodermata, McGraw Hill, New York, Toronto, London 1955.
- [6] KAESTNER, A., Lehrbuch der Speziellen Zoologie, Teil I, Wirbellose, **2**, G. Fischer, Stuttgart 1963, S. 1181—1212, A. 1341—1367.
- [7] MAGNUS, D. B. E., Über das „Abweiden“ der Flutwasseroberfläche durch den Schlangensterne *Ophiocoma scolopendrina* (LAMARCK). Ver. dtsh. zool. Ges. Wien 1962. Zool. Anz. Suppl. **26** (1963), S. 471—481.
- [8] MAGNUS, D. B. E., Gezeitenströmung und Nahrungsfiltration bei Ophiuren und Crinoiden. **4**, Meeresbiol. Symposium in Hamburg 1963. Helgoländer Wissenschaft. Meeresunters. **10** (1964), S. 104—117.
- [9] MAGNUS, D. B. E. und L. VÖLKER, Zur Ökologie und Ethologie des Schlangensterne *Ophiocoma scolopendrina* (LAMARCK) in der Gezeitenzone des Roten Meeres. Zool. Jb. (in Vorbereitung).

- [10] RIEDL, R., Probleme und Methoden der Erforschung des litoralen Benthos. Verh. dtsh. zool. Ges. Wien 1962. Zool. Anz. Suppl. **26** (1963), S. 505—567.
- [11] SMITH, J. E., The structure and function of the tube feet in certain echinoderms. J. Mar. Biol. Ass. U. K. **22** (1937), p. 345—357.
- [12] VEVERS, H. G., Observations on the feeding mechanisms in some echinoderms. Proc. zool. Soc. Lond. **126** (1956), p. 484—485.

Außerdem Film E 490 (Farbfilm, 28 m) der ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAFICA mit zugehöriger Begleitveröffentlichung: *Ophiocoma scolopendrina* (Ophiuroidea) — „Abweiden“ des Staubfilms von der Flutwasser-Oberfläche. D. B. E. MAGNUS, Darmstadt.