

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAFICA

Editor: G. WOLF

E 970/1965

Marthasterias glacialis (Asteroidea) **Laufen**

Mit 4 Abbildungen

GÖTTINGEN 1975

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Marthasterias glacialis (Asteroidea)

Laufen

H.-R. HAEFELFINGER, Basel

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Beobachtet man verschiedene Typen von Seesternen, so ist man immer wieder erstaunt über ihre vielgestaltigen Bewegungsweisen. Trotz des relativ starren, verkalkten Außenskeletts sind die Arme sehr biegefähig. Fortbewegung und, bei verschiedenen Arten, auch Eingraben in lockeres Bodensubstrat können ziemlich rasch erfolgen.

Die verschiedenen Bewegungsformen werden fast ausschließlich mit den Ambulacralfüßchen ausgeführt, die je nach Art stärker oder schwächer, in kleinerer oder größerer Zahl vorhanden sein können. Die Arme der Seesterne (je nach Art 5 bis 12 und mehr) sind bezüglich der Fortbewegung alle gleichwertig, d. h. irgendeiner der Arme kann die Führung übernehmen, also „vorangehen“. Muß die Marschrichtung geändert werden, so ist dazu keine Drehung nötig, sondern ein anderer Arm übernimmt die Führung.

Lange Kontroversen zwischen Wissenschaftlern ergaben sich im Hinblick auf den Einsatz der Ambulacralfüßchen. LAMARCK (1840) und KERKUT (1953) stellten die Behauptung auf, daß sich die Seesterne „vorwärtsziehen“, indem sie sich mit den Saugplatten der Ambulacralfüßchen festhalten und anschließend das ganze Füßchen kontrahiert wird. Auf lockerem Substrat wäre dieser Modus jedoch kaum denkbar. JENNINGS (1907) beobachtete, daß *Astrometis sertulifera* auch über lockere Sandoberflächen gehen kann. Er nahm dabei an, daß die Ambulacralfüßchen als Hebelarm wirken, man müßte also von einem „Schreiten“ sprechen. Schließlich zeigten eingehende Beobachtungen, daß eben beide Theorien richtig sind. Auf horizontalen Flächen werden die Füßchen meist als Hebel eingesetzt, an senkrechten Flächen treten die Saug-

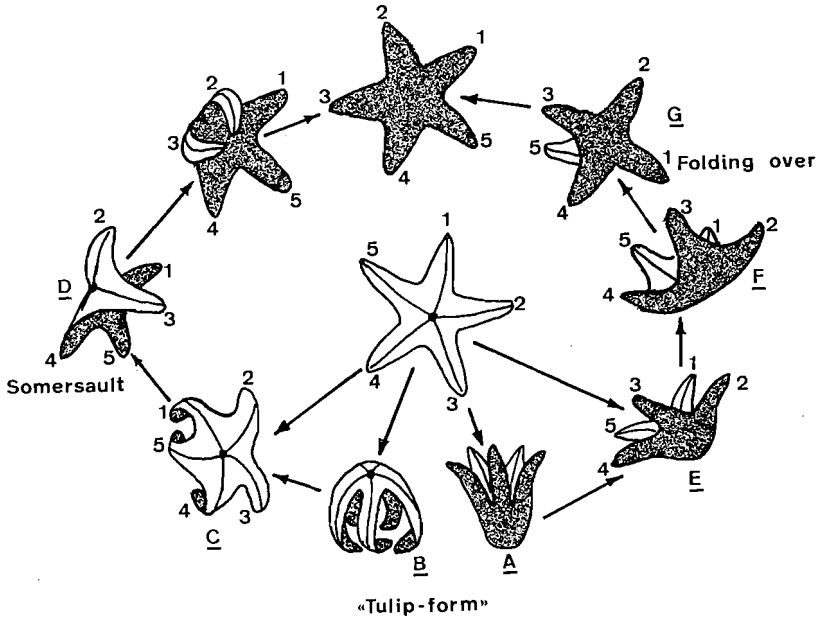
¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 10.

scheiben in Funktion. Allerdings haben nicht alle Seesternarten Saugfüßchen, einige besitzen nur Haftmäntel an den kegelförmigen Enden der Ambulacralfüßchen. Die letzteren Arten können tatsächlich weniger gut klettern und leben häufig in lockerem Substrat (Sand oder Schlamm) eingegraben. Bei Arten mit Saugscheiben kann man die beiden Fortbewegungsmethoden durch folgenden Versuch sehr gut demonstrieren. Hebt man z. B. einen Eisseestern (*Marthasterias glacialis*) rasch von einer waagrechten Unterlage ab, so wird man kaum ein Ambulacralfüßchen abreißen; macht man dasselbe bei einem Exemplar, das sich an einer senkrechten Unterlage bewegt, so reißt eine große Zahl von Ambulacralfüßchen ab, da sie sich eben mit der Saugscheibe angeheftet haben.

Es soll hier nicht auf die ganze Physiologie der Lokomotion eingegangen werden. Genaue Angaben befinden sich in Lehrbüchern, die auch Angaben von Spezialliteratur aufweisen (z. B. BOOLOOTIAN [1]). Das Erstaunliche beim Gehen der Seesterne ist die Koordination der vielen Hunderte von Ambulacralfüßchen. Am führenden Arm bewegen sie sich in radialer Richtung (Arm 1), an Arm 2 und 5 annähernd in tangentialer Richtung (also senkrecht zum Radius), schließlich am Arm 3 und 4 wieder mehr in radialer Richtung. Das bedeutet, daß sich die Füßchen im Prinzip in jedem Winkel zum Armradius bewegen können, darum kann der Seestern ohne Körperdrehung in Sekundenschnelle seine Bewegungsrichtung ändern. Eine einzelne Bewegung des Füßchens dauert rund 20 Sekunden, diese eigenen Messungen decken sich mit den Angaben von MANGOLD (1908), der bei *Asterina gibbosa* Zeiten zwischen 16 und 23 Sekunden gemessen hat. Die Bewegungen der Füßchen in ihrer Gesamtheit sind keinen Gesetzmäßigkeiten unterworfen. Man kann also ein regelmäßiges Davongleiten erwarten. Bei einer Frequenz von 4 B/s zeigt sich jedoch bei *Marthasterias glacialis* (HAEFELFINGER [3]) eine leichte Vertikal-schwankung des Körpers, so daß man beinahe von einem federnden Gehen reden kann. Dieses Zusammenfallen und Hochaufrichten kommt dadurch zustande, daß ein überwiegender Anteil der Ambulacralfüßchen einen ganz bestimmten Kontraktionszustand (oder eine Bewegungsphase) zeigen. Die Filmaufnahmen bestätigen also auch in diesem Punkte die Beobachtungen von MANGOLD. Das Absacken von Eisseestern, die über eine senkrechte Wand kriechen, ist ebenfalls auf diesen Effekt zurückzuführen.

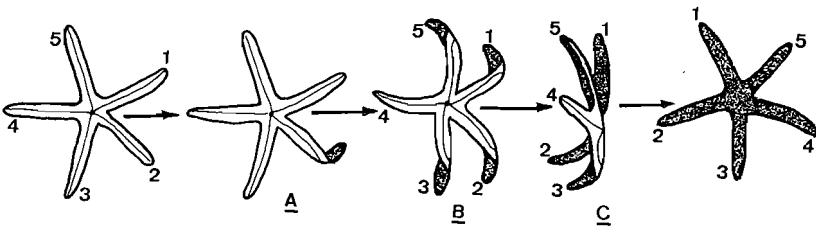
Geraten Seesterne durch irgendwelche äußeren Umstände auf den Rücken, so können sie sich mehr oder weniger behende wieder in die Normalposition zurückdrehen. Der Vorgang ist elegant bei langarmigen Formen, mühevoll und mit Schwierigkeiten verbunden bei kompakten, scheibenförmigen Seestern. Seit jeher haben die Zoologen, insbesondere physiologisch orientierte Forscher, diesem Vorgang große Beachtung geschenkt. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, wenn die Ergebnisse diskutiert würden (Einzelheiten in BOOLOOTIAN [1]). Es sollen

nur die äußerlich beobachtbaren Phaenomene erwähnt werden. Prinzipiell läuft ein Umdrehvorgang folgendermaßen ab: Gerät ein Seestern auf den Rücken, so folgt eine kürzere oder längere Ruhepause (Latenzzeit). Anschließend setzen die Armbewegungen ein, die dazu dienen, Ambulacralfüßchen in Kontakt mit der Unterlage zu bringen. Ein



4. Schematische Darstellung des Umdrehvorgangs

4.I. Bei Seesternen mit relativ kurzen und dicken Armen



4.II. Bei Seesternen mit langen und dünnen Armen

Darstellung modifiziert und ergänzt nach BOOLOOTIAN [1]

zweiter Weg führt über Armbewegungen erst zu einer Schwerpunktverlagerung mit Umkippen und anschließend zu Umdrehbewegungen mittels der Ambulacralfüßchen. Über die physiologischen Grundlagen des Umdrehvorgangs wird in BOOLOOTIAN [1] ausführlich berichtet.

Obwohl gewisse Gesetzmäßigkeiten beim Umdrehvorgang auftreten, ist doch jeder Vorgang eine individuelle Leistung, die einerseits vom Untergrund (horizontal oder geneigt; gewachsener Boden oder lockeres Substrat; glatte Fläche oder aufgeraute Fläche), von physikyischen Bedingungen (ruhiges Wasser oder Strömungen; Wassertemperatur) und vom Körperbau des Individuums abhängig ist.

Die von OHSHIMA (1940) eingeführten Begriffe werden heute in der Literatur allgemein verwendet. Mit ihnen werden typische Grundformen des Bewegungsablaufs charakterisiert. „Tulip-form“: der Seestern faltet (klappt?) die Arme auf der oralen Seite zusammen, so daß eine Art „Blütenkelch“ entsteht (Abb. 1. I. A), oder er krümmt die Arme auf der aboralen Seite zusammen, so daß er auf den Armen „steht“ (Abb. 1. I. B). Direkt oder aus der „Tulip-form“ entstehen die beiden anderen Figuren des „Somersault“ und des „Folding over“. Beim „Somersault“ dreht sich (tordiert) ein Teil der Arme so weit gegen den Untergrund, daß die Ambulacralfüßchen Kontakt mit dem Untergrund bekommen (Abb. 1. I. C und 1. II. A u. B). Immer größere Partien der Arme fassen Kontakt mit der Unterlage, schließlich überkippt (überschlägt — Purzelbaum) sich der Seestern und kommt wieder in die Normallage (Abb. 1. I. D und 1. II. C). Beim „Folding-over“ faltet sich der Seestern so zusammen, daß sich orale Partien berühren (Abb. 1. I. E), schließlich können sich Teile der umgefalteten Arme mittels der Ambulacralfüßchen auf der Unterlage festlegen (Abb. 1. I. F) und sich über den noch umgedrehten Teil hinweg-schieben (Abb. 1. I. G) bis der Seestern in Normalposition liegt. Während des Umdrehens kann der Typus der Bewegung geändert werden, eine einmal eingeleitete Bewegungsfigur in eine andere übergeleitet werden. Sämtliche Figuren und Bewegungsabläufe lassen sich jedoch auf diese Grundfiguren zurückführen.

Zur Entstehung des Films

Technische Daten:

Die Aufnahmen sind im Laboratoire Arago (Banyuls-sur-Mer, Pyrenées Orientales, France) in den Monaten April bis Juni 1963 entstanden.

Es wurde eine Kamera Arriflex 16 mm mit 120 m Kassetten mit einem Agénieux-Zoom Objektiv (17,5 — 70 mm/2,2) eingesetzt. Für Nah-aufnahmen gelangten Vorsatzlinsen zur Verwendung. Die Aufnahme-frequenzen waren 24 B/s (Selbstregelmotor), 8 B/s und 4 B/s (mit Reguliermotor). Als Filmmaterial wurde Eastman-Plus-X-Negativ-Film Typ 7231 verwendet.

Sämtliche Aufnahmen wurden mit Stativ gemacht. Die Seesterne wurden in einem 100-Liter-Aquarium mit Durchflußkühlung gehalten. Die Aufnahmen erfolgten entweder durch die Frontscheibe (waagrechte) oder die freie Wasseroberfläche (senkrechte Kamerastellung). Die Ausleuchtung erfolgte fast ausschließlich nach dem Dunkelfeldprinzip, d.h. reines Seitenlicht mit 3 Jodquarzleuchten zu 800 Watt.

Als mattschwarze Unterlage wurde schwarzes Plexiglas benützt.

Wissenschaftliche Daten:

Marthasterias glacialis (Linnaeus), der Eisseestern (Abb. 1), gehört zur Familie der Asteridae und damit zur Ordnung der Forcipulata, der Zangenseesterne. Die Art lebt im Atlantik (von Nordnorwegen über

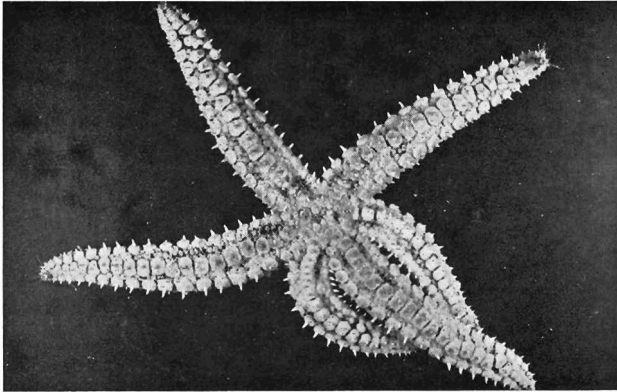


Abb. 2. *Marthasterias glacialis* nach Beendigung eines Umdrehvorgangs (Durchmesser 20 cm)

Island, an der ostatlantischen Küste bis zu den kapverdischen Inseln), sowie im ganzen Mittelmeer. Ihr vertikales Verbreitungsgebiet reicht von der Ebblinie bis zu 100 m Tiefe, gelegentlich sogar noch tiefer. Als Lebensgebiet bevorzugen sie festen, vor allem felsigen Untergrund, zumindest Regionen mit kiesigem Untergrund. Gerne suchen sie auch Felspalten und Überhänge auf. Die Färbung ist sehr variabel, die Oberseite ist olivgrün bis braun, fleischfarben bis rötlich gelb, die Unterseite weiß bis cremefarben. Ausgewachsene Exemplare haben einen Durchmesser von rund 40 cm, gelegentlich bis 80 cm. Die Arme sind sehr beweglich (biegsam). Auf ihrer Oberseite sitzen mehrere Reihen von Warzen, in deren Mitte ein kräftiger Stachel sitzt.

Die Eisseesterne leben räuberisch und richten in Austern- und Miesmuschelkulturen oft großen Schaden an; auch Seeigel werden (Abb. 2), besonders in Aquarien, oft gefressen. Die Asteriden besitzen Saugnäpfe an den Ambulacralfüßchen. Die Saugkraft, die mit der Gesamtheit der Füßchen ausgeübt werden kann, beträgt mehrere Kilopound. Damit sich z. B. eine Muschel unter diesem Zug öffnet, muß diese Zugkraft oft über einige Stunden ausgeübt werden.

Für die Filmaufnahmen wurde ein Exemplar von etwa 10 cm Durchmesser verwendet. Die starken Lichtquellen trieben den Seestern meist ziemlich rasch in die Flucht, er suchte die dunkelste Stelle im Aquarium auf. *Marthasterias glacialis* ist relativ träge. Die Seesterne ruhen oft Stunden bis Tage an der gleichen Stelle, werden sie zu einer Ortsveränderung gezwungen, so werden Geschwindigkeiten bis gegen 20 cm pro Minute erreicht.

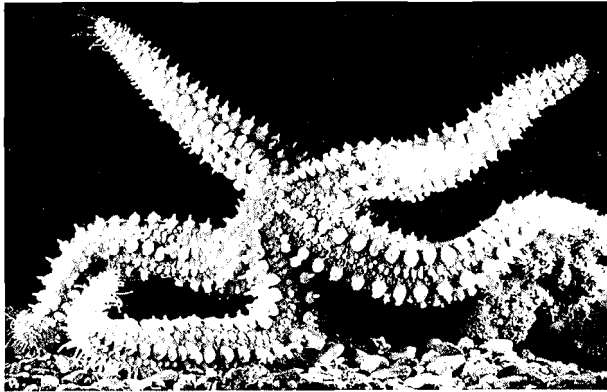


Abb. 3. *Marthasterias glacialis* beim Fressen eines Seeigels

Filmbeschreibung

24 B/s:

1. Übersichtsaufnahme. Durch eine senkrechtgestellte Glasplatte hindurch wird ein Eisseestern beim Gehen beobachtet. Die Bewegungsrichtung ist nicht eindeutig fixiert. Die beiden nach rechts gerichteten Arme haben abwechslungsweise die Rolle des führenden Armes, schließlich übernimmt der obere Arm die Führung.

8 B/s:

2. u. 3. Nahaufnahme, seitliche Ansicht (siehe auch Abb. 3). Der Seestern kriecht auf einer waagrechten Glasplatte und wandert von rechts

her ins Bildfeld. Der führende Arm erscheint zuerst. Deutlich erkennt man die einzelnen Ambulacralfüßchen, die sich ausstrecken, auf der Unterlage festsetzen und den Körper über sich hinwegstemmen. Die Vertikalschwankungen sind gut erkennbar. Verfolgt man einzelne Füßchen während des Bewegungsablaufs, so kann man beobachten, daß mit einiger Sicherheit auch die Saugscheiben in Funktion treten, gelegentlich kommt es zu einem „Losreißen“ der Füßchen.



Abb. 4. Seitliche Aufnahme des führenden Armes.
Die meisten Ambulacralfüßchen sind in der Ausstreckphase

4. Nahaufnahme, seitliche Ansicht wie 2. und 3. Während des Vorbeiwanderns wechselt der führende Arm, der Seestern beginnt an der hinteren Aquarienwand hochzukriechen.

4 B/s:

5. Übersichtsaufnahme. Der Eisseestern wird mit der Dorsalseite nach unten auf eine horizontale Glasplatte gelegt. Der mittlere der nach rechts gerichteten Arme setzt seine Ambulacralfüßchen auf der Unterlage fest, und langsam kippt der Körper um diesen Arm wieder in Normallage. Gleich nach dem Umdrehen kriecht der Seestern nach links fort.

6. Übersichtsaufnahme. Umdrehen eines Eisseesternes auf Sandboden. Erst krümmen sich alle Arme nach oben zusammen („tulip-form“). Nach einem leichten Ausbreiten setzen sich nacheinander die zwei nach rechts gerichteten Arme auf der Unterlage fest und lassen den Körper nach rechts in Normallage überkippen. Dauer der Umdrehvorgänge jeweils 2—2½ Minuten.

Literatur und Filmveröffentlichung

- [1] BOOLOOTIAN, R. A.: Physiology of Echinodermata. Interscience Publishers. New York-London-Sydney 1966, 822 p.
- [2] DIEBSCHLAG, E.: Ganzheitliches Verhalten bei einigen See- und Schlangensterne. Verh. dtsch. zool. Ges. **38** (1936), 150—157.

-
- [3] HAEFELFINGER, H.-R.: *Astropecten spinulosus* (Asteroidea) — Bewegungsweisen. Film E 969 der Enc. Cin., Göttingen 1965.
Weitere Literaturangaben in BOOLOOTIAN [1].

Anschrift des Verfassers:

Dr. H.-R. HAEFELFINGER, Naturhistorisches Museum, CH-4051 Basel, Augustinergasse 2.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1965 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 54 m, 5 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1963 an dem Laboratoire ARAGO in Banyuls-sur-Mer, Pyrénées Orientales, France. Veröffentlichung aus dem Naturhistorischen Museum, Basel, Dr. H.-R. HAEFELFINGER. Bearbeitet und veröffentlicht durch das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H. KUCZKA.

Inhalt des Films

Der Film zeigt das Gehen von *Marthasterias glacialis* auf einer Glasplatte, den Umdrehvorgang auf glatter Fläche und auf Sandboden.

Summary of the Film

The film shows the locomotion of *Marthasterias glacialis* on a pane of glass, the righting movements on a polished surface and on sand.

Résumé du Film

Le film montre les mouvements de marche de *Marthasterias glacialis* sur une vitre, le redressement sur fond lisse et fond de sable.