

der erzwungenen Lokomotionsbewegungen grösser, vorausgesetzt, dass der Impulsabstand gross genug bleibt, um zwischen zwei Impulsen eine kompensatorische Gegenbewegung zuzulassen. Dieser Zeitabstand schwankt mit Art und Grösse des Fisches, woraus sich auch die Beobachtung der «optimalen Fangfrequenzen» erklärt.

O. KUHN, J. SCHULZE und D. SPIEKER

Zoologisches Institut der Universität Köln, den 23. Mai 1955.

Résumé

Nous avons pu montrer, en bloquant le système nerveux périphérique par une méthode opératoire ou au moyen de substances pharmacologiques (spécialement du curare), que la réaction de position typique des poissons aux champs électriques est déclenchée par une excitation directe des muscles correspondants. La réaction la plus forte s'observe lorsque l'axe sagittal des animaux est perpendiculaire à la direction du champ. Chez des animaux narcotisés ou privés du système vestibulaire, de même que chez les Soles et quelques autres poissons, les lignes de force du champ devraient donc être verticales pour déclencher une réaction galvanotactique semblable. Nous savons en effet par l'anatomie et par la physiologie des mouvements qu'aucune réaction galvanotactique ne peut résulter de contractions du ventre et du dos. Le «Tetrodon», dont la nage n'est pas commandée par les groupes musculaires du tronc, ne manifeste aucune réaction galvanotactique.

DISPUTANDUM

**Die Augenstielbewegungen der Languste
(*Palinurus vulgaris*)**

Im Zuge der in dieser Zeitschrift begonnenen Diskussion über die optomotorischen Reaktionen und die Unterscheidung aktiv und passiv bedingter Sinnesreizung haben v. BUDDENBROCK und Mitarbeiter darauf hingewiesen, dass *Carcinus maenas* auch bei aktiver, unbehinderte Spontandrehung um die Hochachse kompensatorische Augenstielbewegungen zeigt¹. Die Autoren bezeichnen diese Augenbewegungen als «optomotoric reactions» – also optisch ausgelöste Reaktionen –, obwohl sie gleichzeitig feststellen mussten, «dass ein Rest der kompensatorischen Bewegungen auch nach Blendung bzw. in homogener Umgebung bestehen bleibt»². Sie lassen es dahingestellt sein, ob dieser Rest auf nichtoptischer Reizung beruht (Erregung der Statocysten, Strömungsreize) oder aber intrazentral bedingt ist im von uns suggerierten Sinne³.

Beobachtung und Filmaufnahmen der Languste (*Palinurus vulgaris*) – ein für diese Zwecke durch Körpergrösse, ruhige Bewegungsweise und günstigere Lagerung der Augenstiele geradezu ideales Objekt – haben

unsere Erwartung einstweilen bestätigt. Ein und dasselbe Versuchstier wurde abwechselnd sehend und geblendet bei der Ausführung von Spontandrehungen um die Hochachse beobachtet und gefilmt (16-mm-Kodak-Kamera). Die Blendung geschah mit Gummischlauchstückchen, die mit einem Korkstopfen verschlossen wurden (Abb. 1). Sowohl die Beobachtung des Tieres als die Auswertung der zahlreichen Filmaufnahmen (Fehlergrenze etwa 1 Winkelgrad) ergab beim sehenden und blinden Tier übereinstimmend wesentlich gleiche kompensatorische Augenstielbewegungen. Ein Beispiel für das Verhalten des blinden Tieres ist in Abbildung 2 graphisch dargestellt; man sieht das charakteristische rückweise Vorschnellen beider Augenstiele in der Drehrichtung und das Festhalten dieser Lage im Raum, während das Tier sich kontinuierlich weiterdreht. Die Kurve könnte ebensogut von einem sehenden Tier stammen. Das Ergebnis zeigt, dass die Augenstielbewegungen bei spontaner Drehung keine «optomotorischen Reaktionen» sind¹.

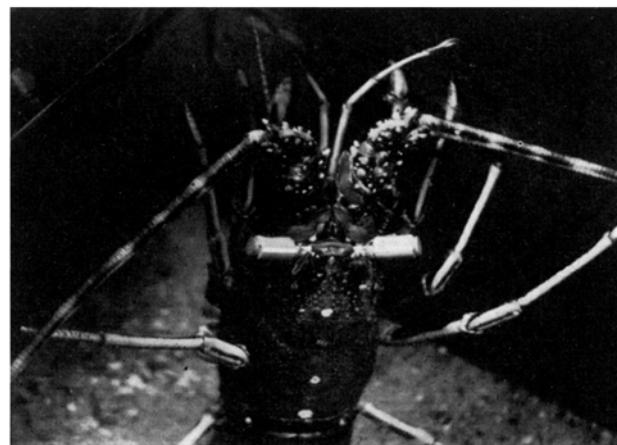


Abb. 1. Blendung der Languste durch Aufstecken von Gummischlauchstückchen auf die Augenstiele und Verschluss mit Korkstopfen.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die kompensatorischen Augenbewegungen des blinden Tieres etwa durch nichtoptische Reize ausgelöst werden. Dazu wurden die Augenstielbewegungen desselben Versuchstieres bei *passiver* Drehung um die Hochachse beobachtet und gefilmt, sowohl sehend als geblendet. Der Krebs befand sich dabei in einem runden Glasgefäß mit Seewasser auf der Drehscheibe. Während das sehende Tier ausnahmslos deutlich ausgeprägte kompensatorische Augenbewegungen (= optomotorische Reaktionen) zeigte, inklusive des rückwärts «Nachhinkens» der Augen, blieben die Augenstiele beim geblndeten Tier in Ruhe, das heißt, sie machten die passiv auferlegte Körpereindrückung in vollem Umfang mit. Hieraus lässt sich folgern, dass die Augenstielbewegungen des sehenden Krebses bei *passiver* Drehung entsprechend rein optisch ausgelöst werden und dass dem Tier kein Sinnesorgan für Drehung oder Wasserströmung zur Verfügung steht, dessen Reizung etwa die kompensatorischen Augenbewegungen bei aktiver Drehung erklären könnte.

An nichtoptischen Sinnesreizen käme somit nur mehr Erregung von Propriozeptoren bei Drehung des Rumpfes in Betracht.

¹ W. v. BUDDENBROCK und I. MOLLER-RACKE, Exper. 9, 191 (1953).
² W. v. BUDDENBROCK, I. MOLLER-RACKE und F. SCHALLER, Exper. 10, 333 (1954).
³ S. DIJKGRAAF, Exper. 9, 387 (1953).

¹ Die Ergebnisse wurden am 30. März 1955 auf der gemeinsam mit holländischen Biologen abgehaltenen 99. Tagung der Society for Experimental Biology in Groningen mitgeteilt und im Film vorgeführt.

ses in bezug auf die Beine in Betracht. Passive Reizung dieser Rezeptoren (Drehung des mit der Hand am Cephalothorax ergriffenen Tieres um die Hochachse, während die Beine Kontakt mit dem Untergrund haben) löste tatsächlich prompt entsprechende kompensatorische Augenstielbewegungen aus. Wir vermuten jedoch hier aus ähnlichen Gründen wie im Falle der optischen Reizung, dass diese Augenbewegungen bei aktiver Drehung *spontane Akte* intrazentralen Ursprungs sind. Für die *schnelle* Phase der Augenbewegung lässt sich letzteres sogar bestimmt behaupten, da sie der Drehung des Tieres häufig vorangeht.

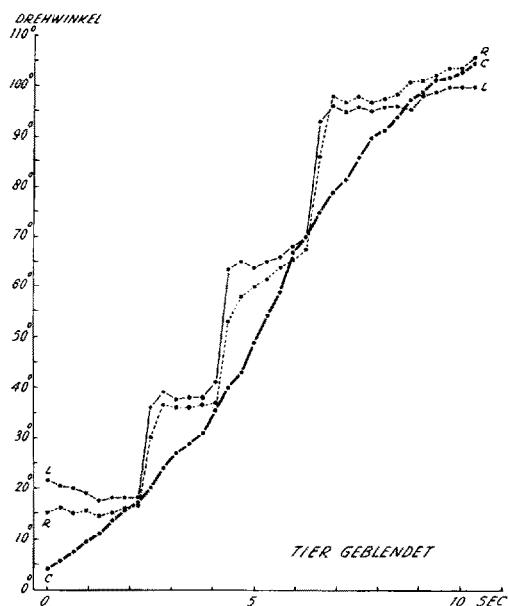


Abb. 2. Kompensatorische Augenstielbewegungen einer geblindeten Languste bei Spontandrehung um die Hochachse nach links um etwa 100°. Jedes 5. Filmbildchen wurde ausgemessen (Aufnahmengeschwindigkeit 16 Bildchen je Sekunde). – *Dicke Linie*: Drehung des Tieres (C = Cephalothorax); *punktierte bzw. dünne Linien*: rechter (R) und linker Augenstiel (L). – Zusammenfallen der C-Linie mit R oder L bedeutet, dass der Augenstiel in diesem Augenblick die (symmetrische) Normalstellung in bezug auf den Cephalothorax einnahm. Der schnelle Schlag der Augenstiele eilt der Rumpfdrehung in unserem Beispiel also jeweils voraus.

Zusammenfassend kann also geschlossen werden, dass die kompensatorischen Augenstielbewegungen der Languste bei Spontandrehung weder «optomotorische Reaktionen» sind, noch durch Rotation an sich oder Strömungsreize ausgelöst werden. Sofern es sich nicht um spontane Akte rein intrazentralen Ursprungs handelt, kämen als auslösende Sinnesreize nur noch Erregungen von Propriozeptoren bei Drehung des Rumpfes in bezug auf die Beine in Frage^{1,2}.

S. DIJKGRAAF

Institut für vergleichende Physiologie der Universität Utrecht, den 3. April 1955.

¹ Es ist klar, dass auch spontane, orientierte Augenbewegungen nur dann zu erwarten sind, wenn das Tier selbst sich in bezug auf die Umgebung irgendwie orientieren kann, etwa auf Grund taktiler und propriozeptiver Sinnesreize aus den Beinen. Das schliesst aber nicht ein, dass auch die kompensatorischen Augenbewegungen direkt von diesen Sinnesreizen ausgelöst und reguliert werden.

² Zum gleichen Ergebnis führten – im Gegensatz zu v. BUDDENBROCK und Mitarbeitern – entsprechende Versuche mit *Carcinus maenas* (Anm. bei der Korr.).

Summary

Palinurus vulgaris shows clear compensatory eye stalk movements when turning actively around a vertical axis. Exactly the same eye stalk movements are observed after blinding of the animal (measurement of film pictures). On passive rotation only the intact animal shows compensatory eye stalk movements (= optomotoric reactions); in the blinded lobster such movements are lacking, except when a torsion of the body with respect to the legs is effectuated (stimulation of proprioceptors). It is suggested that the compensatory eye stalk movements of the actively turning *Palinurus* are no «optomotoric reactions», and possibly no sensory reactions at all; but that they are spontaneous acts originating primarily within the central nervous system.

Lauterzeugung und Schallwahrnehmung bei der Languste (*Palinurus vulgaris*)

Von zahlreichen dekapoden Krebsen ist bekannt, dass sie spezielle Stridulationsorgane besitzen, manchmal nur im männlichen Geschlecht. Auch wurde in vielen Fällen die Erzeugung charakteristischer Lautäußerungen wahrgenommen¹.

Besonders auffallend in dieser Beziehung ist die Languste, *Palinurus vulgaris*. Wohl jedem, der eine Languste ergreift, muss das laute Knarren auffallen, womit das Tier sowohl in der Luft als unter Wasser gegen die unerwünschte Fesselung protestiert². Es knarren sowohl ♂♂ als ♀♀. Langusten bringen derartige Laute gelegentlich auch untereinander hervor, wenn sie sich gegenseitig belästigen. Die Laute klingen etwa wie das Knarren von Leder bzw. einer verrosteten Türangel. Sie werden erzeugt, indem das (in einer vertikalen Ebene drehbare) basale Glied der Antenne auf- und rückwärts bewegt wird. Dabei gleitet ein kleiner, längsgefurchter Polster an der medialen Wand dieses Fühlergliedes (Abb. 1) über eine entsprechend gebogene, glatte Leitfläche an der lateralen Seite des Vorsprungs, der sich am Kopfpanzer zwischen beiden Fühlern befindet (Abb. 2).

Der knarrende Ton entsteht, indem der Polster rhythmisch an der Gleitfläche haftet und verspringt, so dass er sich mit schnellen, kleinen Rucken fortbewegt, deren Frequenz die «Tonhöhe» des Knarrlautes bedingt. Man kann leicht ähnliche Laute erzeugen, wenn man den anfeuchten Finger unter geeignetem Druck über eine Glasplatte gleiten lässt. Für nähere anatomische Einzelheiten sei auf die Beschreibungen des Schallapparates von MÖBIUS³ und besonders von PARKER⁴ verwiesen.

¹ Siehe u.a. H. BALSS, Naturwiss. Wochenschr. [N.F.] 49, 697 (1921). – Eine *Maja squinado* produzierte mehrmals täglich ein lautes, sonores Knurren durch Reibung der Mandibeln aneinander, auch ohne dass das Tier etwas zum Fressen hatte. Richtige Kaugeräusche und andere akzidentell erzeugte Laute treten bei den gepanzerten Krebsen selbstverständlich häufig auf. Nach P. VOLZ, Z. Morph. Ökol. Tiere 34, 272 (1938), wäre auch das laute «Knallen» der Alpheiden als akzidentell erzeugtes Geräusch aufzufassen, obwohl die Begründung dieser Auffassung nicht überzeugend ist.

² In Venedig heißt die Languste bezeichnenderweise «Grillo di mare».

³ K. MÖBIUS, Arch. Naturgesch. 33 (1. Bd.), 73 (1867).

⁴ T. J. PARKER, Proc. Zool. Soc. London 1878, 442.