

fes 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*.

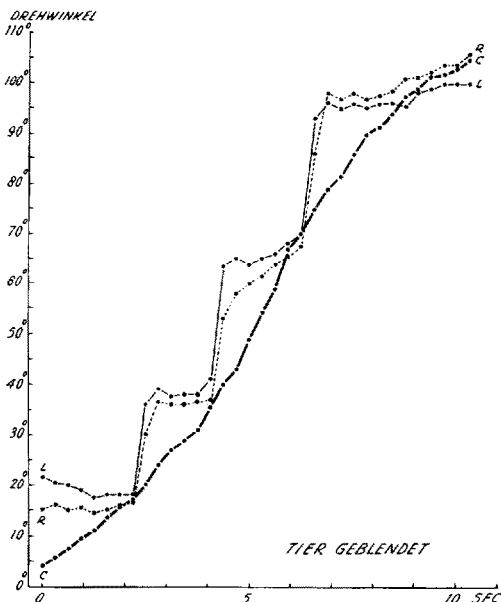


Abb. 2. Kompensatorische Augenstielbewegungen einer geblendeten Languste bei Spontandrehung um die Hochachse nach links um etwa 100°. Jedes 5. Filmbildchen wurde ausgemessen (Aufnahmegeschwindigkeit 16 Bildchen je Sekunde). – Dicke Linie: Drehung des Tieres (C = Cephalothorax); punktierte bzw. dünne 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. BUDENBROCK 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 angefeuchteten 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 (I. Bd.), 73 (1867).

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

der MÖBIUS' fehlerhafte Deutung berichtigte und gute Abbildungen bringt.

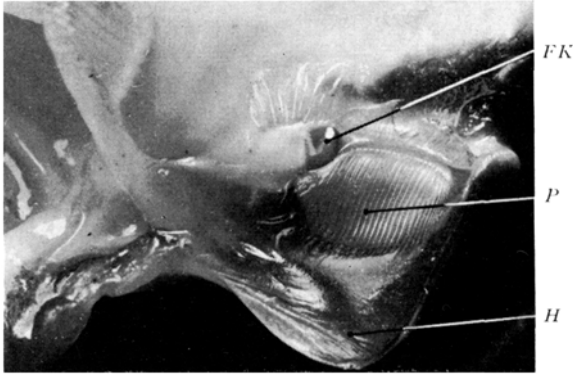


Abb. 1. Gefurchter Polster *P* am Basalglied der rechten Antenne von *Palinurus vulgaris*. Er wird bei der Tonerzeugung in Richtung der Furchen über die Gleitfläche am Kopfpanzer bewegt (unter Druck gegen dieselbe), wobei die frei vorstehende Hautfalte *H* vorangeht. *FK* Führungsknopf, der in einer seichten Rinne der Gleitfläche läuft.

Die Produktion der Langustenlaute legt den Schluss nahe, dass die Tiere diesen Schall auch wahrnehmen können. Soviel mir bekannt ist, ist jedoch bisher weder bei der Languste noch bei irgendeiner anderen Krebsart einwandfrei Schallempfindlichkeit festgestellt worden, es sei denn, man will die von HENSEN u.a.¹ dargebotenen Druckstöße und andere grobe Erschütterungen als Schallreize bezeichnen. Ich war daher überrascht, als

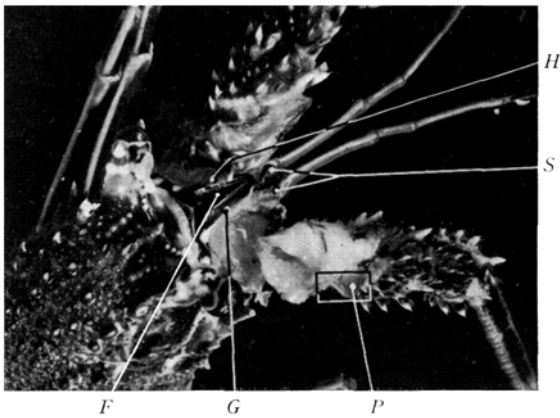


Abb. 2. Kopf der Languste, etwas schief von oben gesehen. Rechte Antenne im Basalgelenk gelöst und etwa 90° nach aussen ungeklappt. *P* Polster, in Abbildung 1 vergrößert wiedergegeben, *F* Fortsatz am Kopfpanzer, der rechts und links seitlich die Gleitflächen *G* trägt. Beim linken Fühler (*in situ*) sieht man die Hautfalte *H* dem Oberrand der Gleitfläche aufliegen. *S* Statocysten im Basalglied der Antennulae.

eine frisch gefangene Languste, die zu anderen, bereits eingewöhnten Artgenossen in ein Becken gesetzt worden war, schöne Schallreaktionen zeigte! Das Tier (ein ♂) war äusserst aufgeregt; es hatte eben erst einem sich nähernden ♀ mit den Mandibeln ein Bein zerquetscht, an dem es in wilder Erregung auf dem Rücken liegend noch weiterbiss, als es das ♀ längst autotomiert hatte. Bei Auseinandersetzungen mit anderen Beckeninsassen knarrte es auch wiederholt mit einem oder beiden Fühlern. Schliesslich sass es, immer noch aufgeregt, in seiner Ecke und drohte jedem, der ihm zu nahe kam.

Ich legte nun vorsichtig ein rundes Glas von aussen gegen die Seitenwand des Beckens (ein rechteckiger

Eternitbehälter von 60 × 100 cm, Wassertiefe 40 cm, Wanddicke etwa 12 mm) unterhalb der Wasseroberfläche und erzeugte mit dem angefeuchteten Finger einen dem Langustknarrlaut ähnlichen Ton. Er wurde prompt durch eine «Schutzbewegung» der einen Antenne beantwortet (die Antennengeisseln hatte das Tier abgeworfen, es handelt sich also um Bewegungen des Antennenschaftes). Auch der zweite Ton löste sofort eine Antennenreaktion aus, und beim dritten Ton *antwortete das Tier* – ebenso prompt – *mit einem Knarrlaut*, der beständig ähnlich klang! Optische Reizung spielte nicht mit; das Tier konnte nur meinen Kopf sehen, dessen Bewegungen keine Reaktionen hervorriefen. Die Schallreaktion konnte dann anscheinend beliebig oft hervorgerufen werden. Die Reaktionen bestanden immer in einer sofort erfolgenden Senk- oder Hebebewegung einer oder manchmal auch beider Antennenschafts, die zwischendurch nicht bewegt wurden; auch antwortete das Tier noch ein zweites Mal mit einem Knarrlaut.

Bei diesen Versuchen achtete ich besonders darauf, dass keine gröbere Erschütterung erzeugt wurde. Das schwere Becken stand unbeweglich aufgestellt; das Glas ruhte ebenfalls unbeweglich gegen die Beckenwand. Die Reaktionen erfolgten auch dann gleich gut, wenn der Finger ganz leicht am Glas entlang gestreift wurde, so dass seine Bewegung frei in der Luft begann und endete. Die Empfindlichkeit des Tieres war, besonders am Anfang, ganz erstaunlich. Die Tonhöhe ist bei dieser Art der Erzeugung von Fall zu Fall verschieden und schwer genau zu bestimmen; es wurden aber auch Töne beantwortet von wesentlich höherer Frequenz, als es dem Knarren der Langusten entsprach.

Da ich fürchtete, das Tier würde nicht lange akustisch reizbar bleiben – bei anderen Langusten bekam ich auf derartige Schallreize keine eindeutige Reaktionen –, entfernte ich ihm durch Abschneiden an der Basis beide Antennulen mit den Statocysten. Kurz nachher reagierte das Tier auf den Fingergleitton so gut wie zuvor. Die Schallwahrnehmung muss also mit anderen Sinnesorganen erfolgen.

Man könnte zunächst an taktile Reizung denken, etwa Wahrnehmung der Schallschwingungen des Beckenbodens. Leider konnte ich diese Möglichkeit nicht mehr experimentell prüfen. Denn die betreffende Languste reagierte am nächsten Tag zwar noch auf den Schall, aber viel weniger empfindlich und vor allem nicht mehr regelmässig, womit weitere Versuche zwecklos erschienen. Da aber in der Natur Übertragung der Knarrlaute durch Bodenschwingungen kaum in Frage kommt, halte ich es für wahrscheinlich, dass die Schallwahrnehmung direkt vom Wasser aus erfolgte. Ob man von einem Gehörsinn der Languste sprechen darf, hängt davon ab, ob sich in Zukunft *spezielle* Schallrezeptoren werden nachweisen lassen¹.

S. DIJKGRAAF²

Aus der Zoologischen Station Neapel, den 23. Mai 1955.

Summary

The sounds produced by the Spiny Lobster, *Palinurus vulgaris*, and their origin are briefly described. One animal reacted clearly to similar artificial sound stimuli, in some cases even "vocally". Elimination of both statocysts had no influence on these reactions.

¹ Anmerkung bei der Korrektur: R. LINDBERG, ein Schüler BULLOCKS, beobachtete bei Tauchversuchen im Freien Reaktionen amerikanischer Langusten der Art *Palinurus interruptus*, wenn ein in der Hand gefangengehaltenes Exemplar knarrte (briefl. Mitt. von Prof. BULLOCK; vgl. auch Exper. 9, 435 [1953]).

² Institut für vergleichende Physiologie der Universität Utrecht, Holland.

¹ V. HENSEN, Z. wiss. Zool. 13, 1 (1863).