

richtung – etwa geradeaus – stimmt nicht mit der tatsächlichen überein. Die Rechtskrümmung seiner Bahn ist eine typische Zwangsbewegung. Sie ist dem Käfer infolge der ihm auferlegten Einäugigkeit offenbar ebenso unbemerkt aufgezwungen wie die Krümmung der Bahn bei *Carcinus* durch die runde Glasschale.» Hierzu ist zu bemerken, dass eine Krümmung der Bahn infolge der Einäugigkeit ja nur in der einfarbigen Trommel zu bemerken ist, aber nicht in der gestreiften. In dieser läuft der Käfer, wie unsere hier nochmals wiedergegebene Abbildung zeigt, zunächst völlig ungestört geradeaus. Erst nach einiger Zeit wird das Tier durch eine unsichtbare Gewalt nach links herumgerissen. Wir hoffen damit, auch für diesen zweiten Fall den Einwand DIJKGRAAFS widerlegt zu haben.

3. Die Libellenlarve. Die Arbeit von TONNER (1937) über die Libellenlarve nimmt unseres Erachtens einen besonders hohen Rang ein, weil hier zum ersten Male experimentell nachgewiesen wurde, dass das sich bewegendes Tier auf die durch die Eigenbewegung entstehenden retinalen Bildverschiebungen reagiert. DIJKGRAAF führt auch hier ins Feld, dass das Tier, das sich an einem langen Hebelarm im Kreise bewegt, nicht frei beweglich ist, sondern Zwangsbewegungen macht, die es gewissermaßen selbst nicht als aktive Leistung anerkennt. Nachdem wir bei *Carcinus* und bei *Calandra* gezeigt haben, dass das völlig freibewegliche Tier bei Eigenbewegung optomotorische Reaktionen zeigt, halten wir es für überflüssig, nochmals auf dieses Problem einzugehen.

W. V. BUDDENBROCK und
INGRID MOLLER-RACKE

Zoologisches Institut der Universität Mainz, den 5. März 1953.

PRO EXPERIMENTIS

Laboratory Experiments with the Herring, *Clupea harengus*

The capture, transport and keeping of herrings is generally believed to cause great difficulties. Using a special net (Fig. 1) we were able to catch several hundred young herrings (*Clupea harengus*, 2–12 cm long). The corner of the net without holes in the plastic walls is used as gutter, through which the captured herrings are poured out with the remaining water into the wicker-bottles (orifice width 10–12 cm, capacity 60 l) in which they are transported. Under favourable conditions, only an occasional floating scale indicates that injuries to the skin, which are probably the main reason for the usual mortality of herrings in captivity, are being fairly well avoided. The animals were caught in collaboration with the local herring-fishery in the Eastern Scheldt some tens of kilometers from Bergen op Zoom in the South-West of Holland. There, in the shallow coastal waters between the isles of Tholen and Zuid-Beveland (drowned land for centuries), large V-shaped palisades are placed with the open side of the "V" directed towards the ebb-tide current. As the tide falls, the denser and denser crowding at the other end of the "V" finally enables one to capture the animals there.

The smooth inner surface of the ordinary aerated transport bottles is a guard against injuries caused by the heavy jolting during transport by car over 120 km to the laboratory at Utrecht. There the herrings are kept

in normal aquaria containing from $\frac{1}{2}$ to 2 m³ of aerated seawater and fed with beef, *Daphnia*, *Enchytraeus*, *Calliphora* larvae, etc. Quite large pieces of meat (5 × 20 mm) may be taken and swallowed by herrings of 10–12 cm. Under these conditions mortality was negligible during the 5 months of captivity, except for an epidemic disease killing all the inhabitants (some 120) of one basin within 4 days, about 6 weeks after capture.

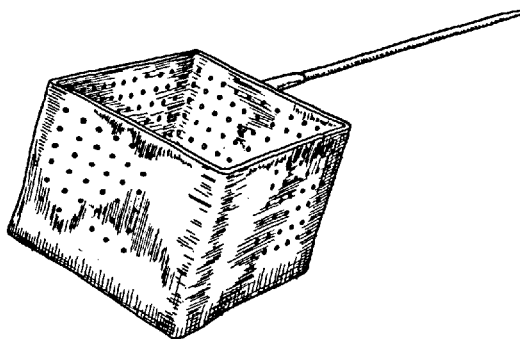


Fig. 1.

The animals were collected mainly for experimental studies concerning labyrinth functions and the sense of hearing. Preliminary results of these studies and some observations regarding feeding, shoaling and related problems will be briefly summarized. A detailed account will be given elsewhere.

As has been shown by VON FRISCH, the sense of hearing in certain teleost fishes is localised in the pars inferior of the labyrinth (sacculus and lagena), whereas the utricle plays no part in this connection¹. Recent, though not quite conclusive investigations have given similar results for sharks². Nevertheless there are some indications for an acoustic function of the utricle as well³. In the *Clupeidae* certain anatomical data point quite clearly towards this latter fact and, moreover, indicate a marked acoustical sensitivity of the animals⁴.

The sound producing device, used in our training experiments, consisted of a sine-wave generator, an automatically working click-free switch and an underwater speaker. Neither food nor a mechanical shock, however, appeared to elicit clear and unequivocal responses. For the present, the assumption of sound perception up to 400 cycles at medium intensity seems justified. It is the peculiar behaviour of our herrings rather than lack of sensitivity for sound, which underlies these poor results, as may be concluded, for instance, from the absence of almost any trace of tameness after having lived in the aquarium for about 5 months. The performance of all the normal actions accompanying the daily feeding, but leaving out food, only seems to frighten them. Moreover, as other experiments have revealed, the herrings rely mainly upon their eyes, while elimination, otherwise so helpful in sound conditioning, is anything but an easy matter. Consequently, further quantitative as well as qualitative studies will require specially designed techniques.

Our herrings—even larvae of 2–3 cm long—behaved definitely as preying animals. The prey is detected and

¹ K. V. FRISCH, Biol. Rev. 11, 210 (1936).

² T. VILSTRUP, Structure and Function of the Membranous Sacs of the Labyrinth (Ejnar Munksgaard, Copenhagen, 1951).

³ S. DIJKGRAAF, Exper. 8, 205 (1952).

⁴ T. A. WOHLFAHRT, Z. Morph. Ökol. 31, 371 (1936).

located mainly (if not exclusively) by eye-sight. Passive and indiscriminate filter-feeding is certainly not the predominant feeding mechanism in the herring, as is occasionally believed. Herrings, normally swimming close together in a shoal (Fig. 2) immediately break ranks and swim criss-cross while being fed and eating. When frightened the ranks are closed again. Similar behaviour has been observed in the natural habitat¹. Another factor influencing the shoaling behaviour is the intensity of light. With gradually decreasing light intensity, first the shoal breaks up while eating still goes on; then eating stops while obstacles are still perceived with the eyes.

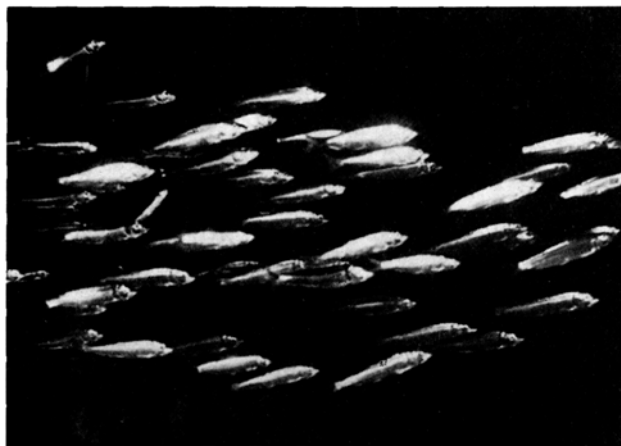


Fig. 2.

This led to a series of experiments on the question of obstacle perception. It turned out that even single swimming herrings dislike to pass through the approximately body-length wide openings of a cross barrier consisting of a palisade of vertical glass rods or cellophane strips. This keeping at a distance from obstacles might be related to the delicacy of the skin. By the use of translucent and black or coloured obstacles, it could be seen that obstacle perception again is mainly optical, even at very low light intensities. This may account for the efficiency of the palisades in the above-mentioned herring-fishery during night time. The function of the lateral line canals with their extreme ramification in the head of the Clupeids² cannot be established from the evidence at hand.

A phenomenon possibly related to feeding, as well as to light intensity, is the well-known diurnal vertical migration of the herring. This migration may be caused partly by active pursuit of prey animals such as *Calanus finmarchicus*, which show such vertical migrations themselves under the influence of changing light intensity. A more direct correlation between the vertical migration of the herring and the light intensity may also exist, as not very young herrings are negatively phototactic. We have seen in our aquaria a transition from positive into negative phototaxis in herrings of about 10 cm long.

The echo sounder has revealed that these vertical migrations—including important pressure changes—can be performed within relative short spaces of time. In this respect the direct communication of the swimbladder with the surrounding water by means of an opening at

the caudal end is of interest. The pneumatic duct as well as the joining part of the stomach show peculiar constructions. Evidently gas-passage is no longer possible. Under artificial pressure reduction at a rate of 40 mm Hg/min a sprat (*Clupea sprattus*) released some gas-bubbles from this caudal opening of the swimbladder after about 70 s. The significance of this substitution of the wellknown gas-spitting reflex of the other Physostomes is not yet clear.

F. J. VERHEIJEN

Laboratory of Comparative Physiology, University of Utrecht, March 9, 1953.

Zusammenfassung

Fang, Transport und Haltung von Heringen werden allgemein als ein recht schwieriges Problem betrachtet, Haltung in Inlandaquarien geradezu als aussichtsloses Beginnen. Es stellte sich jedoch heraus, dass die fatale Verletzung der zarten Haut, erkennbar an den zahlreichen, losgelösten Schuppen, durch Verwendung geeigneter Fang- und Transportgeräte vermieden werden kann. Die gefangenen Jungheringe leben seit über 5 Monaten im Inland in normalen Seewasseraquarien; die Fütterung bietet keinerlei Schwierigkeiten, und die Sterblichkeit ist unbedeutend. Es werden einige vorläufige Ergebnisse von Versuchen über den Gehörsinn, die Futteraufnahme, die Hindernismeidung und die Bedeutung der hinteren Schwimmblasenöffnung der Heringe mitgeteilt.

Mikrochemischer Nachweis von Triterpenoiden mittels der papierelektrophoretischen Methode

Über den mikrochemischen Nachweis von Triterpenoiden haben wir schon früher berichtet¹. Wir möchten hier eine neue Methode zum Nachweis von Triterpenoiden durch Papierelektrophorese vorschlagen.

Nach der von uns mikrochemisch modifizierten Sobel-schen Methode², wobei Steroide mit Pyridin-Schwefeltrioxyd behandelt werden, kann man Steroidbisulfate in kurzer Zeit leicht herstellen. Mit dieser Methode lassen sich auch Triterpenoide zu Triterpenylbisulfaten umwandeln, um diese durch die Papierelektrophorese voneinander zu trennen.

Nachdem eine Startlinie in der Mitte des 1 cm breiten, 40 cm langen Filterpapierstreifens (Toyo-Filterpapier Nr. 50) gezogen worden ist und die gesättigte Chloroformlösung von Triterpenylbisulfaten oder Bisulfaten, die man zuvor in oben erwähnter Weise aus den Extrakten der triterpenoidhaltigen Pflanzen herstellte, in geringen Mengen darauf aufgetupft worden ist, verwenden wir die Papierelektrophorese mit konstanter Spannung. Als Elektrolyt benutzen wir zum Beispiel die obere Schicht der durchgeschüttelten Mischung der Volumportionen «Butanol : Wasser : Eisessig = 5 : 4 : 1». Es wurde von uns erstmals gefunden, dass der Gebrauch dieser organischen Lösungsmittel sich nicht nur in der Papierchromatographie, sondern auch in der Papierelektrophorese gut bewährt. Nach einigen Stunden trockneten wir die Papierstreifen und behandelten sie nach der Methode, die von WETTSTEIN zum Nachweis der Steroide benutzt worden ist³, nämlich 5 oder 10 min

¹ B. ULRICH, Fischereiwelt 3, 164 (1951).

² T. A. WOHLFAHRT, Z. Morph. Ökol. 33, 381 (1937).

¹ T. KARIYINE und Y. HASHIMOTO, Exper. 9, 136 (1953)

² J. biol. Chem. 381 (1936).

³ R. NEHER und A. WETTSTEIN, Helv. chim. Acta 35, 276 (1952)