

C. HERBERT HURST. **Biological Theories IV. Supposed Auditory Organs.** *Natural Science* (London and New York). Vol. II. Mai 1893. S. 350.

— **Biological Theories V. Suggestion as to the true functions of Tentaculocysts, Otocysts and Auditory Sacs.** *Ebda.* June 1893. S. 421.

Drei Gruppen von Erscheinungen scheinen bisher ungenau unterschieden worden zu sein: die Otocysten der Mollusken und Krustaceen, die Gehörssäcke der Hummer und Krebse und die Hörhaare anderer Krustaceen. HURST knüpft an ein Experiment HENSENS an, der die Hörhaare einer Mysis unter dem Mikroskop beobachtete, während zugleich eine Scala gespielt wurde; da bei manchen Tönen die Hörhaare in lebhaftere Bewegung gerieten, schloß er, daß sie auf Tonwellen durch Schwingungen specifisch reagieren. Diese Beobachtungen seien von HELMHOLTZ bestätigt, doch verwirft HURST die Schlußfolgerung, sowie die ganze Art des Experiments.

Vor allem sei durch das Experiment nicht erwiesen, daß die Hörhaare auf Töne reagieren, denn auch die Augenwimpern bewegen sich bei Toneindrücken, ohne deshalb auf Töne als solche zu reagieren. Ferner herrsche ein Mißverständnis über den Begriff Tonwelle im Wasser. Eine an ein Aquarium geprefste tönende Stimmgabel erzeuge zwei Arten von Wellen: Wasserwellen an der Oberfläche und Tonwellen im Wasser selbst. Erstere seien eine offenbare Bewegung, letztere mehr eine Verdichtung des Wassers in gewissen Knotenpunkten, und zwar nach allen Richtungen hin, analog der Verdichtung der Luft bei den Luftschallwellen. Wäre das Aquarium durch eine wasserdichte Wand geteilt, so würden die Wellen an der Oberfläche hier stehen bleiben, die Tonwellen aber fortgepflanzt werden. Trotzdem ist die eigentliche Bewegung eines Wasserteilchens bei den Wassertonwellen eine sehr geringe (namentlich im Vergleich zu den Oberflächewellen des Wassers). Sie ist 10000 mal kleiner als bei der Tonluftwelle. Nach Experimenten von Lord RAYLEIGH war die Bewegung eines Luftteilchens geringer, als ein $\frac{1}{1000000}$ eines Zolls, also etwas mehr als ein $\frac{1}{1000000}$ einer Wellenlänge, und dies bei dem Erklängen des Tones f^{IV} einer Orgelpfeife, der auf mehr als eine halbe englische Meile gehört wurde. Nun ist Wasser 10000 mal weniger zusammendrückbar als Luft, folglich wäre bei demselben Tone im Wasser nur eine Bewegung von einem Fünfbillionstel der Wellenlänge erfolgt. Um also die von HENSEN beobachtete Bewegung zu erzielen, müßte eine Wasserwellenlänge vorhanden sein, die nur im atlantischen Ocean vorkommen könnte. Dadurch werde die Ungenauigkeit des Experiments selbst und der Schlußfolgerung trotz der Autorität HENSENS und HELMHOLTZ' offenbar. HURST berechnet: Um eine Bewegung zu erzielen, wie sie HENSEN gesehen haben will, dazu bedürfte es eines Tones von solcher Stärke, daß ihn weder das menschliche Ohr, noch das Mikroskop, noch selbst das Gebäude, in dem der Versuch angestellt wird, aushalten könnte.

Die gewöhnliche Gehörstheorie sagt: Otocyste ist ein Gehörssack, dessen Thätigkeit abhängt von dem Anstoßen der Hörhaare gegen die Otolithen. Daß nun diese Schwingungen oder Stöße durch Tonwasserwellen produciert würden, sei eine physische Unmöglichkeit, denn der

Druck auf das Haar komme von allen Seiten und verhindere eine Änderung des Verhältnisses zwischen Haar und Otolith. Dafs Othocysten, Tentakulocysten als Gehörorgane funktionieren, sei unmöglich (außer sie wären mit einer Höhle in Verbindung, die ein Gas enthält), und Gehörorgane wären überhaupt unnötig bei Tieren wie den Medusen und deren Entwicklung durch Natural-Selektion nicht erklärlich. Was ist also die Funktion dieser Organe? Darauf giebt der 2. Artikel Antwort:

Die Tentakulocysten einer Aurelia werden als kombiniertes Gesichts- und Gehörorgan betrachtet. Aber wenn sie auch lichtempfindlich seien, so seien sie deshalb noch keine Sehorgane, denn dazu gehöre nicht bloß die Möglichkeit, gereizt zu werden (stimulus), sondern auch Empfindung, und dazu Bewußtsein:

Der Zweck als Gehörorgan sei, wie oben bemerkt, durch Natural-Selektion nicht zu erklären, aber auch nicht durch Sexual-Selektion, denn das Tier besitze keine Stimmorgane. (Ich bemerke hierzu, daß das Vorhandensein von Stimmorganen zur Tonproduktion nicht nötig ist; viele Insekten z. B. producieren Töne durch Reibung der Flügel oder der Beine an den Flügeln. Das spielt bei geschlechtlicher Zuchtwahl eine große Rolle.)

Um den Zweck dieser Organe zu erkennen, müsse man die Lebensbedingungen des Tieres kennen. Nach Besprechung derselben kommt HURST zu dem Schlusse, daß die Tentakulocysten der Medusen dazu dienen, das Tier automatisch (ohne Empfindungen entstehen zu lassen) dorthin zu steuern, wo es Gefahren entgeht und am meisten Nahrung findet. Bei Mollusken wäre auch eine Empfindung nicht unmöglich. An der Hand einer ebenso komplizierten, als scharfsinnigen Untersuchung über die Bewegung eines Körpers auf den Wellen versucht nun HURST zu zeigen, wie die Medusen rein automatisch immer in die Zone der größten Sicherheit gebracht werden müssen, ohne daß die Annahme eines Bewußtseins, einer Empfindung und eines Urteiles nötig wäre.

So sehr nun die Kritik der Experimente HENSENS Beachtung verdient, der positive Teil des Artikels über die eigentliche Funktion der „vermeintlichen Gehörorgane“ muß doch Bedenken erregen. Vor allem ist durch HURSTS Beschreibung der Beweis nicht erbracht, daß die Bewegung der Medusen nur automatisch (ROMANES ist bei manchen Medusen zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen *Phil. Transact.* Vol. 166, pag. 272) erfolge, denn der Umstand, daß sich eine Bewegung automatisch erklären lasse, rechtfertigt noch lange nicht die Annahme, daß deshalb noch keine Empfindung dabei mitgespielt habe, er sagt über die Empfindung bloß nichts aus (weder positiv, noch negativ). Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß dieses „automatische Steuern“ ein primitives Hören ist, das sich zu unserem Hören etwa so verhält, wie die Tentakulocysten zum entwickelten menschlichen Gehörorgan. Auch ist HURSTS Untersuchung über die Bewegung eines Körpers auf Wellen sehr wertvoll für Medusen, paßt aber schon weniger für Mollusken und gar nicht für Krustaceen. Über die Funktion der Hörhaare bei den letzteren ist denn auch HURST jeden Aufschluß einfach schuldig geblieben. Die ganze Untersuchung hätte darauf hinauslaufen müssen, zu zeigen, ob

und wie Medusen Mollusken und Krustaceen auf Wassertonwellen specifisch reagieren, und zwar anders reagieren, als auf die gewöhnliche Bewegung der Wellen an der Oberfläche. Dazu, und sobald die Untersuchung von Bewußtsein, Empfindung und Urteil in Frage kommt, ist es allerdings nötig, das Tier als Ganzes zu beobachten, sein Benehmen zu verfolgen, nicht bloß ein einzelnes Organ unter dem Mikroskop. (Ich verweise hier auf die Art, wie GRABER seine erfolgreichen Experimente über das Gehör der Insekten anstellte im *Arch. f. mikrosk. Anat.* Bd. XX). HURST hat aber nur die Bewegung durch Wellen an der Oberfläche untersucht (und das nur bei Medusen), bezüglich des Einflusses der Wassertonwelle macht er lediglich die Bemerkung, daß eine Wechselwirkung von Otolith und Hörhaar durch Schwingungen unmöglich sei. Durch Schwingungen allerdings, aber die größere und geringere Verdichtung des Wassers in den „Knoten“ der Tonwasserwellen kann auch auf das Volumen von Otolith und Hörhaar nicht ohne Einfluß bleiben. Die Wechselwirkung beider wäre somit keine „physische Unmöglichkeit“. Dies insbesondere, wenn man der Forschungen HERTWIGS gedenkt (*Das Nervensystem und die Sinnesorgane des Medusen.* 1878), der gezeigt hat, daß die Otolithen der Medusen in zweifacher Weise angeordnet sind: entweder sie sitzen an der inneren Fläche der Zellmembran fest oder sie fallen in den Bläschenraum und werden durch das Flimmerepithel der Wandung in Rotation versetzt. Beide Arten stehen in einem engen physiologisch-anatomischen Verhältnis. Wie die Wechselwirkung beim Akt des Hörens stattfindet, war für HERTWIG allerdings auch ein Rätsel, aber daß sie unmöglich ist, hat auch HURTS Untersuchung meiner Ansicht nach nicht bewiesen.

WALLASCHEK (London).

HUGO ECKENER. **Untersuchungen über die Schwankungen der Auffassung minimaler Sinnesreize.** *Philos. Stud.* Bd. 8 (1892.) S. 343—387.

EDUARD PACE. **Zur Frage der Schwankungen der Aufmerksamkeit nach Versuchen mit der MASSON'Schen Scheibe.** Ebendas. S. 388—402.

Zur Entscheidung der Frage, ob die bei Auffassung minimaler Sinnesreize bekannten Deutlichkeitsschwankungen einer Abspannung des peripheren Organes zuzuschreiben seien (MÜNSTERBERG), oder auf einer rein physiologischen Ermüdung der nervösen Substanz beruhen (URBANTSCHITSCH) oder endlich in einer Periodicität im Ablaufe unserer psychischen Thätigkeit ihren Grund haben (N. LANGE), liegen hier neue Untersuchungen vor. Da eine eingehende Kritik der diesbezüglichen Theorie MÜNSTERBERGS u. a. ergibt, daß sich eindeutige Resultate mit Gesichtsreizen nicht erzielen lassen, so werden in der ersten Arbeit minimale Gehörsreize, das Ticktack der Uhr, das Geräusch eines dünnen, auf eine leicht schwingende Stahlplatte herabfließenden, Strahles fein gesiebten Sandes, sowie das telephonisch übertragene Geräusch eines schnell gehenden WAGNERSchen Hammers benutzt. Vermittelt des Kymographions wurde der Verlauf der Schwankungen aufgeschrieben. Bezüglich des Sitzes letzterer ergab sich, nachdem durch eine geeignete pathologische Versuchs-