

orientation reactions of the snails. It reveals that whatever factors are regulating the orientation of snails in a constant field participate most significantly in the photic response of the organisms. It has been suggested earlier that the snail orientational response might involve a compass reaction to the fixed directional component of the experimental light source. More recent studies, however, using planarians and eliminating all horizontal directional light cues<sup>7</sup> and further studies with snails in-

volving only compass-direction changes<sup>11</sup> have indicated that a simple compass response to light does not adequately account for the phenomenon. The role of the regulating factors may be so great as to bring about what appear to be qualitative differences in the light response. For example, in Figure 2C within the range of data presented there are controls at all three times of day turning so strongly negatively that the turning of animals associated with them in the asymmetrical field is apparently a negative phototaxis. Furthermore, the ability to account for 50% of the variance in the orientation of snails in asymmetrical light (Figure 2C) in terms of orientation of controls clearly points up the methodological value of having a reference, or base line, such as is provided by the controls in these experiments.

It is also evident from this analysis that phototaxis in *Nassarius* may be remarkably asymmetrical. Roles of physiological asymmetries in various photic responses of animals have been recognized for a number of years<sup>12</sup>. In *Nassarius* the asymmetry is of a labile nature and can be significantly altered by a weak magnetic field. This relationship is currently under investigation.

**Zusammenfassung.** Das Ausmass, in dem sich die Schnecke *Nassarius obsoleta* asymmetrischem Licht zuwendet, ist einer früher beschriebenen Orientierungsreaktion übergeordnet, die selbst bei symmetrischer Beleuchtung eintritt. Außerdem lässt diese Lichtreaktion eine physiologische Asymmetrie erkennen, die durch ein schwaches magnetisches Feld geändert werden kann.

F. H. BARNWELL and F. A. BROWN Jr.

Department of Biological Sciences, Northwestern University, Evanston (Illinois), July 24, 1961.

<sup>11</sup> F. A. BROWN Jr. and H. M. WEBB, Biol. Bull. 119, 307 (1960).  
<sup>12</sup> For a discussion of cases in a variety of organisms see: G. FRAENKEL and D. L. GUNN, *The Orientation of Animals*. Monogr. Anim. Behav. (Oxford 1940).

Fig. 3. Consistency of photic response measured by intra-experiment correlations. Ordinate is average of first ten runs; abscissa, average of second ten runs. A. In earth's magnetic field, black to right. B. In 5-gauss magnetic field, black to right. C. In earth's magnetic field, black to left. D. In 5-gauss magnetic field, black to left. Symbols are same as in Figure 2.

### Form und Zellzahl der akustischen Nervenzentren in der Medulla oblongata von Eulen (*Strigidae*)

Von der Annahme ausgehend, dass die Ausbildung eines nervösen Zentrums in Beziehung zu den darin ablaufenden Prozessen steht, wurden die Kerngebiete im Einstrahlungsbereich des Hörnerven von Eulen untersucht. Der untere Teil der Hörbahn von Vögeln besteht aus dem primären Ggl. cochleare, den sekundären Nucl. magnocellularis und Nucl. angularis sowie dem tertiären Nucl. laminaris. Der letztgenannte Kern wird von den Nuclei magnocellulares beider Seiten mit Fasern versorgt. Ventral von den genannten Zentren liegt der Nucl. olivarius superior, an den vermutlich sowohl sekundäre wie tertiäre Fasern herantreten<sup>1-5</sup>.

Insgesamt wurden 12 Gehirne von 5 Eulenarten histologisch verarbeitet und zum Vergleich auch mehrere Singvogel-Gehirne herangezogen (Tabelle). Nach Serienschnitten von 10 bis 20  $\mu$  wurde die Anzahl der akustischen Nervenzellen bestimmt und 30fach vergrößerte Modelle hergestellt. Auf Grund von Kontrollen wird ein Zählfehler von  $\pm 15\%$  angenommen.

Schon äußerlich lässt das Einstrahlungsgebiet des Hörnerven vor und unter den Kleinhirnschenkeln bei den Eulen eine stärkere Anschwellung als bei tagaktiven

Vögeln erkennen, durch die der 4. Ventrikel eingeengt wird. In Schnitten zeigt sich die starke Ausprägung des dorso-lateral die «Ecke» der Medulla formenden Nucl. angularis, der eine ventrale Längsfalte bildet (Figur). Etwas caudal von diesem Kern tritt auch der Nucl. magnocellularis dorsal an die Außenkante der Medulla heran und zieht dann schräg nach rostro-medial. Seine Hauptmasse liegt im caudalen Abschnitt der Längserstreckung, umgekehrt wie beim Nucl. angularis. Innerhalb des Nucl. magnocellularis wird ein lateraler und medialer Teil durch Grösse und Anfärbbarkeit der Zellen unterschieden.

Auch der Nucl. laminaris ist bei allen Eulenarten sehr umfangreich; die Ausbildung lässt Unterschiede innerhalb der Ordnung erkennen. Bei *Athene* und *Bubo*, die schon in der Dämmerung aktiv werden, liegen die Verhältnisse noch ähnlich wie bei den untersuchten *Oscines*. So finden wir am lateralen Rande der caudalen Kernhälfte eine

- 1 F. BRANDIS, Arch. mikr. Anat. 43, 96 (1894).
- 2 S. R. CAJAL, Trab. Lab. Rech. Biol. Univ. Madrid 6, 195 (1908).
- 3 K. L. CHOW, J. comp. Neurol. 95, 159 (1951).
- 4 G. HOLMES, Trans. Roy. Acad. 32, 101 (1903).
- 5 A. KAPPERS, in *Handb. vergl. Anat. Wirbeltiere* (Bolk, Göppert, Kallius, Lubosch, Berlin und Wien 1934), vol. 2/1, p. 319.

Zellzahlen aus den medullären Kerngebieten des Acusticus von Vögeln («reduziert» auf 100 g Körpergewicht gem.: Zellzahl =  $k \cdot G_{\text{körper}}^{0,17}$ )

Körpergewicht (g)	Nucleus magnocellularis	Nucleus angularis	Nucleus laminaris	Nucleus olivarius superior	Gesamt-Zellzahl	«reduzierte» Gesamt-Zellzahl
<i>Athene noctua</i>	3450	2750	2490	2550	11240	10120
<i>Tyto alba</i>	15760	9960	10020	11830	47570	40950
<i>Asio otus</i>	10810	5060	8340	4460	29280	24360
<i>Strix aluco</i>	11070	5930	6920	4770	28680	22150
<i>Bubo bubo</i>	7890	4980	5070	4310	17950	10100
<i>Pica pica</i>	4460	2870	2500	1850	11690	10280
<i>Corvus corone</i>	5160	4320	2540	2030	13560	10180

Gruppe besonders kleiner Zellen (Pars lateralis). Bei *Asio* setzt eine Faltung ein, die bei *Tyto* fast zu einer Abgliederung der umfangreichen Pars lateralis vom Nucl. laminaris (Pars medialis) führt. Eine ähnliche Differenzierungsreihe gilt für die «obere Olive», die bei *Athene* und *Bubo* nur wenig schärfer von der retikulären Umgebung abgegrenzt ist als bei den Tagvögeln. *Strix* und *Asio* haben relativ umfangreiche und besser definierte Kerngebiete, die bei *Tyto* ihre deutlichste Ausprägung erreichen. Sie stehen allerdings auch bei dieser noch weit hinter denen der Säuger zurück.

Die in der Tabelle aufgeführten Anzahlen von Nervenzellen geben ein quantitatives Mass für die Bedeutung der Kerngebiete bei der Verarbeitung akustischer Nachrichten. Die Schleiereule steht hinsichtlich der Gesamtzellzahl mit Abstand an der Spitze, was in Beziehung zur rein nächtlichen Lebensweise zu bringen ist. Es folgen Waldohreule und Waldkauz, während Uhu und Steinkauz ähnliche Werte wie Krähe und Elster ergeben. Beim Vergleich von Nucl. magnocellularis und Nucl. angularis mit den (ebenfalls sekundären) Nuclei cochleares vom Rhesusaffen (ca. 90 000 Zellen nach CHOW<sup>3</sup>) steht die Schleiereule um mehr als das Dreifache, der Uhu um das Sechsfache zurück.

Schon LAPIQUE<sup>6</sup> hat gezeigt, dass das Gehirngewicht von Vögeln nach der Gleichung  $G_{\text{gehirn}} = k \cdot G_{\text{körper}}^{0,56}$  vom Körpergewicht abhängt; entsprechendes gilt für die

Trommelfellfläche und die Schneckenlänge<sup>7</sup>. Daher wurde eine ähnliche Beziehung auch für die Zahl der Nervenzellen erwartet. Wir haben den Gewichtsexponenten für die Gesamtzellzahl von *Athene* und *Bubo* sowie von *Pica* und *Corvus* berechnet und 0,169 bzw. 0,161 erhalten, statt der erwarteten 0,56. Auch Ausdehnung der Berechnung auf kleine Singvögel (*Parus atricapillus* und *Passer domesticus*) ergab nur einen Gewichtsexponenten (zum Uhu) von 0,20. Eine Einbeziehung der offensichtlich durch funktionelle Anpassung stark beeinflussten, weil nach dem Gehör jagenden Eulenarten in die Berechnung ist nicht sinnvoll. Der gefundene Gewichtsexponent (0,16–0,20) bedeutet, dass mit steigendem Körper- und Gesamt-Gehirngewicht die Zahl der akustischen Nervenzellen der Medulla relativ nur sehr wenig zunimmt; hieraus ist auf die Verarbeitung akustischer Nachrichten zu schliessen. Es bleibt offen, ob Zunahme an Zellgröße, an Fasermasse, an Gliazellen oder an Zellen anderer Gehirnteile hierfür kompensieren<sup>8</sup>.

In der letzten Säule der Tabelle haben wir, ausgehend von der Beziehung: Zellzahl =  $k \cdot G_{\text{körper}}^{0,17}$  die «reduzierte» Gesamtzellzahl für idealisierte Vögel von 100 g Körpergewicht berechnet. Die Sonderstellung der nächtlich jagenden Eulenarten tritt hierbei besonders hervor. Dagegen sind die Werte für *Athene*, *Bubo*, *Pica* und *Corvus* jetzt praktisch gleich (auch für *Parus* und *Passer*). Dies bedeutet, dass den genannten Eulen- und Singvögeln außer dem gleichen Gewichtsexponenten (0,16–0,20) auch die Proportionalitätskonstante (k) gemeinsam ist.

**Summary.** The special form and the number of nerve cells of the auditory centres in the owl's medulla are described and compared with those of other birds. The highest degree of differentiation is found in the most nocturnal species, *Tyto alba*. Comparing the number of auditory nerve cells in the medulla with the weight of the brain in birds of different size, an unexpectedly low rate of increase was found.

P. WINTER und J. SCHWARTZKOPFF

Zoologisches Institut der Universität München (Deutschland),  
10. Juli 1961.

<sup>6</sup> L. LAPIQUE, Bull. Soc. Anthrop. Paris 8, 248 (1907).

<sup>7</sup> M. B. RENSHU, Naturw. 45, 175 (1958).

<sup>8</sup> J. SCHWARTZKOPFF, Z. Morph. Ökol. Tiere 45, 365 (1957).

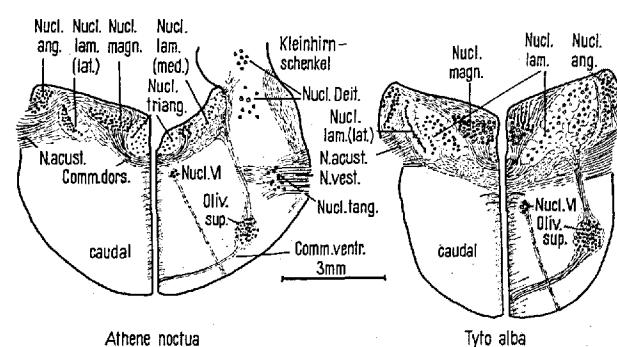
Dazu passt, dass der Würger in Spanien fehlt, der Kauz aber fast ganz Europa bewohnt<sup>2</sup>. Solch rassenspezifisches Feindverhalten wirft die Frage auf, ob dem Ansprechen von Würger und Kauz je ein spezifischer Auslösemechanismus zugrunde liegt, in welchem jeder von beiden durch

<sup>1</sup> Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

<sup>2</sup> E. CURIO, Exper. 17, 188 (1961).

### Versuche zur Spezifität des Feinderkennens durch Trauerschnäpper<sup>1</sup>

Spanische Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca iberiae*) hassen auf den Rotrückwürger (*Lanius collurio*) nur etwa ein Siebtel so stark wie deutsche (*F. hypoleuca hypoleuca*). Auf den Waldkauz (*Strix aluco*), einen zweiten Raubfeind, aber hassen beide Rassen etwa gleich stark.



Querschnitte durch die Medulla von Eulen; rechte Hälfte jeweils auf der Höhe des caudalen Endes vom Kern des VI. Hirnnerven, linke Hälfte 500 µ weiter caudal.