

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>	183	3450	2750	2490	2550	11240	10120
<i>Tyto alba</i>	278	15760	9960	10020	11830	47570	40950
<i>Asio otus</i>	293	10810	5060	8340	4460	29280	24360
<i>Strix aluco</i>	452	11070	5930	6920	4770	28680	22150
<i>Bubo bubo</i>	2800	7890	4980	5070	4310	17950	10100
<i>Pica pica</i>	213	4460	2870	2500	1850	11690	10280
<i>Corvus corone</i>	533	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 Chow³) steht die Schleiereule um mehr als das Dreifache, der Uhu um das Sechsfache zurück.

Schon LAPIQUE⁶ 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 Schneckenlänge⁷. 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 Gehirnjagenden 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 kompensieren⁸.

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.

⁶ L. LAPIQUE, Bull. Soc. Anthrop. Paris 8, 248 (1907).

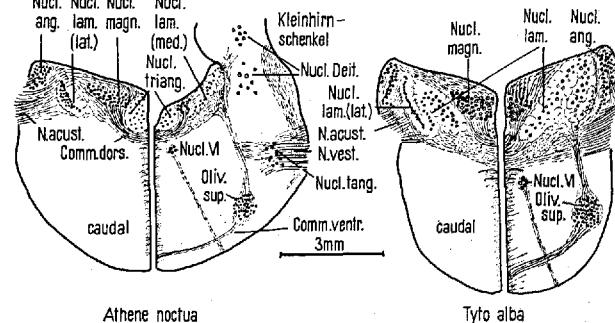
⁷ M. B. RENSHU, Naturw. 45, 175 (1958).

⁸ J. SCHWARTZKOPFF, Z. Morph. Ökol. Tiere 45, 365 (1957).

Dazu passt, dass der Würger in Spanien fehlt, der Kauz aber fast ganz Europa bewohnt². 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

¹ Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

² E. CURIO, Exper. 17, 188 (1961).



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.

Versuche zur Spezifität des Feinderkennens durch Trauerschnäpper¹

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

mindestens einen nur ihm *eigenen* Schlüsselreiz repräsentiert ist, oder ob beide Feindtypen in den Auslösemechanismus *eines* ruhenden Flugfeindes passen, in welchem die alarmauslösenden Merkmale des Würgers bei *iberiae* auf erhöhte Schwellen stossen.

Ein möglicher und einfacher Weg zur Lösung der Frage geht von der Überlegung aus, dass Würger und Kauz einige Merkmale gemeinsam haben; diese sind zwar dem Schnäpper ebenso sichtbar wie uns, brauchen aber nicht unbedingt Schlüsselreize für die Alarmhandlung zu sein, das heisst Reize, die die Stärke der Antwort quantitativ beeinflussen. Die künstliche Abänderung eines Feindes im Attrappenversuch muss also zunächst die Unkenntnis darüber in Kauf nehmen, ob eine bestimmte Eigenschaft Schlüsselreiz ist oder nicht. Veränderte man *dasselbe* Merkmal an beiden Feinden auf *gleiche* Weise, so sollte, falls nur *ein* Auslösemechanismus anspricht, die Antwortstärke in beiden Fällen um etwa denselben Betrag und in gleicher Richtung abweichen, aber um einen eindeutig verschiedenen Wert, wenn zwei verschiedene Erkennungsapparate vorliegen. – Aus Vergleichsgründen empfiehlt es sich, in beiden Feindgruppen von *gleich grossen* Vertretern auszugehen, sobald die tiergeographische Fragestellung in den Hintergrund tritt. Rotrückenwürger und Sperlingskauz (*Glaucidium passerinum*) zum Beispiel teilen eine an nähernd aufrechte Haltung, dieselbe Grösse (Abstand Fussansatz-Scheitel), die befiederte Oberfläche und einen Hakenschnabel in etwa gleicher Lage. Der Sperlingskauz kommt im Untersuchungsgebiet von *hypoleuca* nicht vor und auch andernorts kaum im selben Lebensraum.

In Versuchen an freilebenden, fütternden Vögeln der Rasse *hypoleuca* in Hessen (Frankfurt-Fechenheim, Frank-

further Stadtwald, Bad Orb, Wegscheide, Schiffenberg/Giessen, Hohe Mark)³ prüfte ich zunächst die Wirksamkeit eines Sperlingskauzbalges 1,5 m vor der Nisthöhle und verglich sie mit derjenigen eines Rotrückenwürger-Männchenbalges, der einzigen in Berlin, aber mit derselben Methode geprüften Attrappe. Jeder Vogel wurde nur *einmal* getestet, weil die Darbietung einer Attrappe die auslösende Wirkung einer ihr folgenden zweiten heben oder senken könnte, je nach ihrem Stärkeverhältnis⁴.

Auf den Würger hasst der Trauerschnäpper mit durchschnittlich 80 Rufen/min, auf den Kauz wahrscheinlich etwas stärker, zumindest aber nicht schwächer ($P = 5,2\%$)⁵; auch übertreffen die stärksten Kauzalarme mit 181 Rufen/min die stärksten Würgerantworten, nämlich 137 Rufe/min (Figur a).

Verkleinert man Würger und Kauz mit Hilfe bemalter Modelle proportionsgerecht auf die *Hälfte* und bietet sie ebenso dar, so sinkt die Alarmstärke beim Kauz auf 2,1%, beim Würger aber auf nur 69,8% des Ausgangswertes ab (Figur a); die so erzielte Abschwächung des Würgers könnte noch im Zufallsbereich liegen ($P = 5,7\%$), die des Kauzes aber nicht mehr. (Da Würgerbalg und naturgetreues Würgermodell beinahe gleich stark wirken, was hier nicht abgebildet sei, müssen hierfür fast ausschliesslich die veränderte Körpergrösse und nicht die veränderten Oberflächeneigenschaften verantwortlich sein.) Während also Normalwürger und Normalkauz etwa gleich stark Alarm auslösen, stört die künstliche Verzweigung beider nur die auslösenden Eigenschaften des Kauzes, aber kaum die des Würgers. Dieser Befund zwingt zu der Annahme mindestens *zweier* spezifischer Auslösemechanismen für ruhende Flugfeinde in Nestnähe, in denen mindestens ein Merkmal, nämlich die Körpergrösse, unterschiedlich verrechnet wird. Spätere Versuche müssen klären, ob es weitere Erkennungsmechanismen für andere biologisch bedeutsame Feinde gibt.

Ergänzende Versuche, in denen sowohl dem Kauz- wie dem Würgerbalg ein schwarzer Schnepfenschnabel aus Holz geschnitten aufgesetzt wurde, führten zu keinem eindeutigen Ergebnis (Figur b). Normalkauz und Schnepfenschnabelkauz sind kaum voneinander verschieden ($P = 5,2\%$). Die Veränderung scheint aber den Kauz zu beeinträchtigen und den Würger zu verstärken. Wären die Abweichungen von den Ausgangswerten nach verschiedenen Richtungen real, so spräche auch dies für zwei Auslösemechanismen. – Ganz ähnlich stört ein Schnepfenschnabel das Eulenerkennen handaufgezogener Rotrückenwürger empfindlich (v. ST. PAUL, unveröffentlicht).

Summary. Pied flycatchers (*Ficedula h. hypoleuca*) possess at least two releasing mechanisms for triggering the mobbing response to predators near the nest, namely for shrikes and for owls. This is demonstrated by the fact that body size, which was varied in dummy experiments, enters into these mechanisms differentially.

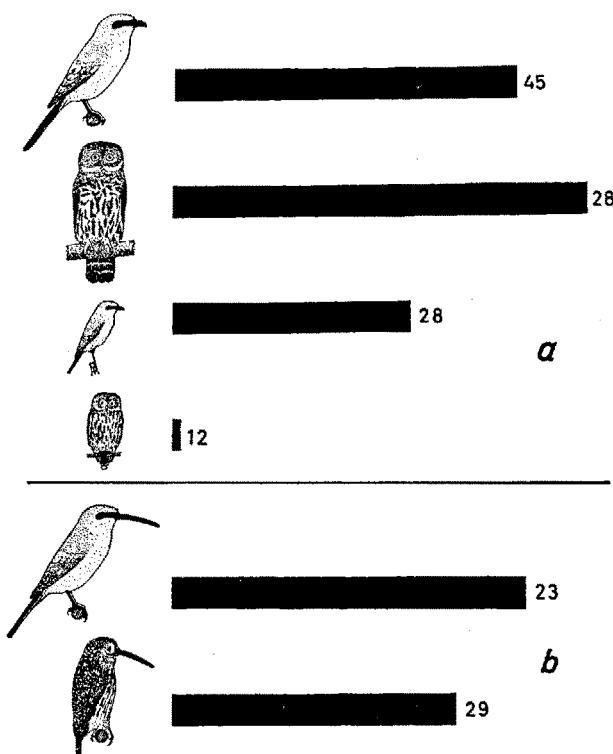
E. CURIO

Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, Seewiesen über Starnberg/Obb. (Deutschland), 29. Juni 1961.

³ Herrn Dir. S. PFEIFER und Herrn Dr. W. KEIL (beide Vogelschutzwarte Frankfurt) danke ich wärmstens für Beratung und Gastfreundschaft.

⁴ R. A. HINDE, Proc. Roy. Soc. B 153, 398 (1960).

⁵ Weil keine der hier verglichenen Messreihen einer Normal-Verteilung gehorcht, verbietet sich Students *t*-Test und empfiehlt sich Wilcoxons Rangtest zur Prüfung der jeweiligen Mittelwertsdifferenz (vgl. B. L. VAN DER WAERDEN, *Mathematische Statistik* (Springer-Verlag 1957), p. 269), auf den mich freundlicherweise Herr Prof. Dr. BAITSCH (Freiburg) hinwies.



Hassen fütternder Trauerschnäpper auf Feindattrappen 1,5 m vor der Nisthöhle. Von oben nach unten: Rotrückenwürgermännchenbalg, Sperlingskauzbalg, auf die Hälfte verkleinerte Plastikamodelle beider Feinde; dieselben Bälge wie oben mit mattschwarzen Schnepfenschnabeln aus Holz. Zahlen = geprüfte Individuen = Versuche. Stärke der Antwort auf den Würgerbalg: 80 Rufe/min.