

# Wissenschaftliche Erkenntnisse über die Halsbeweglichkeit bei Eulen

## Ein Überblick der Untersuchungen an der Amerika-Schleiereule (*Tyto furcata pratincola*)

### Von Markus Krings

*Halsbeweglichkeit bei Eulen, Halswirbel, Blutgefäßerweiterungen, Wirbelkanäle, Wirbelfortsätze, Muskelstränge. Cervical mobility of owls, cervical vertebrae, arterial reservoirs, vertebral canals, vertebral processes, cervical muscles.*

Seit jeher geht von den Eulen eine besondere Faszination aus. Als lautlose Jäger der Nacht sind sie gleichsam für Mystiker als auch für Wissenschaftler von höchstem Interesse. Zum Beispiel ist die Halsdrehfähigkeit der Eulen legendär. Laut der Literatur können Eulen ihren Kopf bis zu 270° drehen (Abb. 1; DE KOK-MERCACO et al. 2013). Wir haben uns gefragt, welche außergewöhnlichen Voraussetzungen dies ermöglichen. Zunächst ist die Halsbeweglichkeit der Eulen ein Mittel zum Zweck. Als in der Regel nacht- und dämmerungsaktive Jäger sind sie von ihren ausgezeichneten Sinnesorganen abhängig. Das Eulenaug selbst ist jedoch aufgrund seiner Lage im Schädel und seiner Länge unbeweglich. Dies wiederum wirkt sich positiv auf die Sehschärfe aus (MARTIN 1982; STEINBACH & MONEY 1973). Die Augen sind genau wie der als Schalltrichter fungierende Gesichtsschleier frontal ausgerichtet. Wegen der Unbeweglichkeit der Augäpfel und auch der Ohrlöcher müssen Eulen den Kopf möglichst weit drehen können, um den maximalen Nutzen ihrer Sinnessysteme zu erreichen (OHAYON et al. 2006). Wie ist das möglich? Welche Spezialisierungen im Körperbau weisen die Eulen auf, die ihnen diese außergewöhnliche Halsdrehfähigkeit ermöglichen? Eulen besitzen 14 Halswirbel und damit doppelt so viele wie die Säugtiere inklusive *Homo sapiens*. Das alleine scheint



Abb. 1: 180°-Halsdrehung (links herum) einer Schleiereule aus der Brutkolonie der RWTH Aachen. Die Eule sitzt auf einem Pflock. Sie ist dort über ein Lederband fixiert, das um die Beine geschlungen ist. Die Mittellachse des Kopfes ist durch eine gestrichelte Linie verlängert, die Mittellachse des Körpers durch eine gepunktete Linie gekennzeichnet. Es fällt auf, dass der Kopf linksseitig zum Körper verschoben ist (Abbildung aus KRINGS et al. 2017).



aber nicht der Grund für ihre herausragende Halsbeweglichkeit zu sein, denn andere Vogelarten haben noch deutlich mehr Halswirbel. Manche Schwanarten können 24 Stück aufweisen (Boas 1929). Die Lösung der Frage liegt also weniger in der Anzahl als im Bau der Halswirbel bzw. ihrer Anordnung in der Halswirbelsäule und in der ansetzenden Muskulatur.

Zum einen muss das Gehirn ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Einige der Adern führen durch Kanäle in den Wirbeln (vgl. den Arterienkanal in Abb. 2). Bei großer Drehung besteht jedoch die Gefahr, dass Blutadern gequetscht werden. Dies würde zu einer Unterversorgung des Gehirns mit Sauerstoff, vielleicht sogar zu einem Schlaganfall führen. Um dies zu verhindern, weisen die Wirbelkanäle der Eulen einen zehnfach so großen Durchmesser auf wie die durch die Kanäle laufende Arterien (DE KOK-MERCACO et al. a.a.O.). Es ergibt sich daraus eine große Bewegungsfreiheit, welche die Arterie bei großen Halsrotationen vor Quetschungen schützt. Außerdem stellten dieselben Autoren Gefäßerweiterungen fest, die als Blutreservoir fungieren, sollte die Arterie doch einmal kurzzeitig eingeklemmt werden.

Zum anderen besteht außerdem eine Quetschungsgefahr für das Rückenmark selbst, welches durch den Zentralkanal der Wirbel zieht (Abb. 2). Ein solches Trauma kann zu einer Querschnittslähmung führen. Wir alle kennen das schwere Schicksal dieser

Rückenmarksschädigung z. B. aus der Filmkomödie „Ziemlich beste Freunde“. Die Hauptfigur dieses Films, PHILIPPE, hat sich bei einem Paragliding-Unfall den dritten Halswirbel gebrochen. Daraus folgte eine Verletzung des Rückenmarks, welche zu seiner Lähmung vom Hals abwärts führte. Ein solches Schicksal ist für die Eule zu vermeiden. Aber wie? Die Evolution erscheint – anthropomorph betrachtet – zwar genial aber nicht zwangsläufig kreativ. Sie „bedient“ sich derselben Eigenschaft wie bei den Halsschlagadern. Das Rückenmark verläuft durch den Zentralkanal der Halswirbel. Um Verletzungen des Marks zu vermeiden, ist auch dieser Kanal vergrößert – jedoch nicht innerhalb aller Wirbel.

Wir fanden deutlich größere Zentralkanäle (bis zu 4 mm Durchmesser) im oberen und unteren Drittel der Halswirbelsäule. Im mittleren Drittel waren die Durchmesser der Kanäle enger (etwa 2,5 mm; KRINGS et al. 2014). Warum ist der Zentralkanal oben und unten weit, aber in der Mitte eng? Und warum treten trotz der Enge in der Mitte keine Probleme auf? Um diesen Umstand zu verstehen, müssen wir uns den Eulenhals etwas genauer ansehen. Unter dem dichten Federkleid verborgen liegt eine s-förmig gebogene Halswirbelsäule. Das untere Drittel zeigt eine horizontale Achse, das mittlere ist schräg orientiert, das obere hat dagegen eine fast vertikale Achse (Abb. 3). Also liegt das Geheimnis – zumindest teilweise – in der Ausrichtung der Halswirbelsäule. Diese Anordnung bedingt zusammen mit dem Bau der entsprechenden Halswirbel eine unterschiedliche Beweglichkeit im jeweiligen Abschnitt der Halswirbelsäule.

Große Halsrotationen der Schleiereule finden demnach hauptsächlich in den Gelenken des oberen und unteren Drittels der Halswirbelsäule statt. Unsere Röntgenaufnahmen der Halsdrehung zeigten genau dies und noch mehr: Die Drehungen in diesen Bereichen sind unterschiedlicher

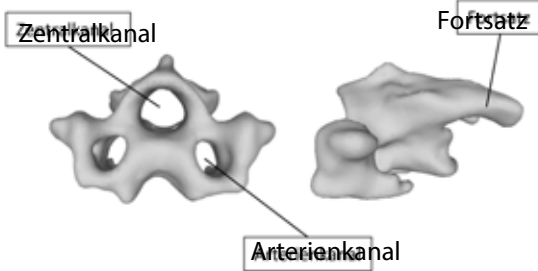


Abb. 2: Sechster Halswirbel einer Schleiereule in frontaler (links) und seitlicher Ansicht (rechts; Abbildung nach KRINGS 2013)



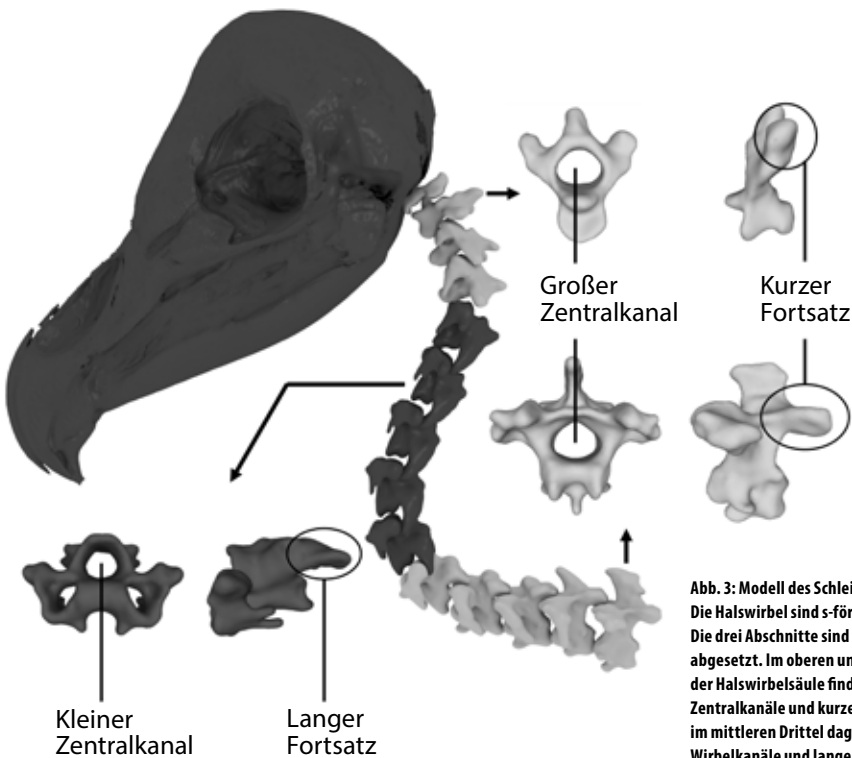


Abb. 3: Modell des Schleiereulenhalses. Die Halswirbel sind s-förmig angeordnet. Die drei Abschnitte sind farblich (grau) abgesetzt. Im oberen und unteren Drittel der Halswirbelsäule finden sich große Zentralkanäle und kurze Fortsätze, im mittleren Drittel dagegen kleine Wirbelkanäle und lange Fortsätze.

Natur (Abb. 4; KRINGS et al. 2017). Im unteren, horizontalen Teil entspricht die Halsbewegung einer Schwenkbewegung. Diese führt dazu, dass der Kopf sich auf eine Körperseite bewegt, wie in Abb. 1 gut zu sehen ist. Im oberen, vertikalen Drittel erfolgt eine Achsenrotation.

Abbildung 2 zeigt die Vielzahl der Halswirbelfortsätze: kürzere erlauben eine höhere Beweglichkeit als längere. Wir haben festgestellt, dass diese Fortsätze im mittleren Teil der Halswirbelsäule deutlich länger sind als bei den restlichen Halswirbeln. Dies wiederum bewirkt eine dramatisch reduzierte Beweglichkeit in diesem Abschnitt. Deshalb müssen die Zentralkanäle keinen viel größeren Durchmesser haben als das Rückenmark. Genau dies ist der Fall. Im oberen und unteren Bereich der Halswirbelsäule sind die Fortsätze kürzer. Die Beweglichkeit ist somit

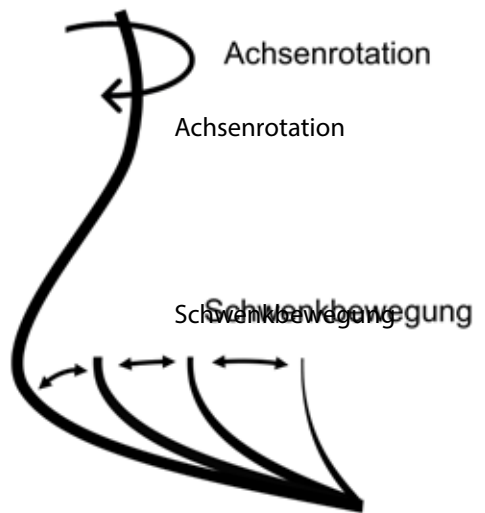


Abb. 4: Bewegungen des Eulenhalses. Im oberen Drittel führt die Eule eine Achsenrotation durch, im unteren Drittel eine Schwenkbewegung. Das mittlere Drittel trägt wenig zu großen Kopprotationen bei.



erhöht und die Zentralkanäle sind folgerichtig deutlich größer (Abb. 3; KRINGS et al. 2014). Diese Anpassungen erscheinen als evolutionsbedingte Optimierungen, um eine große Beweglichkeit bei einer s-förmigen Ausrichtung der Halswirbelsäule zu gewährleisten. Nun können wir von Seiten der Gelenke erklären, warum Rotationen von 270° möglich sind. Es könnte aber immer noch sein, dass die Muskulatur solch große Drehungen verhindern würde. Deshalb untersuchten wir die Halsmuskulatur der Amerika-Schleiereule und fanden keine großen komplexen Muskeln, sondern viele kleine Muskelstränge (BOUMANS et al. 2015). Dies spricht für eine fein steuerbare und hohe Beweglichkeit des Eulenhalses. Bau und Ansatz der Muskulatur schaffen dafür ebenso eine wichtige Grundlage.

Abschließend lässt sich sagen, dass man eine funktionale Aufteilung des Halses in verschiedene Abschnitte auch bei anderen Vogel- (COBLEY et al. 2013) und Säugetierarten findet (ARNOLD et al. 2016). Dass große Kopfdrehungen eine Kombination verschiedener Bewegungen im Eulenhals sind, lässt sich auch für den einfachen Betrachter nachvollziehen. Bei großen Halsrotationen steht der Kopf nicht mehr senkrecht über dem Körper, sondern ist seitlich verschoben (Abb. 1). Diese Verschiebung liegt in der Schwenkbewegung im unteren Drittel des Eulenhalses begründet (Abb. 4).

Achten Sie doch einmal selbst darauf, wenn Sie im Zoo oder in der Natur sehen, wie eine Eule ihren Kopf in die unterschiedlichsten Richtungen dreht.

#### Literatur

ARNOLD, P.; FORTERRER, F.; LANG, J. & FISCHER, M.S. (2016): Morphological disparity, conservatism, and integration in the canine lower cervical spine: Insights into mammalian neck function and regionalization. - *Mammalian Biology. Zeitschrift für Säugetierkunde* 81 (2): 153–162.

BOAS, J.E.V. (1929): Biologisch-anatomische Studien über den Hals der Vögel. - A.F. Høst & Søn Kopenhagen.

BOUMANS, M.L.L.M.; KRINGS, M. & WAGNER, H. (2015): Muscular arrangement and muscle attachment sites in the cervical region of the American barn owl (*Tyto furcata pratincola*). - *PLoS ONE* 10 (7): e134272.

COBLEY, M.J.; RAYFIELD, E.J. & BARETT, P.M. (2013): Inter-vertebral flexibility of the ostrich neck: implications for estimating sauropod neck flexibility. - *PLoS ONE* 8 (8): e72187.

DE KOK-MARCATOR, F.; HABIB, M.; PHELPS, T. GREGG, L. & GAILLOD, P. (2013): Adaptions of the Owl's Cervical & Cephalic Arteries in Relation to Extreme Neck Rotation. - *Science* 339: 514-515.

KRINGS, M. (2013): Anatomy and mobility of the barn owl's neck. - Bachelor thesis RWTH University.

KRINGS, M.; NYAKATURA, J.A.; BOUMANS, M.L.L.M.; FISCHER, M.S. & WAGNER, H. (2017): Barn owls maximize head rotations by a combination of yawing and rolling in functionally diverse regions of the neck. - *Journal of Anatomy* 231 (1): 1-11.

KRINGS, M.; NYAKATURA, J.A.; FISCHER, M.S. & WAGNER, R. H. (2014): The cervical spine of the American barn owl (*Tyto furcata pratincola*): I. Anatomy of the vertebrae and regionalization in their S-shaped arrangement. - *PLoS ONE* 9 (3): e91653.

MARTIN, G.M. (1982): An Owl's Eye: Schematic Optics and Visual Performance in *Strix aluco* L. - *Journal of Comparative Physiology* 145 (3): 341-349.

OHAYON S.; VAN DER WILLINGEN, R.F.; WAGNER, H.; KATSMAN, I. & RIVLINE, E. (2006): On the barn owl's visual pre-attack behavior: I. Structure of head movements and motion patterns. - *Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology* 192 (9): 927-940.

STEINBACH, M.J. & MONEY, K.E. (1973): Eye Movements of the Owl. - *Vision Research* 13: 889-891.

Markus Krings

krings@bio2.rwth-aachen.de

