

Wissenschaftliche Fragen

Die Größe des Vogelgehirns – evolutionärer Entwicklung oder ein Hinweis auf Intelligenz?

Jörg Asmus, Güstrow

Bei unseren Vogelarten variiert die Größe des Gehirns zum großen Teil, auch proportional gesehen zu ihrer Körpergröße. Aber warum haben manche Arten kleinere Gehirne und manche größere. Forscher haben kürzlich herausgefunden, dass es einen Zusammenhang mit dem Zugverhalten der Vögel und deren Hirnvolumen gibt, je nachdem ob es sich also um Stand- oder Zugvögel handelt.

Das große Vogelarten im Vergleich zu kleineren Arten über größere Gehirne verfügen ist natürlich nicht ungewöhnlich, führt man sich beispielsweise die Größe eines Höckerschwans und einer Mehlschwalbe vor Augen. Interessant ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass verschiedene Vogelgruppen über enorm unterschiedliche Hirnvolumen in Proportion zu ihrer Körpergröße verfügen. Rabenvögel besitzen beispielsweise doppelt so große Gehirne wie gleichgroße Tauben- oder Hühnervogelarten. Bei den sehr kleinen Kolibris hingegen nimmt das Gehirngewicht bis zu 4 % ihres eigentlichen Körpergewichts ein, während es bei den riesigen Straußenvögeln weniger als 0,1 % ausmacht.

Besonders interessant ist es darum das Hirnvolumen von Vogelarten miteinander zu vergleichen, die systematisch etwas näher verwandt sind und in etwa die gleiche Körpergröße besitzen, aber dennoch sehr unterschiedliche Lebensweisen haben. Sind die Unterschiede in der Größe der Hirnmasse zwischen Arten und Artengruppen infolge der Anpassung an bestimmte Lebensweisen in unterschiedlichen Umgebungen entstanden? Sorgt ein größeres Gehirn für Vorteile bei seinem Besitzer, in Form eines längeren Lebens oder reichlich Nachwuchs? Diesen und anderen Fragestellungen sind Wissenschaftler in den zurückliegenden Jahren nachgegangen, Neuere Untersuchungen haben einen ganzen Teil interessan-

ter Thesen ergeben, warum die relative Größe des Gehirns zwischen verschiedenen Vogelgruppen so deutlich variiert.

Ein spanisch-amerikanisches Forscherteam hat sich beispielsweise an die Arbeit gemacht herauszufinden, welcher Zusammenhang zwischen der Gehirngröße auf der einen und der Lebensweise auf der anderen Seite, bei einer gewissen Anzahl unterschiedlicher Spezies in verschiedenen Vogelklassen, bestehen könnte. Von 5.000 Skeletten, die 1.200 unterschiedliche Vogelarten repräsentieren, maß man das Schädelvolumen. Die Methode war einfach. Man legte den Schädel auf den Kopf und füllte ihn mit kleinen Kugeln. Das Gewicht der Kugeln, die in dem Schädel Platz fanden, ergab schließlich das Schädelvolumen.

Bedeutend schwierigere Methoden musste man hingegen anwenden, um ein Maß oder wenigstens eine Art Schätzung von der „Komplexität“ zu erhalten, sowohl von den Gegenden, wo die betreffenden Vogelarten brüten, als auch von den Gebieten, in denen sie als Zugvögel den Winter verbringen. Auf Grundlage vielfältiger Informationen machte man Vergleiche zwischen einer großen Anzahl von Vogelarten, die man unter Berücksichtigung ihrer Nahrungs- und Zuggewohnheiten eingruppierte und gewisser anderer Eigenschaften.

Zusätzlich stellten die Wissenschaftler Informationen über eine Reihe wesentlicher Umweltbedingungen in den Brutgebieten beziehungsweise Winterquartieren der jeweiligen Vögel zusammen.



1 Rabenvögel besitzen proportional zu ihrer Körpergröße nicht nur relativ große Gehirne, sie zählen auch zu den intelligentesten Vertretern unter den Vögeln. Sie werden auch weniger häufig Opfer von Verkehrsunfällen.



2 Veilchenkolibri. Kolibris verfügen ebenfalls über verhältnismäßig große Gehirne; bis zu 4 % ihres Körpergewichts nimmt die Hirnmasse ein.

Am interessantesten in diesem Zusammenhang ist, dass die Arten, die sich das ganze Jahr über in Regionen mit starken Jahreszeitenwechseln aufhalten, über ein relativ großes Hirnvolumen verfügen, im Vergleich zu den Spezies, die durch ihre Zugsbewegungen das ganze Jahr unter nahezu ähnlichen und relativ günstigen Umweltbedingungen leben. Besonders groß war das Hirnvolumen bei solchen Arten, die in Regionen mit regelmäßigen klimatischen Unterschieden zwischen einzelnen Jahren oder Jahreszeiten bleiben und dort auch überwintern, beziehungsweise in solchen Gebieten, in denen lange Zeit schneebedeckter Boden vorherrscht. Die Wissenschaftler heben in diesem Zusammenhang zwei mögliche Erklärungen hervor. Entweder handelt es sich bei den Vogelarten mit den größeren Gehirnen um Spezies mit einer starken Dispersionsneigung oder bei Arten mit „normalem“ Hirnvolumen um eine Art Anpassung an neue Bedingungen nach einer Expansion; diese Arten akzeptieren neue Lebensgewohnheiten und entwickeln somit im Laufe der Zeit ein größeres Gehirn.

Dass Standvögel im Allgemeinen über ein proportional größeres Gehirn verfügen als Zugvögel, bringen Forschergruppen mit der Tatsache in Ver-

bindung, dass Zugvögel das ganze Jahr über unter ähnlichen Bedingungen leben, was aber natürlich nicht den gleichen Grad an Flexibilität erfordert, den Standvögel ausgesetzt sind. Ein Vogel, der den Sommer beispielsweise in Deutschland verbringt und den Winter im Senegal hat das ganze Jahr hindurch gute Bedingungen. Anders stellt sich die Situation der Standvögel dar. Sie leben unter Umweltbedingungen, die zwischen den Jahren und Jahreszeiten drastisch variieren können. Diese Erschwernis führte zu einem evolutionären Prozess, in dem sich bei Standvögeln relativ große Gehirne entwickelten.

Je länger der Abstand zwischen dem Brut- und Überwinterungsgebiet einer Spezies ist, desto kleiner ist auch dessen Hirnvolumen, was die Forscher auch als ein Resultat der großen Wegstrecken erklären, die zwischen diesen Arealen liegen. So sollte zudem die perfekte Stromlinienform, die besser mit einem kleinen und schmalen Kopf erreicht werden kann, für Zugvögel, die weitere Strecken zurücklegen, von größerer Bedeutung sein. Für diese Vögel gilt zudem, dass sie jedes Jahr mit dem geringstmöglichen Energieverbrauch auf dem Hin- und Rückflug, zwischen den Brutplätzen in Europa und den Überwinterungsgebieten in Afrika, auskommen müssen. Allerdings muss ein kleineres Gehirn nicht in jedem Fall weniger leistungsfähig sein als ein größeres, und vieles ist in diesem Zusammenhang noch gar nicht erforscht. Man weiß zwar, dass Rotkehl-



3 Nandu (links). Straußenvögel sind hinsichtlich ihrer Hirngröße im Verhältnis zu deren Körpergröße etwas benachteiligt.

4 Weißstorch (rechts). Zugvögel weisen im Gegensatz zu Standvögeln kleinere Gehirne auf. Eventuell hängt dies mit der Ausbildung einer für den Zug perfekten Stromlinienform zusammen, die besser mit einem kleinen und schmaleren Kopf erreicht wird.



chen, Grasmücken und andere kleine Zugvögel ihre Flugrichtung unter anderem am Erdmagnetfeld ausrichten können. Der Frankfurter Forscher Wolfgang Wiltschko konnte in Versuchen nachweisen, dass das Rotkehlchen sowohl ohne Sicht auf den Nachthimmel als auch ohne Sichtmarken die Orientierung beibehalten kann, sie demzufolge über einen Magnetsinn verfügen. Aber wie sie das Erdmagnetfeld erfassen und wie sie Sternorientierung, Geländestrukturen und Gerüche oder Infraschall damit verrechnen, blieb bislang ein Geheimnis.

Ein Vorbehalt gegen diese Argumentation gilt es allerdings zu beachten. Auch in den Gebieten, die für viele unserer Langstreckenzieher als Win-

terquartier dienen, gibt es bei diversen Umweltbedingungen gewaltige Unterschiede. Mitunter fällt dort reichlich Niederschlag, dann sind Afrikas Savannen und Wälder reine „Paradiese“ für unsere Vögel. In anderen Jahren fällt dort jedoch kein oder fast kein Regen, dann haben diese Gebiete deutlich weniger Nahrung zu bieten.

Bei der immer weiter andauernden Klimaveränderung wird es wirklich spannend zu beobachten, ob sich die veränderten klimatischen Bedingungen ausschließlich auf die Gewohnheiten der Zugvögel auswirken werden. Etliche Vogelarten haben schon jetzt besonders reflexive Wandergewohnheiten entwickelt und korrigieren Zeitpläne und Reiseziele entsprechend den vorherrschenden Bedingungen. Diese „Nomaden“, wie sie manchmal auch genannt werden, müssen ein gutes Gedächtnis und ein proportional großes Gehirn besitzen. Nomadenstrategien wurden unter anderem an einer Reihe von Meisen und Papageien festgestellt, und Forscher, die Vögel mit diesen Gewohnheiten studierten haben nachgewiesen, dass gewisse Spezies in einer sich ständig verändernden Welt von neuen Lebensbedingungen zunehmend profitieren können. Zum Beispiel der Rosakakadu. Diese Vögel bevorzugen das offene Grasland im Innern Australiens, das immer wieder von großen Dürreperioden beeinflusst wird

und dann für viele Vogelarten keine hinreichende Nahrungsquelle mehr darstellt. Die Rosakakadus haben sich diesen Gegebenheiten angepasst und sind zu regelrechten Kulturfolgern geworden. Mit der Ausdehnung des Getreideanbaus durch die australischen Landwirte, vermehrten sich auch die Rosakakadus in großer Zahl. Nach wie vor werden sie darum auch als Ernteschädlinge angesehen und wegen der Ernteschäden unerbittlich verfolgt, abgeschossen oder auch vergiftet.

Hirnkapazitäten sind also von entscheidender Bedeutung für viele Momente im Leben eines Vogels und man ist der Ansicht, dass eine ganze Reihe unterschiedlicher Umweltbedingungen der Entwicklung eines effektiv arbeitenden Gehirns zugutekommen. In einer Untersuchung verglichen Forscher 323 Standvogelarten und man hat dabei festgestellt, dass die Spezies mit einem größeren Gehirn eine größere durchschnittliche Lebenserwartung besitzen als die mit relativ kleinen Gehirnen. Härtere und immer vielfältigere klimatische Bedingungen weisen deutlich auf eine Entwicklung zu einem proportional größeren Gehirn bei den Arten hin, die solchen Veränderungen ständig ausgesetzt sind. Um jedoch lange Zugrouten mit möglichst geringem Aufwand durchzuführen, sind ein geringes Körpergewicht und eine optima-

le Stromlinienform vorteilhaft, was ein möglichst kleines Gehirn voraussetzt.

Einige Studien weisen darauf hin, dass Zugvögel durchschnittlich geringere Fähigkeiten aufweisen sich ändernden Umweltbedingungen anzupassen als Standvögel und darum folglich auch häufiger eine negative Populationsentwicklung aufweisen. Durch ihre Wanderungen zwischen Brut- und Überwinterungsgebieten leben die Zugvögel das ganze Jahr über unter ähnlichen Bedingungen, während die Standvögel enorme Unterschiede beim Jahreszeitenwechsel und auch zwischen den Jahren erfahren, was bei Letzteren allerdings zu einer Erhöhung ihrer Flexibilität führt. Eine Fragestellung an die Forschung könnte sein herausfinden, welche dieser Strategien bei den zukünftigen Veränderungen auf unserem Planeten am besten funktionieren. Die Hypothese lautet, dass in einer Welt mit immer schnelleren und tiefgreifenden Umweltveränderungen Standvögel mit größeren

5 Auch Zugvögel besitzen leistungsstarke Gehirne. Von Rotkehlchen ist bekannt, dass sie ihre Flugrichtung u. a. am Erdmagnetfeld ausrichten können. Wie sie dieses aber erfassen und mit anderen Faktoren verrechnen, blieb bislang ein Geheimnis.





6 Der Zaunkönig zählt zu den Standvögeln.

Gehirnen besser abschneiden werden als Zugvögel mit deren kleinerem Gehirnvolumen.

Aber nicht nur unter diesen Aspekten haben sich größere Gehirne bei den Vögeln als vorteilhaft erwiesen. Statistisch belegen ließe sich auch, dass Vögel mit einem größeren Gehirn seltener Opfer von Unfällen mit Kraftfahrzeugen werden, so die Studie eines dänisch-französischen Forscherteams. Bei einer Untersuchung von mehr als 3.500 toten Vögeln, wiesen die Exemplare, die durch einen Verkehrsunfall ums Leben kamen, ein durchschnittlich kleineres Gehirn auf als Vögel, die auf andere Weise verstorben waren. Zu diesem Ergebnis führten Daten von Vögeln, die zwischen 1960 und 2015 zusammengetragen worden sind. Anhand statistischer Untersuchungen stellte sich nachfolgend heraus, dass der Anteil der Verkehrstoten unter den Vögeln mit verhältnismäßig kleinen Gehirnen bei rund 60 % lag und bei zunehmender Gehirngröße auf schließlich null Prozent absank. Von einer Beeinflussung der evolutionären Entwicklung sprechen die Wissenschaftler in diesem Zusammenhang nicht, weil man im Zusammenhang mit den durch den Straßenverkehr verursachten Todesfällen von einer außerordentlich geringen Sterberate ausgeht, die keinen erheblichen Einfluss auf die Mikro-Evolution haben dürfte.

In ihrer Anpassung an den Straßenverkehr fallen auch die Rabenvögel wieder etwas aus dem Rahmen. Eine Studie aus dem Jahr 2013 hat beispielsweise gezeigt, dass Amerikanerkrähen das Prinzip von zwei verschiedenen Fahrtrichtungen verstanden haben. Wenn Fahrzeuge nur aus einer Richtung kamen, dann erkannten die Krähen, dass sie sich gefahrlos auf der Gegenfahrbahn aufhalten konnten, um Aas zu fressen. Eine andere Studie hat gezeigt, dass Vögel ihre Risikobereitschaft an die Fahrgeschwindigkeiten auf einzelnen Straßen anpassen können. Sehr wahrscheinlich sind derartige Verhaltensweisen auf die Intelligenz von Vögeln mit größerem Hirnvolumen zurückzuführen, was sich anhand dieser statistischen Werte allerdings noch nicht beweisen lässt. Allerdings hat auch eine andere Studie gezeigt, dass Vögel mit größeren Gehirnen offensichtlich eher in der Lage sind Gefahren zu erkennen und diesen gezielt auszuweichen. So soll die Größe des Gehirns bei einem Vogel auch mit dem Risiko in Verbindung gebracht werden, von einem Jäger erschossen zu werden, je größer dieses Körperorgan umso geringer auch dieses Risiko.

Ich bleibe noch ein wenig bei den Rabenvögeln, die auch hin und wieder als „gefiederte Primaten“ bezeichnet werden, ein Hinweis auf deren kognitive Fähigkeiten. Obwohl Krähen ein deutlich kleineres Gehirn besitzen als Schimpansen oder ein drei- oder vierjähriges Kind, so sind diese Vögel intelligenten Säugetieren beim Lösen von

Aufgaben keinesfalls immer unterlegen. Einzelne Vogelarten sind sogar in der Lage sich Hilfsgeräte zu fertigen, mit denen sie an die begehrte Nahrung gelangen können. Die auf Neukaledonien beheimatete Geradschnabelkrähe beispielsweise zeigte in einem Versuch, dass sie sich an einem Drahtstück einen Haken biegt, um sich damit aus einem tiefen Glaszylinder ein Henkelschälchen mit Futter heraus zu angeln.

Diese Krähen sind aber zu weitaus komplexeren Denkleistungen imstande. Die Geradschnabelkrähen sind offenbar fähig dazu, auf Ursachen zu schließen, wenn etwas passiert – selbst wenn diese Ursachen für die Vögel nicht zu sehen sind. Bei einem Versuch mit Volierenvögeln dieser Spezies wurde das Folgende festgestellt: Die erste Geradschnabelkrähe in dem Versuch konnte beobachten wie ein Mensch hinter einem Vorhang verschwindet und dann durch ein Loch im Vorhang immer wieder ein Stock auftaucht. Kommt der Mensch schließlich wieder hinter dem Vorhang hervor und verschwindet aus dem Sichtfeld der Krähe, vermutet diese keine Gefahr mehr und begibt sich sofort zu ihrem Futterplatz, der sich in un-

mittelbarer Nähe des Vorhangs befindet. Dieses Exemplar brachte die Bewegung des Stocks offensichtlich mit dem Menschen hinter dem Vorhang in Verbindung. Das zweite Tier in dem Experiment hat lediglich die wiederholte Bewegung des Stocks gesehen, konnte aber keinen Menschen damit in Verbindung bringen. Diese Krähe nähert sich vorsichtig der Futterstelle und inspiziert den Vorhang etliche Male, da sie befürchtet, der Stock könnte erneut unvermittelt auftauchen. Bei Wiederholungen des zweiten Versuchs verzichteten manche Krähen sogar gänzlich auf die Nahrungsaufnahme. Die Wissenschaftler hatten zunächst angenommen, dass die Krähen sich vor dem Stock fürchten würden. Stattdessen wurden die Vögel aber nur ängstlich, wenn sie die Bewegung nicht einem hinter dem Vorhang verstecktem Menschen als Auslöser zuordnen konnten, was darauf hindeutet, dass die Geradschnabelkrähen begriffen hatten, dass der Mensch die Ursache war. Derartige Denkleistungen reichen bereits nahe an die unseren heran.

Und noch eins: 2017 wurde in Versuchen nachgewiesen, dass Rabenvögel für die Zukunft pla-

7 Nomadenstrategien haben z. B. Rosakakadus entwickelt, die ihre Wandergewohnheiten den vorherrschenden Bedingungen anpassen müssen. Diese Nomaden müssen ein gutes Gedächtnis und ein proportional großes Gehirn besitzen.

8 Vögel waren in der zurückliegenden Zeit öfter Objekte kognitiver Forschung. Zu den beliebten Arten zählt, neben den Rabenvögeln, auch der Kea.

Fotos: J. Asmus



nen können. In der schwedischen Universität Lund führten Wissenschaftler insgesamt vier Versuchsreihen mit Kolkkraben durch, um deren Planungsvermögen nachzuweisen. Fünf von Hand aufgezogenen Raben wurden in dieses Experiment einbezogen. Zunächst wurde erprobt, ob die Kolkkraben aus mehreren Hilfsmitteln das richtige wählen und beiseite legen konnten, um 15 Minuten später an anderer Stelle eine Belohnung damit zu ergattern. Es ging dabei um einen Stein bestimmter Größe, der, wenn man ihn oben in das Rohr einer bestimmten Vorrichtung geworfen hat, unten einen Leckerbissen herausfallen ließ. Beim zweiten Versuch, dem sogenannten Tauschexperiment, ging es darum, unter jeweils vier Gegenständen wiederholt denjenigen auszuwählen, den ein menschliches Gegenüber später gegen Futter eintauschen würde. Welches das vom Menschen begehrte Stück war, hatten die Raben zuvor gezeigt bekommen. In Folgeversuchen wurde die Zeit zwischen der Wahl eines Gegenstands und dem möglichen Einsatz für das Tauschgeschäft auf bis zu 17 Stunden ausgedehnt. Auch hier blieben die Erfolgsraten hoch. Ein abgewandter Versuch belegte den Hang der Kolkkraben zu effektiver Selbstkontrolle. Parallel zu Werkzeug oder Tauschobjekt wurde ein Futterstück zur Auswahl angeboten, das allerdings minderwertiger war als

das später durch Werkzeuggebrauch oder Tausch erhältliche. In fast drei Vierteln dieses Versuchs verzichteten die Kolkkraben auf den Verzehr des minderwertigen Futters und warteten dafür lieber 15 Minuten auf das Lieblingsfutter.

Natürlich gibt es ähnliche Versuche auch mit anderen Vertretern aus der Vogelwelt, oder Beobachtungen, die bei uns Menschen immer wieder Erstaunen hervorrufen. So können Kolkkraben, Elstern und Papageien zählen, Mengen erfassen, Formen und Farben zuordnen. Erstaunlich sind in diesem Zusammenhang aber auch die Lernfähigkeiten mancher Vögel. Japanische Krähen werfen beispielsweise Nüsse auf ampelgeregelter Fußgängerüberwege: Sobald ein Fahrzeug die Nüsse überfährt und die Ampel rot zeigt, holen sich die Krähen den Nussinhalt. Oder! Um an das Innere von hartschaligen Emu-Eiern zu kommen, lassen australische Bussardmilane solange Steine auf die Eier fallen, bis in der Schale ein Loch entsteht.

Und so gibt es noch zahlreiche weitere Beispiele, die die hohe Leistungsfähigkeit des Vogelgehirns belegen können. Das Gute daran ist, dass auch die Funktionalität des Vogelgehirns noch lange nicht vollständig erforscht ist.

Anschrift des Verfassers: Jörg Asmus, Barlachweg 2, 18273 Güstrow, E-Mail: vasaparrot@hotmail.com