

Themenbereich „Kognition“

• Plenarvorträge

Huber L (Wien):

Soziale, technische und konzeptuelle Kognitionsleistungen bei Vögeln

Das Studium der Evolution von Kognition ist nach wie vor dominiert von vergleichenden Untersuchungen von Primaten, vor allem auf Grund ihrer phylogenetischen Nähe zum Menschen. Während die Anstrengungen in der Erforschung von Kognition bei anderen Säugern, wie Delphinen, Elefanten und Hunden, dieses Bild kaum wesentlich ändern, scheint neuerdings mit dem Aufkeimen der „kognitiven Ornithologie“ (Emery 2005) tatsächlich die Dominanz der Primatologen in der vergleichenden Kognitionsforschung zu schwinden. Berichte von Vögeln, welche Werkzeuge gebrauchen oder sogar herstellen, sich auf mentale Zeitreisen begeben, sich im Spiegel erkennen, durch Beobachtung lernen, Artgenossen täuschen und manipulieren, ein großes Repertoire an Objekt- und Partnerspielen besitzen, und sich schließlich in menschlichen Sprachspielen und logischen Aufgaben bewähren, haben das Bild von instinktgesteuerten Federtieren nachhaltig verändert. Gestützt werden die vorwiegend experimentellen Befunde nicht nur direkt durch Freiland-Beobachtungen, welche die funktionelle Signifikanz der Kognitionsleistungen belegen, sondern auch indirekt durch neue Ergebnisse aus der Neurobiologie. Sowohl Ursprung als auch Größe des Telencephalons von Vögeln sind viel säugerähnlicher als lange Zeit gedacht. Was die Größe einzelner Gehirnregionen betrifft, erreichen Rabenvögel und Papageien, sofern man relative Größen bestimmt, sogar ähnliche Werte wie Menschenaffen.

Der sich abzeichnende Paradigmenwechsel soll an Hand ausgewählter Beispiele unserer Untersuchungen von Keas (*Nestor notabilis*) und Kolkraben (*Corvus corax*) beim Lösen schwieriger kognitiver Aufgaben illustriert werden. Im sozialen Umfeld macht sich die Weitergabe von Wissen im Sinne des Abschauens von innovativen Lösungen bezahlt. Sowohl die neuseeländischen Bergpapageien als auch die Raben scheinen fähig zu sein, Imitation und Emulation, die anspruchsvollsten Mechanismen des sozialen Lernens, einzusetzen. Im technischen Bereich haben wir gefunden, dass beide Arten flexibel und einsichtsvoll agieren, anstatt lange Versuch- und Irrtum-Phasen zu durchlaufen. Schließlich haben wir in einem direkten Vergleich der beiden Arten beim Wechsel zwischen Exploration und Schlussfolgern interessante Unterschiede gefunden, welche mit den artspezifischen Bedingungen der Futtersuche korrelieren.

Zusammengenommen rechtfertigen diese Befunde die Intensivierung der vergleichenden Kognitionsforschung bei Vögeln, insbesondere im Vergleich mit Säugtierarten, welche in ähnlichen sozialen und physikalischen Umwelten leben. Sie tragen in erheblichem Maße dazu bei, die konvergenten und divergenten Entwicklungen kognitiver Mechanismen in der Vertebratenevolution aufzudecken.

Kontakt: Ludwig Huber, ludwig.huber@univie.ac.at

Mouritsen H (Oldenburg):

Der Magnetkompass der Vögel: von Verhalten zu Molekülen und Kognition

Zugvögel können den Magnetkompass nutzen, um ihre Richtung zu finden – aber wie nehmen sie die Bezugsrichtung wahr, die das Magnetfeld ihnen bietet? In den letzten Jahren haben sich zwei biophysikalische Mechanismen als vielversprechendste Kandidaten für die Wahrnehmung von Magnetfeldern herauskristallisiert: (1) Sensoren im Oberschnabel auf Eisen-Mineral-Basis, die mit dem Gehirn über den Ophthalmischen Ast des Trigemiusnervs verbunden sind und / oder (2) lichtabhängige Radikalpaarprozesse in den Augen, die das magnetische Signal in ein visuelles Signal umwandeln, das dann in den visuellen Gehirnbereichen verarbeitet

wird. In meinem Vortrag werde ich zunächst die beiden Hypothesen vorstellen. Dann werde ich unsere neuesten Ergebnisse vorstellen, die stark darauf hinweisen, dass der Magnetkompass von nachts ziehenden Singvögeln ein Teil des visuellen Systems der Vögel ist. Diese Schlussfolgerung basiert auf einer Reihe kombinierter Experimente, die Molekularbiologie, Anatomie, chemische Analysen, Neurobiologie und Verhaltensbeobachtung einschließen. Wir haben gezeigt, dass potenzielle magnetosensitive Moleküle, sogenannte Kryptochrome, in hochaktiven Nervenzellen der Netzhaut nachts ziehender Vögel vorkommen. Im Gegensatz dazu

fehlen die Kryptochrome während der Nacht in der Netzhaut nicht ziehender Arten. Wir konnten zeigen, dass diese Kryptochrome eine Reihe von biophysikalischen Schlüsseleigenschaften besitzen, die sie in idealer Weise in die Lage versetzen, als Magnetfelddetektoren zu wirken. Wir haben außerdem einen bestimmten Bereich des Großhirns namens „Cluster N“ gefunden, das den einzigen Teil des Gehirns eines Zugvogels darstellt, das hochaktiv sensorische Informationen verarbeitet, während der Vogel Magnetkompassorientierung

nutzt. Wir konnten weiterhin zeigen, dass diese Hirnregion bei der Verarbeitung einer Art speziellen Nachtsehens beteiligt ist, das nur Nachts ziehende Vögel zu haben scheinen. Schließlich sind wir derzeit dabei, die kritischen Doppelblindexperimente durchzuführen, die unserer Meinung nach benötigt werden, um schlüssig zwischen den beiden Hypothesen unterscheiden zu können.

Kontakt: Henrik Mouritsen, henrik.mouritsen@uni-oldenburg.de

Klump G (Oldenburg):

Das Gehör der Vögel und die Ökologie der Kommunikation

Die Vielfalt der Vogelgesänge und das reichhaltige Lautrepertoire vieler Arten machen deutlich, welche Rolle die akustische Kommunikation für die Vögel spielt. Anhand des Gesangsrepertoires bzw. der Komplexität der Gesänge können Vögel wahrscheinlich die Qualität eines Partners oder auch die seines Reviers bewerten. Hierbei spielt das Gedächtnis für das Gehörte eine große Rolle. Anhand der gehörten Gesänge kann ein Vogel auch feststellen, wo sich ein möglicher Konkurrent gerade aufhält und daraufhin seine Antwort im Revierverhalten abstimmen. Wie er diese Analyse mit seinem Hörsystem bewerkstelt

ligt, wird an Beispielen erläutert. Wie gut sich ein singender Vogel Gehör verschaffen kann, hängt von seinem Verhalten und der Struktur seiner Laute ab. Hierbei gibt es eine Coevolution von Lautproduktion und den Wahrnehmungsmechanismen des Gehörs, wie an Beispielen erläutert wird. Abschließend wird auf die Problematik des Lärms in der Umwelt eingegangen, der zunehmend Bedeutung für die Kommunikation und damit die Ökologie der Vögel bekommt.

Kontakt: Georg Klump, georg.klump@uni-oldenburg.de

Gahr M (Seewiesen):

Sexuelle Differenzierung des Vogelgesangs

Der Vogelgesang oder bestimmte Gesangstypen dienen bei vielen Vogelarten dem Werben von Sexualpartnern und der Verteidigung von Revieren. Diese Gesänge treten daher vor allem in der Fortpflanzungsperiode auf und/oder werden nur von einem Geschlecht, in der Regel dem männlichen, gesungen, oder die Gesangsformen unterscheiden sich zwischen den fortpflanzungsaktiven Männchen und Weibchen. Diesen Geschlechtsunterschieden im Gesang liegen neuroendokrine Korrelate zugrunde, die ich im Folgenden beispielhaft anhand verschiedener Singvogelarten (Passeriformes, Oscines) diskutiere. Bei allen Singvogelarten müssen die potenziellen Sänger in der Ontogenese zunächst ein neurales Netzwerk von Gehirnzentren entwickeln, das die den Gesang produzierenden Muskeln steuert. Dabei interagieren Sexualhormone (Testosteron und seine östrogenen Metabolite) und genetische Mechanismen, um dieses Gesangssystem zu entwickeln und/oder zu stabilisieren. Fällt die hormonelle Komponente weg, dann enthält das adulte Gesangssystem nur relativ wenige Neurone, und die Tiere, wie etwa die weiblichen Zebrafinken *Taeniopygia guttata*, können nicht singen; selbst dann nicht, wenn man sie als erwachsene Tiere mit Testosteron behandelt. Weiterhin führt diese Art der Entwicklung zu einer großen neu-

roanatomischen Individualität, deren Bedeutung für den Gesang unklar ist. Bei männlichen und weiblichen Tieren, in denen das Gesangssystem einen gewissen Entwicklungsgrad erreicht, treten spontan Gesänge auf, oder Singen lässt sich durch Testosteronbehandlung auch im Erwachsenenalter induzieren, z. B. beim Kanarienvogel *Serinus canaria* und Rotkehlchen *Erithacus rubecula*. Testosteron verändert dabei den neuralen Status des Gesangssystems reversibel, d.h. dem hormonabhängigen Singen liegen neuronale Differenzierungsprozesse zugrunde. Dabei spielt die Aktivität des Neurotrophins „BDNF“ in einem Gesangszentrum, dem HVC, eine wesentliche Rolle. Bei anderen Vogelarten wie dem Mahaliweber *Plocepasser mahali* treten im Adultalter neue Gesangsformen in Abhängigkeit von der sozialen Stellung auf. Dominante Männchen singen einen speziellen Sologesang und pflanzen sich fort, während subdominante Koloniebewohner diesen Gesang nicht können. Diese sozialen Phänotypen unterscheiden sich im Phänotyp ihres Gesangssystems. Ob diese permanente Umstrukturierung von Gehirn und Gesang der Mahaliweber durch Testosteron bewirkt wird ist derzeit unklar.

Kontakt: M. Gahr, gahr@orn.mpg.de

• Vorträge

Winkler H (Wien/Österreich):

Kognition und Hirngröße bei Spechten

Spechte gehören mit Rabenvögeln und Papageien zu den Vogelfamilien mit ausgesprochen großen Hirnen (z. B. Ricklefs 2004; Sultan 2005, was bei manchen Wissenschaftlern Verwunderung ausgelöst hat (Ricklefs 2004). Dies geht vermutlich darauf zurück, dass die Leistungen der Spechte nur Wenigen bekannt sind. Zu wenig bewusst ist Vielen auch die enorme Variation der Hirngrößen bei den Vögeln. So beträgt nach eigenen Messungen das Hirnvolumen bei der 78 g schweren Wanderdrossel *Turdus migratorius* 1,4 ml und bei ihrem europäischen Gegenstück der etwa 83 g schweren Amstel etwa 1,7 ml, während ein ca. 74 g schwerer Buntspecht mit 1,7 ml Hirnvolumen aufwarten kann. Doch auch innerhalb der Spechte gibt es erstaunliche Unterschiede. So misst das Hirn eines 62 g schweren Gelbbrauenspechts *Melanerpes cruentatus* kaum 1,6 ml und bei einem 54 g Dreizehenspecht *Picoides tridactylus* 2,9 ml. Bei all diesen Vergleichen muss das Körpergewicht berücksichtigt werden, da die Größe des Hirns in allometrischer Beziehung zur Körpergröße steht. Vergleiche zwischen Arten müssen daher diese Abhängigkeit berücksichtigen. Die auffällige Variation der Hirngrößen verlangt nach Erklärungen. Aufgrund früherer Befunde bei Singvögeln (Winkler et al. 2004) stellte ich die Hypothese auf, dass auch bei Spechten Zugverhalten mit kleinerem Hirn assoziiert ist. Eine häufig gestellte Frage ist, wie sich Spechte vor möglichen Hirnschäden bei ihrer Hack- und Meißeltätigkeit schützen. Ein Faktor ist dabei die Hirngröße, weil der potentielle Schaden mit der Hirngröße abnimmt (Gibson 2006). Daher wäre zu erwarten, dass intensiv hackende Formen kleinere Hirne haben. Um diese Fragen beantworten zu können analysierte ich die Hirnvolumina von 60 Spechtarten.

Die kognitiven Fähigkeiten der Spechte sind im Detail noch wenig untersucht (Winkler et al. 1995). Das Finden, Aufschließen und nachhaltige Nutzen von Ameisen- und Termitennestern förderten sicherlich die Evolution entsprechender kognitiver Fähigkeiten. Zwar speichern manche Spechtarten Nahrung, verstecken sie aber nicht, was sie von Meisen und Rabenvögeln unterscheidet und keine besonderen kognitiven Anforderungen stellt. Die mit dem hackenden Nahrungserwerb verbundenen Probleme erfordern hingegen große manipulative Fähigkeiten und motorisches Geschick, was mit der besonderen Entwicklung des Kleinhirns einher zu gehen scheint (Sultan 2005). Besondere Erwähnung verdient das Schmiedeverhalten, das in seiner Komplexität dem Gebrauch von Werkzeugen nahe kommt (Winkler 1967). Die Hirnvolumina wurden mittels

Stahlkugeln (\varnothing 0,397 mm, DIN 5401, Fa. Martin) bestimmt, mit denen Spechtschädel aus Museumssammlungen gefüllt wurden. In einem ersten Schritt überprüfte ich, ob es einen starken phylogenetischen Einfluss auf die Hirngröße gibt. Das war nicht für alle Arten möglich, da ich über keine in dieser Hinsicht komplette Phylogenie verfügte. Jedenfalls zeigten die vorläufigen Ergebnisse keinen besonders starken Effekt und die nachfolgenden Ergebnisse beruhen auf Daten, die bezüglich ihrer phylogenetischen Abhängigkeiten statistisch nicht korrigiert worden waren. Wie andere Studien zur Hirngröße von Vögeln fand ich auch in meinen Untersuchungen keinen Zusammenhang zwischen Hirngröße und Sozialverhalten. Für eine erste explorative Analyse führte ich eine multiple Regression mit Körpergröße (Logarithmus), Zugverhalten und dem dominierenden Vorkommen von Hacken bei Nahrungserwerb als Prädiktoren für die Hirngröße (Logarithmus) durch. Abgesehen von der Körpergröße trugen sowohl

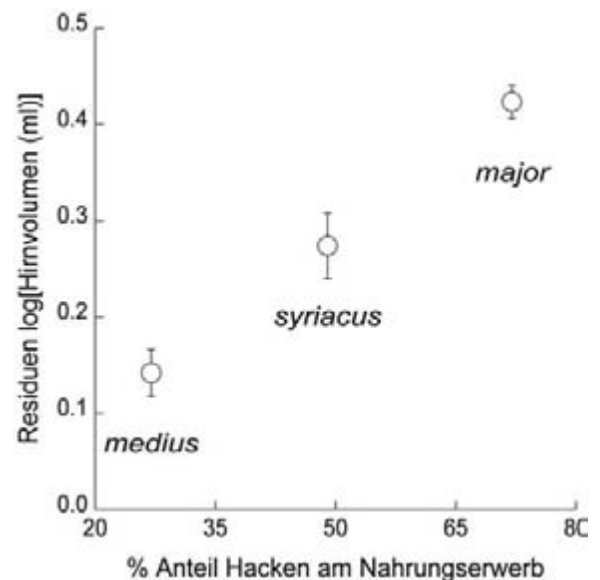


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Hirngröße und Anteil Hacken am Nahrungserwerb bei drei mitteleuropäischen *Dendrocopos*-Arten (Mittel-, Blut- und Buntspecht). Die Residuen beruhen auf einer Regression mit dem Logarithmus der Körpermasse und dem Zugverhalten von 60 Spechtarten als Prädiktoren und dem Logarithmus des Hirnvolumens als abhängiger Variabler. Dargestellt sind Mittelwerte und deren Standardabweichungen; die Unterschiede sind hochsignifikant ($p < 0,00001$).

Zugverhalten ($p < 0,02$) als auch Hacken ($p < 0,0001$) zur statistischen Erklärung der Varianz der Hirngröße bei 60 Spechtarten bei. Wie erwartet korrelierte Zugverhalten negativ mit der Hirngröße. Entgegen der eingangs formulierten Hypothese waren aber Hacken beim Nahrungserwerb und große Hirne miteinander assoziiert. Das trifft auch für drei einheimische Arten zu, deren Hackanteil am Nahrungserwerb bekannt ist (Winkler 1973; Abb. 1; in der Gesamtanalyse wurde Hacken nur mit 1 bzw. 0 kodiert). Die größeren Hirne der Hackspechte könnten mit deren komplexen Nahrungserwerb zusammenhängen oder eine Kompensation für mögliche Hirnschäden darstellen. Diese Fragen werden in weiteren Untersuchungen zu klären sein.

Dank. Für Messungen an einheimischen Arten bedanke ich mich bei Frau Mag. Ch. Noestler. Dank geht auch an das Naturhistorische Museum Wien, Frau Dr. A. Gamauf und das Department of Ornithology am American Museum of Natural History, New York.

Literatur

Gibson LJ 2006: Woodpecker pecking: how woodpeckers avoid brain injury. *J. Zool.* 270: 462-465.
Ricklefs RE 2004: The cognitive face of avian life histories: The

2003 Margaret Morse Nice Lecture. *Wilson Bull.* 116: 119-133.

Sultan F 2005: Why some bird brains are larger than others. *Curr. Biol.* 15: R649-R650.

Winkler H 1967: Das Schmiedenverhalten des Blutspechtes (*Dendrocopos syriacus*). *Egretta* 10: 1-8.

Winkler H 1973: Nahrungserwerb und Konkurrenz des Blutspechtes, *Picoides (Dendrocopos) syriacus*. *Oecologia* 12: 193-208.

Winkler H, Christie D & Nurney D 1995: Woodpeckers. A Guide to the woodpeckers, Piculets and Wrynecks of the World. Pica Press, Sussex.

Winkler H, Leisler B & Bernroider G 2004: Ecological constraints on the evolution of avian brains. *J. Ornithol.* 145: 238-244.

Kontakt: Hans Winkler, K.-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Savoyenstraße 1A, 1160 Wien, Österreich; h.winkler@klivv.oeaw.ac.at

Kulemeyer C, Frahnert S, Bairlein F (Berlin, Berlin, Wilhelmshaven):

3D-Rekonstruktion der Endocranien von Rabenvögeln

Rabenvögel haben außergewöhnliche kognitive Fähigkeiten, die mit denen der Menschenaffen verglichen werden (Emery & Clayton 2004), wie z. B. der Werkzeuggebrauch (Hunt 1996), das quasi episodische Gedächtnis (Clayton & Dickinson 1998) und das Erkennen des eigenen Spiegelbildes (Prior et al. 2008). Außerdem sind die Gehirne der Rabenvögel größer als aufgrund ihrer Körpermasse zu erwarten und ihre relative Größe ist mit denen von Menschenaffen vergleichbar (Emery & Clayton 2004). In vergleichenden Studien über mehrere Familien zeigten zahlreiche verhaltens- und entwicklungsbiologische Variablen eine signifikante Korrelation mit der relativen Gehirngröße (z. B. Reader 2003, Iwaniuk & Nelson 2003). Innerhalb der Rabenvögel wurden das soziale Spielverhalten (Diamond & Bond 2003) und das kooperative Brutverhalten (Iwaniuk & Nelson 2004) mit der relativen Gehirngröße korreliert, die Ergebnisse zeigten jedoch keinen signifikanten Zusammenhang. In dieser Studie wurden die Endocranien von Rabenvögeln mittels Computertomographie (CT) dreidimensional rekonstruiert und die Volumina gemessen. Die relativen Gehirngrößen werden im Zusammenhang mit verhaltens- und entwicklungsbiologischen Variablen diskutiert.

Wir haben 100 Endocranien von 6 Rabenvogelarten, Kolkrabe *Corvus corax*, Nebelkrähe *Corvus corone cornix*, Saatkrähe *Corvus frugilegus*, Dohle *Corvus mone-*

dula, Elster *Pica pica* und Eichelhäher *Garrulus glandarius*, mittels CT 3-dimensional rekonstruiert und deren Volumen gemessen. In den CT-scans war ersichtlich, dass sich die Schädel adulter Rabenvögel hinsichtlich des Pneumatisationsgrades unterschieden und zudem Beschädigungen am Endocranium recht häufig waren. Die Beschädigungen am Endocranium ließen sich bei der 3D-Rekonstruktion ausgleichen.

Um den Einfluss der Pneumatisation, ein Prozess in dem Luftpolster in den das Gehirn überlagernden Knochen einwandern (Winkler 1979), zu untersuchen, wurden die Endocranien vollständig pneumatisierter Schädel zweimal rekonstruiert: einmal ohne und einmal mit dem pneumatisierten Bereich. Der prozentuale Unterschied zwischen den beiden so errechneten Volumina repräsentiert den Unterschied zwischen pneumatisierten und unpneumatisierten Endocranium. Die Größe des Centroids („centroid size“), die aus dreidimensionalen Landmarken am Schädel berechnet wurden (Kulemeyer et al. 2008), wurde als individuelles Maß für die Größe der Rabenvögel erfasst. Die Residuen der doppelt logarithmischen Regression von endocranialem Volumen auf Centroidgröße dienten als Maß für die relative Gehirngröße.

Die dreidimensionale Rekonstruktion der Endocranien aus CT-Scans von Vogelschädeln eignet sich insbesondere, um Beschädigungen am Endocranium und

die Pneumatisation zu berücksichtigen. Der durch die Pneumatisation bedingte Unterschied im endocranialen Volumen beträgt im Artmittel zwischen 12 % und 19 %. Diese Unterschiede aber auch die Beschädigung der Endocranien entgehen der traditionellen Methodik, in dem das Volumen des Endocraniums durch Auffüllen mit Bleischrot gemessen wird (Iwaniuk & Nelson 2002).

Unter den untersuchten Rabenvögeln besitzt der Eichelhäher das kleinste und im Gegensatz dazu die Dohle das größte relative Gehirnvolumen (Abb. 1). Dieser Gegensatz spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Häufigkeiten der Nahrungsspeicherung wieder: Der Eichelhäher speichert am häufigsten Nahrung, während die Dohle am seltensten von den untersuchten Rabenvögeln Nahrung speichert. Diesem Ergebnis entspricht ein negativer Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Nahrungsspeicherung und dem innovativen Verhalten, der bei amerikanischen Rabenvögeln nachgewiesen wurde (Lefebvre & Bolhuis 2003) und darauf hinweist, dass dem Eichelhäher durch die Speicherung von Nahrung seltener Futterknappheit droht und sie sich entsprechend weniger explorativ verhalten.

Den Ergebnissen zu den relativen Gehirngrößen entsprechen außerdem entwicklungsbiologische Daten: Der Eichelhäher hat eine verkürzte Jungenaufzucht, während die Dohle als Höhlenbrüter eine längere Jungenaufzucht hat (Haffer und Bauer 1993, Iwaniuk und Nelson 2003).

Literatur

- Clayton NS & Dickinson A 1998: Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature* 395: 272-274.
 Diamond J & Bond AB 2003: A comparative analysis of social play in birds. *Behaviour* 140: 1091-1115.
 Emery NJ & Clayton NS 2004: The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science* 306: 1903-1907.
 Haffer J & Bauer KM 1993: *Corvidae* – Rabenvögel. In: Glutz von Blotzheim UN & Bauer KM (Hrsg) *Handbuch der Vögel Europas*. Bd. 13, Aula, Wiesbaden: 1947-2022.
 Hunt GR 1996: Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows. *Nature* 379: 249-251.
 Iwaniuk AN & Nelson JE 2003: Developmental differences are correlated with relative brain size in birds: a comparative analysis. *Can. J. Zool.* 81: 1913-1928.

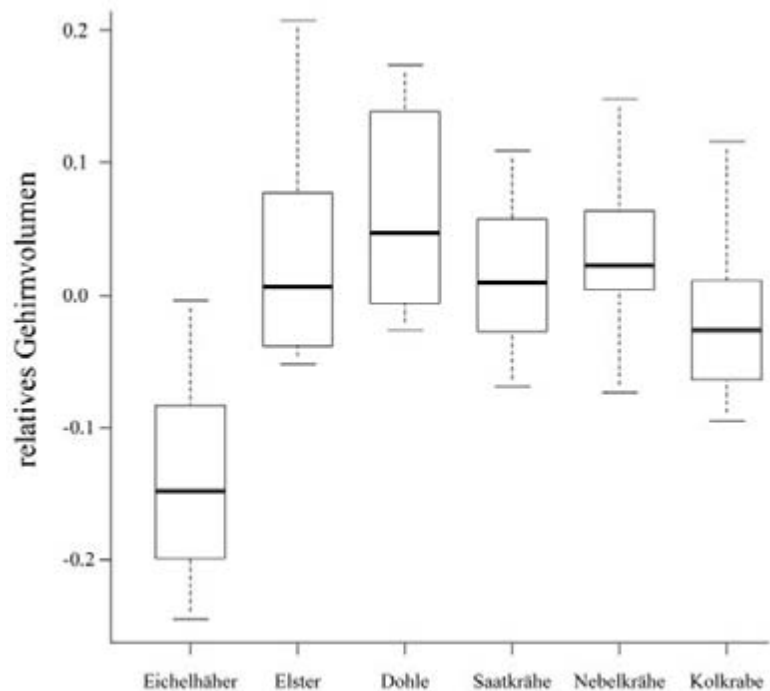


Abb.1: Relative Gehirnvolumen der untersuchten Rabenvögel.

- Iwaniuk, AN & Nelson, JE 2002: Can endocranial volume be used as an estimate of brain size in birds? *Can. J. Zool.* 80: 16-23.
 Iwaniuk, AN & Arnold, KE 2004: Is cooperative breeding associated with bigger brains? A comparative test in the Corvidae (Passeriformes). *Ethology* 110: 203-220.
 Lefebvre L & Bolhuis JJ 2003: Positive and negative correlates of feeding innovations in birds: evidence for limited modularity. In: Reader S & Laland K (Hrsg) *Animal Innovation*, Oxford University Press, New York: 39-61.
 Kulemeyer C, Asbahr K, Gunz P, Frahnert S & Bairlein F 2008: Functional morphology and integration of corvid skulls - a 3D geometric morphometric approach. *Front. Zool.* angenommen.
 Prior H, Schwarz A & Güntürkün O 2008: Mirror-induced behavior in the magpie (*Pica pica*): Evidence of self-recognition. *PLoS Biol* 6: e202.
 Reader SM 2003: Innovation and social learning: individual variation and brain evolution. *Anim. Biol.* 53: 147-158.
 Winkler R 1979: Zur Pneumatisation des Schädeldachs der Vögel. *Ornithol. Beob.* 76: 49-118.

Kontakt: Christoph Kulemeyer, Naturkundemuseum Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, christoph.kulemeyer@museum.hu-berlin.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [46_2008](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Themenbereich "Kognition" Plenarvorträge 271-275](#)