

Spannendes im "Journal of Ornithology"

Pelikane: Ein Beispiel evolutiven „Stillstandes“

Wohl jeder kennt den merkwürdigen Schnabel der Fisch fressenden Pelikane. Dieser einzigartige und hochspezialisierte Schnabel ist nicht nur einer der markantesten, sondern auch einer der am weitesten entwickelten. Ein stark vergrößerter und elastischer Kehlsack ist mit dem Unterschnabel verbunden, der ein zusätzliches Gelenk enthält, was eine starke Dehnung des Kehlsacks ermöglicht. So beträgt das Fassungsvermögen des Schnabels, der bei den größeren Arten fast einen halben Meter lang sein kann, bis zu 13 Liter. Beim Fischen, das oftmals gemeinschaftlich in seichten Gewässern erfolgt, nehmen Pelikane eine große Menge Wasser auf, das sie anschließend aus dem Schnabel herauspressen, bevor sie die darin gefangenen Fische schlucken.

Angesichts der Komplexität dieses Schnabels könnte man erwarten, dass er eine eher moderne Entwicklung repräsentiert und evolutionsgeschichtlich nicht besonders alt ist. Überraschenderweise hat nun ein französisches Forscherteam um Antoine Louchart gezeigt, dass dies keineswegs der Fall ist. Die Wissenschaftler haben ein Pelikan-Fossil aus dem frühen Oligozän beschrieben, das in südostfranzösischem Kalkstein gefunden wurde (Louchart et al. 2010). Sein Alter wird auf etwa 30 Millionen Jahre geschätzt, womit es gut zehn Millionen Jahre älter wäre als der bislang älteste bekannte Pelikan *Miopelecanus gracilis*. Kopf und Schnabel sind detailliert und fast vollständig erhalten, nicht jedoch der Körper. Dennoch ist das Fossil eindeutig als Pelikan erkennbar, denn der Schnabel zeigt verblüffende Ähnlichkeit mit dem heute lebender Pelikane. Zwar weichen die Proportionen geringfügig ab, doch die Morphologie stimmt bis ins Detail überein.

Dementsprechend ist das Fossil, das zur Zeit den Namen NT-LBR-039 trägt, der Gattung *Pelecanus* in der Familie Pelecanidae zugeordnet worden, die auch alle heute lebenden Pelikanarten (je nach Klassifikationssystem sieben oder acht) enthält. Wahrscheinlich entstammt es der Vorfahrenlinie der modernen Pelikane, doch wäre theoretisch auch denkbar, dass NT-LBR-039 gar kein Pelikan ist und es sich bei seinem Schnabel um eine konvergente Entwicklung handelt. Dies halten die Autoren aufgrund der Komplexität des Schnabels jedoch für nahezu ausgeschlossen. Zwar sind durchaus auch komplexe Strukturen unabhängig voneinander in verschiedenen Organismen in Anpassung an ähnliche Umweltbedingungen entstanden, aber der Pelikanschnabel besteht aus mehreren ungewöhnlichen Komponenten, die auf komplizierte Art zusammenwirken. Hier wäre es hilfreich gewesen, auch den Körper mit dem heutiger Pelikane vergleichen zu können.

Die Entdeckung von NT-LBR-039 bietet die seltene Möglichkeit, die Evolution eines Vogelschnabels über einen langen Zeitraum zu betrachten (da Schnäbel zahnlos und eher fragil sind, bleiben sie normalerweise nicht besonders gut erhalten). Dies ist besonders im Vergleich mit Säugetieren interessant, der anderen Gruppe „warmblütiger“ Wirbeltiere. Säugerfossilien haben oft gut erhaltene Zähne, und so konnte gezeigt werden, dass die Zähne sich relativ schnell weiterentwickeln. In einigen Ordnungen, wie den Hasenartigen oder den Nagetieren, haben sich abgeleitete Zahntypen innerhalb nur weniger Millionen Jahre herausgebildet. Die morphologische Evolution der Vögel geht hingegen anscheinend generell eher langsam vonstatten. Da diese Erkenntnis jedoch hauptsächlich auf der Untersuchung des Skeletts ohne den Schädel basiert, wurde argumentiert, es könne sich hierbei eventuell um ein Artefakt handeln. Das Pelikanfossil weist nun tatsächlich auf eine lange Periode evolutiven „Stillstandes“ hin, in der sich die Morphologie des Schnabels kaum verändert hat.

Wie ist dies zu erklären? Louchart et al. (2010) präzisieren zwei mögliche Hypothesen. Einerseits gab es bereits im Oligozän Fische, die der heutigen Beute der Pelikane in Form und Größe ähnlich waren. Da man evolutiven Wandel nur erwarten würde, wenn sich die Umwelt ändert, und der hochspezialisierte Schnabel gut an den Fischfang angepasst ist, könnte eine Veränderung der „bewährten“ Schnabelmorphologie von Nachteil gewesen sein. Eine alternative Erklärung hat mit dem Vogelflug zu tun. Da Fliegen eine extrem energieaufwändige Art der Fortbewegung ist und Vögel leicht und manövrierfähig sein müssen, unterliegt ihr Körperbau gewissen Einschränkungen. Selbst wenn sich Strukturen verändern, die nicht zum Flugapparat gehören, könnte sich dies auf die Flugfähigkeit auswirken. Beispielsweise könnten genetische Korrelationen bestehen, was bedeutet, dass eine Veränderung in einem Merkmal eine Veränderung in einem anderen Merkmal nach sich zieht. Interessanterweise sind bei Säugetieren ähnlich lange evolutive Stasisperioden bislang lediglich von Fledermäusen bekannt, die ebenfalls zum aktiven Flug fähig sind. Allerdings gibt es fliegende Vögel, deren Schnabelmorphologie sich schnell und deutlich verändert hat – das wohl beste Beispiel sind die Darwinfinken auf den Galápagos-Inseln.

Louchart A, Tourment N & Carrier J (2010) The earliest known pelican reveals 30 million years of evolutionary stasis in beak morphology. *J. Ornithol.* DOI 10.1007/s10336-010-0537-5.

Verena Dietrich-Bischoff

Flusseeeschwalbe: Wenn Stehlen sich lohnt

Kleptoparasitismus, das Stehlen von Nahrung, die ein anderes Individuum erbeutet hat, ist im Tierreich weit verbreitet. Besonders gut untersucht ist dieses Verhalten bei Insekten und Spinnen – beispielsweise sind Diebspinnen darauf spezialisiert, gefangene Beutetiere aus den Netzen von Radnetzspinnen zu entwenden – sowie bei Vögeln (Übersicht in Brockmann & Barnard 1979). Bei Sperlingsvögeln kommt Kleptoparasitismus nur selten vor, bei See- und Küstenvögeln jedoch häufig. Die bekanntesten Kleptoparasiten sind Raubmöwen und Fregattvögel, aber auch Möwen und Seeschwalben stehlen gelegentlich Futter von Artgenossen oder Angehörigen anderer Arten. Der Vorteil dieses Verhaltens ist offensichtlich – der „Dieb“ erlangt etwas, das ihm selbst gar nicht zugänglich wäre (so sind etwa Möwen nicht in der Lage, tief zu tauchen, und stehlen von tauchenden Seevögeln erbeutete Fische), oder spart zumindest Zeit und Energie. Allerdings besteht die Gefahr, beim Versuch, einem anderen Individuum etwas abzugewinnen, verletzt zu werden. Das Auftreten solcher „Piraterie“ wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, doch die genauen Zusammenhänge sind nach wie vor nicht ganz klar. Wahrscheinlich spielt z. B. die Art der Nahrung eine Rolle. Dann wäre Kleptoparasitismus besonders bei Fisch oder Fleisch fressenden Arten, die große, gut sichtbare Beutestücke erjagen, zu erwarten. Doch auch kognitive Fähigkeiten sind möglicherweise von Bedeutung, denn eine vergleichende Analyse verschiedener Vogelarten zeigte kürzlich, dass kleptoparasitische Arten relativ große Gehirne haben (Morand-Ferron et al. 2007).

Bei der Flusseeeschwalbe kommt Kleptoparasitismus häufig vor, und offenbar gibt es Individuen, die darauf spezialisiert sind. Sie stehlen Fisch von Artgenossen (und zwar bevorzugt große Meeresfische mit hohem Energiewert) entweder für sich selbst oder Männchen während der Balz auch für ihre Partnerin. Balzfüttern spielt bei dieser Art generell eine wichtige Rolle und verbessert den Ernährungszustand des Weibchens deutlich. Da dieser die Eibildung beeinflusst, wäre denkbar, dass sich Kleptoparasitismus in den frühen Phasen des Brutzyklus positiv auf die Fortpflanzung auswirkt. Zwar konnte eine Studie an Rosenseeschwalben während der Kükenaufzuchtphase zeigen, dass die Küken von Kleptoparasiten schneller wuchsen und besser überlebten als die Küken „ehrlicher“ Eltern (Shealer et al. 2005), doch die frühe Brutphase war diesbezüglich bislang nicht betrachtet worden. Dies haben nun zwei argentinische Wissenschaftler in Zusammenarbeit mit Peter H. Becker vom Institut für Vogelforschung nachgeholt und einen ersten Beleg dafür geliefert, dass Kleptoparasitismus tatsächlich bereits die Eibildung günstig beeinflusst (García et al. 2010). Sie haben Flusseeeschwalben in der Wilhelmshavener Kolonie am Banter See untersucht und in einer früh in der Saison 2008 brü-

tenden Gruppe zehn Männchen als spezialisierte Kleptoparasiten identifiziert. Von 414 beobachteten kleptoparasitischen Attacken waren 15 % erfolgreich, und 20 % der erbeuteten Fische gaben die Männchen an ihre Partnerin weiter. Die Fortpflanzungsleistung dieser Paare wurde mit der einer nicht kleptoparasitischen, 22 Paare umfassenden Kontrollgruppe verglichen.

Es zeigte sich, dass zwischen den beiden Gruppen deutliche Unterschiede bestanden. Zwar war die Gelegegröße gleich (alle außer einem Brutpaar hatten drei Eier), doch war bei den Kontrollpaaren das dritte Ei signifikant kleiner als die beiden ersten, während bei Kleptoparasiten alle Eier gleich groß waren. Auch wenn sich der Schlupferfolg zwischen den Gruppen nicht unterschied, lag die Anzahl ausgeflogener Küken bei kleptoparasitischen Paaren deutlich höher – sie produzierten im Durchschnitt mehr als doppelt so viele Nachkommen wie die Kontrollpaare (wobei nicht untersucht wurde, ob es längerfristige Unterschiede in der Überlebensrate und ggf. dem späteren Fortpflanzungserfolg dieser Küken gab). Dies könnte daran liegen, dass kleptoparasitische Männchen nicht nur ihren Weibchen, sondern später möglicherweise auch ihren Küken mehr Futter bringen. Zusätzlich oder alternativ ist denkbar, dass die geringere Größe des letzten Eis bei Kontrollpaaren deren Fortpflanzungserfolg negativ beeinflusst, d. h. dass die daraus geschlüpften Küken mit größerer Wahrscheinlichkeit sterben.

Angesichts dieser Vorteile von Kleptoparasitismus stellt sich die Frage, weshalb nicht mehr Männchen und nicht die Weibchen selbst dieses Verhalten zeigen. Es wurde beobachtet, dass weibliche Flusseeeschwalben in den Tagen vor der Eiablage viel Zeit am Nest verbringen und von Futterlieferungen durch ihren Partner abhängig sind. Ihre höhere Körpermasse in dieser Phase könnte sie an eigenen Nahrungsflügen sowie kleptoparasitischen Attacken hindern. Bei den Männchen wäre denkbar, dass vielleicht nur Individuen, die besonders groß, schwer, wendig o. ä. sind, als Kleptoparasiten Erfolg haben. Zudem ist Kleptoparasitismus generell frequenzabhängig – zeigen zu viele Tiere in einer Population dieses Verhalten, rentiert es sich nicht mehr, da im Verhältnis zu wenige Individuen selbst auf Beutefang gehen.

Brockmann HJ & Barnard CJ (1979) Kleptoparasitism in birds. *Anim. Behav.* 27: 487-514.

García GO, Becker PH & Favero M (2010) Kleptoparasitism during courtship in *Sterna hirundo* and its relationship with female reproductive performance. *J. Ornithol.* DOI 10.1007/s10336-010-0554-4.

Morand-Ferron J, Sol D & Lefebvre L (2007) Food-stealing in birds: brain or brawn? *Anim. Behav.* 74: 1725-1734.

Shealer DA, Spindel JA, Harfield JS & Nisbet ICT (2005) The adaptive significance of stealing in a marine bird and its relationship to parental quality. *Behav. Ecol.* 16: 371-376.

Verena Dietrich-Bischoff

Hausperling: Was die Färbung der Eier signalisiert

Vogeleier sehen sehr unterschiedlich aus – sie variieren nicht nur in Größe und Form, sondern auch in der Grundfarbe und ggf. dem Fleckenmuster. Eine solche Variation in der Eifärbung lässt sich sowohl zwischen Arten als auch innerhalb einer Art und selbst zwischen verschiedenen Gelegen desselben Weibchens oder innerhalb eines Geleges beobachten. Die Färbung kommt durch Pigmente zustande, die während der Eibildung im Reproduktionstrakt des Weibchens in die Eischale eingelagert werden. Dies wiederum wird von genetischen Faktoren, aber auch von den Umweltbedingungen (z. B. der Verfügbarkeit bestimmter Nahrung) beeinflusst. Man nimmt allgemein an, dass die Färbung einen Nutzen hat (Übersicht in Kilner 2006) – so könnte sie beispielsweise der Tarnung der Eier dienen oder Vögeln, die von Brutparasiten als Wirte benutzt werden, helfen, die eigenen Eier von denen des Parasiten zu unterscheiden. Keine der gängigen Theorien konnte jedoch das Auftreten auffällig blau gefärbter Eier bei vielen Sperlingsvögeln erklären, was zur Formulierung der sexuellen Signalthypothese führte. Diese besagt, dass die Pigmenteinlagerung mit Kosten verbunden und daher limitiert ist, wodurch sich nur Weibchen hoher Qualität gefärbte Eier leisten können. Die Eifärbung würde dementsprechend als Qualitätssignal dienen, auf das die Männchen reagieren sollten (beispielsweise könnten sie sich stärker an der Brutpflege beteiligen, wenn ihr Weibchen durch kräftiger gefärbte Eier seine Qualität signalisiert hat), wäre also sexueller Selektion unterworfen.

Doch worin könnten die Kosten einer solchen Eifärbung bestehen? Zwei der wichtigsten Epigmente sind Biliverdin, das den Eiern eine grünliche oder bläuliche Grundfarbe gibt, und Protoporphyrine, die für rötliche oder bräunliche Flecken sorgen. Biliverdin wirkt im Körper als Antioxidans, d. h. es verhindert durch das Abfangen reaktiver Sauerstoffverbindungen die Oxidation anderer Moleküle und schützt die Zellen auf diese Weise vor oxidativem Stress. Wird nun viel Biliverdin in die Eier eingelagert, fehlt es anderswo im Körper, und während der Legephase ist der oxidative Stress besonders hoch. Nur Weibchen mit einer hohen Antioxidantien-Kapazität sollten also in der Lage sein, bläulich gefärbte Eier zu produzieren. Protoporphyrine hingegen wirken als Prooxidantien, d. h. sie induzieren oxidativen Stress. Eine starke Fleckung der Eier könnte einerseits auf solchen oxidativen Stress hindeuten, andererseits eine hohe oxidative Toleranz anzeigen. In Bezug auf Biliverdin ist die sexuelle Signalthypothese bereits bei einer ganzen Reihe von Vogelarten z. T. mit Hilfe von Experimenten getestet worden, allerdings mit unterschiedlichen Ergebnissen. Einer möglichen Signalwirkung von Protoporphyrinen wurde weniger Beachtung geschenkt, und Studien zweier Blaumeisen-Populationen erbrachten gegensätzliche Befunde.

Wissenschaftlerinnen von der Universität Granada haben diese Zusammenhänge nun an einer in Gefangenschaft gehaltenen Population des Hausperlings untersucht (López de Hierro & De Neve 2010). Diese Art zeigt Variation sowohl in der Grundfarbe der Eier (von weiß bis bläulich) als auch in der Größe, Intensität und Verteilung bräunlicher Flecken. Über einen Zeitraum von vier Jahren konnten unter relativ gleich bleibenden Umweltbedingungen verschiedene Gelege derselben Weibchen hinsichtlich der Eifärbung analysiert werden. Zudem wurden die Gelegegröße und das Alter der Weibchen als Indikatoren individueller Qualität betrachtet. Die Eifärbung unterschied sich deutlich zwischen einzelnen Weibchen, was auf eine genetische Komponente hindeutet. Zudem fanden sich Hinweise, dass die Einlagerung beider Pigmente zumindest kurzfristig innerhalb eines Geleges anscheinend limitiert ist (selbst wenn Futter unbegrenzt verfügbar ist) und daher ein beträchtliches mütterliches Investment reflektiert. Die bläuliche Grundfarbe sowie die Intensität und Größe der Flecken nahmen über die Legefolge ab. Die letzten Gelege in der Saison enthielten zudem mehr weiße Eier als frühere, während die Flecken allerdings dunkler waren. Junge Weibchen und solche mit größeren Gelegen produzierten dichter gefleckte Eier mit intensiveren und größeren Flecken sowie einen größeren Anteil bläulicher Eier. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Pigmenteinlagerungen mit der Qualität der Weibchen zusammenhängen. Allerdings kann die Gelegegröße hier leider nicht als zuverlässiger Qualitätsindikator betrachtet werden, da im Untersuchungszeitraum in der Sperlingspopulation Experimente durchgeführt wurden.

Insgesamt stehen die Befunde im Einklang mit der sexuellen Signalthypothese, doch sind in jedem Fall weitere Studien notwendig, welche die Qualität der Weibchen direkt betrachten und mit der Eifärbung in Verbindung bringen (in der vorliegenden Untersuchung wurden die Tiere nämlich nicht gefangen, sondern lediglich beobachtet). Außerdem könnte die zentrale Annahme der sexuellen Signalthypothese, dass Männchen ihr Verhalten an die Eifärbung anpassen, getestet werden. Grundsätzlich mehren sich die Hinweise, dass in verschiedenen Arten oder unter verschiedenen Umweltbedingungen verschiedene Mechanismen wirken könnten.

Kilner RM (2006) The evolution of egg colour and patterning in birds. *Biol. Rev.* 81: 383-406.

López de Hierro MDG & De Neve L (2010) Pigment limitation and female reproductive characteristics influence egg shell spottiness and ground colour variation in the House Sparrow (*Passer domesticus*). *J. Ornithol.* DOI 10.1007/s10336-010-0520-1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [48_2010](#)

Autor(en)/Author(s): Dietrich-Bischoff Verena

Artikel/Article: [Spannendes im "Journal of Ornithology" 292-294](#)