

Spannendes im "Journal of Ornithology"

Indischer Koel: Wie ein Brutparasit seine Wirtsnester wählt

Auf den ersten Blick erscheint das Leben von Brutparasiten recht bequem – diese Vögel legen ihre Eier in fremde Nester und überlassen die Aufzucht ihrer Küken den Wirtseltern. Insgesamt sind etwa 1 % aller Vogelarten obligate Brutparasiten, darunter 59 von 141 Kuckucksarten, die nordamerikanischen Kuhstärlinge, einige afrikanische Finken und Honiganzeiger. Der Fortpflanzungserfolg dieser Arten hängt stark von der Anzahl und Qualität vorhandener potenzieller Wirte ab. Während sich manche Brutparasiten auf eine bestimmte Wirtsart spezialisiert haben, sind andere Generalisten, die verschiedene Wirtsarten nutzen können (die oft allerdings unterschiedlich gut geeignet sind). Da Parasitismus für die Wirte von Nachteil ist, sollten sie Strategien zur Abwehr von Brutparasiten evolvieren. Um erfolgreich zu sein, müssen die Parasiten dann wiederum Gegenanpassungen entwickeln – es findet ein „evolutives Wettrüsten“ statt. Manche Wirtsvögel erkennen beispielsweise fremdartig aussehende Eier, was dann dazu führen kann, dass die Eier eines Brutparasiten denen seines Wirts ähneln. Eine generelle Verteidigungsstrategie von Wirtsvögeln ist, Parasitismus von vornherein zu verhindern. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen – durch besonders gute Tarnung der Nester, Eiablage zu Zeiten, in denen der Parasit nicht in der Gegend oder nicht aktiv ist, oder erhöhte Wachsamkeit und aggressives Verhalten gegenüber Brutparasiten. Dabei könnte das Brüten in Kolonien von Vorteil sein, da ein Eindringling hier leichter entdeckt und abgewehrt werden kann.

Die erste Herausforderung, der sich Brutparasiten gegenübersehen, ist also, die Nester geeigneter Wirtseltern ausfindig zu machen und zum richtigen Zeitpunkt (wenn das Wirtweibchen selbst Eier legt) in einem unbeobachteten Moment ein Ei zu deponieren. Oftmals muss ein Brutparasiten-Weibchen mehrere Nester gleichzeitig überwachen, und es wurde gezeigt, dass während der Brutsaison der Hippocampus, eine Hirnregion, die für die räumliche Orientierung wichtig ist, vergrößert ist (Clayton et al. 1997). Für das effiziente und erfolgreiche Auffinden und Überwachen von Wirtsnestern sollte eine Reihe von Faktoren von Bedeutung sein. Eine Forschergruppe von der Universität Trondheim hat erstmals untersucht, nach welchen Kriterien der Indische Koel (*Eudynamis scolopacea*) in einem 200 ha großen Untersuchungsgebiet in Bangladesch seine Wirtsnester auswählt. Dieser Vogel gehört zu den Kuckucken, ist jedoch kein Insekten-, sondern ein Fruchtfresser, und seine Jungen werfen die Wirtsjungen normalerweise nicht aus dem Nest. Oft legt ein

Weibchen mehr als ein Ei in ein Wirtsnest, und die Eier unterscheiden sich von denen des Wirts in Größe und Farbe. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass der Indische Koel verschiedene Sperlingsvögel als Wirte nutzt; im Untersuchungsgebiet sind dies Schachwürger (*Lanius schach*), Hirtenstar (*Acridotheres tristis*) und Glanzkrähe (*Corvus splendens*). In den zwei Jahren der Studie wurde der Hirtenstar am häufigsten als Wirt gewählt – 44 von 65 Nestern waren parasitiert. Beim Schachwürger wurden Koel-Eier in 25 von 54 Nestern gefunden, bei der Glanzkrähe in lediglich 8 von 74.

Die Wissenschaftler haben parasitierte und nicht parasitierte Nester dieser drei Wirtsarten hinsichtlich verschiedener Kriterien, die bei der Wirtsnestwahl anderer Brutparasiten eine Rolle spielen, verglichen und sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede gefunden. Bei allen drei Arten hing das Parasitierungsrisiko von der Entfernung zu Früchte tragenden Bäumen, in denen der Koel sich hauptsächlich aufhält, ab. Nester, die sich in größerer Nähe zu solchen Bäumen befanden, wurden mit größerer Wahrscheinlichkeit parasitiert. Daher wäre es interessant zu untersuchen, ob die Wirtsvögel Territorien in größerer Entfernung zu Früchte tragenden Bäumen bevorzugen. Der vom heimischen Kuckuck (*Cuculus canorus*) parasitierte Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) meidet beispielsweise Nistplätze in der Nähe von Bäumen, von denen aus der Kuckuck eine gute Sicht hat (Øien et al. 1996). Auch das Nestvolumen der Wirtsnester war für den Koel von genereller Bedeutung – bei allen drei Wirtsarten war das Parasitierungsrisiko für größere Nester höher. Hierfür gibt es mehrere mögliche Erklärungen. Zum einen sind größere Nester sicherlich leichter zu finden als kleinere. Zum anderen dauert es länger, größere Nester zu bauen, und die erhöhte Aktivität der Wirtsvögel könnte die Position des Nestes verraten. Alternativ könnten Brutparasiten größere Nester aktiv bevorzugen, falls diese eine hohe Qualität des Territoriums und/oder der Wirtseltern anzeigen, wovon die Parasitenküken profitieren würden. Bei Hirtenstar und Glanzkrähe, deren Nester generell schlecht getarnt und gut sichtbar sind, wodurch der Koel sie unabhängig von ihrer Größe und der Aktivität der Wirtsvögel finden sollte, könnte dies durchaus eine Rolle spielen. Hirtenstare benutzen allerdings manchmal Nester anderer Arten, und dann wäre die Größe kein zuverlässiger Qualitätsanzeiger mehr. Interessanterweise bestand beim Hirtenstar als einziger Wirtsart ein positiver Zusammenhang zwischen dem Parasitierungsrisiko und der Gelegegröße, die allgemein als Qualitätsindikator betrachtet wird.

Auch andere Faktoren unterschieden sich zwischen den drei Wirtsarten. Die Entfernung zum nächsten aktiven Nest eines Artgenossen war bei Schachwürgern und Glanzkrähen für nicht parasitierte Nester kürzer (in der Tat brüteten alle parasitierten Glanzkrähen und die meisten parasitierten Schachwürger solitär und nicht in Kolonien), spielte jedoch keine Rolle bei Hirtenstaren. Bei Schachwürgern war zudem die Höhe des Nests von Bedeutung – parasitierte Nester befanden sich in geringerer Höhe über dem Boden, wo Laub und Gestrauch vermutlich spärlicher sind, was die Entdeckung der Nester erleichtern sollte (Würgernester sind deutlich kleiner als die Nester der anderen beiden Wirtsarten und deshalb für den Koel generell schwieriger zu finden). Glanzkrähen und Hirtenstare waren später in der Saison einem höheren Parasitierungsrisiko ausgesetzt als zu Beginn; die ersten Paare vermieden Parasitismus, weil der Koel noch nicht mit der Brut begonnen hatte. Bei Schachwürgern, deren Brutsaison komplett mit der

des Parasiten überlappte, spielte der Zeitpunkt hingegen keine Rolle. Insgesamt sind für den Koel bei der Nutzung der Nester der verschiedenen Wirtsarten also ähnliche Faktoren von Bedeutung, doch gibt es einige artspezifische Unterschiede. Detailliertere Untersuchungen, insbesondere zur Rolle der Qualität der Wirtseltern, sollten weitere interessante Erkenntnisse liefern.

Begum S, Moksnes A, Røskaft E & Stokke BG 2011: Factors influencing host nest use by the brood parasitic Asian Koel (*Eudynamis scolopacea*). J. Ornithol. DOI 10.1007/s10336-011-0652-y.

Clayton NS, Reboreda JC & Kacelnik A 1997: Seasonal changes of hippocampus volume in parasitic cowbirds. Behav. Proc. 41: 237-243.

Øien IJ, Honza M, Moksnes A & Røskaft E 1996: The risk of parasitism in relation to the distance from Reed Warbler nests to Cuckoo perches. J Anim. Ecol. 65: 147-153.

Verena Dietrich-Bischoff

Spießente: Vermännlichte Weibchen

Die Spießente (*Anas acuta*) ist eine in der Holarktis verbreitete Entenart, bei der sich während der Brutzeit die Geschlechter leicht auseinander halten lassen. Während die Weibchen einer weiblichen Stockente nicht unähnlich sehen, haben die Erpel im Prachtkleid einen dunkelbraunen Kopf mit einem schmalen weißen Keil, eine weiße Brust und lange, spitz ausgezogene Schwanzfedern. Allerdings ist nicht jedes Tier, das solche Gefiedermerkmale aufweist, tatsächlich ein Männchen, denn bei dieser Art treten gelegentlich „vermännlichte“ Weibchen auf!

Zwei japanische Wissenschaftler haben dieses Phänomen im Hyo-ko Wasservogel-Park in Niigata in Japan näher untersucht (Chiba & Honma 2011). Sie wollten wissen, wie häufig solche vermännlichten Weibchen tatsächlich vorkommen, wie deutlich die männlichen Gefiedermerkmale ausgeprägt sind und womit die Vermännlichung zu tun haben könnte. Während einer zehnjährigen Feldstudie in dem 30 ha großen Park, der vielen Zugvögeln als Überwinterungs- oder Rastgebiet dient, wurden die anwesenden Spießenten regelmäßig gezählt und möglichst viele der anomal gefärbten Weibchen gefangen. Zudem wurde das Sexual- und Sozialverhalten einiger dieser Weibchen beobachtet und mit dem normaler Vögel verglichen. Einige Tiere wurden seziiert und ihre inneren Organe untersucht.

Anomal gefärbte Spießenten-Weibchen waren in jedem Beobachtungsjahr vorhanden, und es waren sowohl juvenile als auch adulte Vögel betroffen. Interessanterweise sah ein Tier in den ersten drei Wintern der Studie wie ein normales Weibchen aus und entwickelte erst nach der Mauser im darauffolgenden Herbst ein männliches Gefieder. Insgesamt wurden 15 vermännlichte Individuen

gefangen und beringt. Außerdem wurden zwölf unberingte Tiere mit ähnlichen Merkmalen beobachtet. Schätzungen ergaben, dass insgesamt 0,01 bis 0,18 % (im Mittel 0,07 %) des lokalen Bestandes vermännlicht waren; dies entspricht etwa 3800 bis 8500 Weibchen. Die 15 gefangenen Tiere unterschieden sich in ihren äußeren Merkmalen stark voneinander und wurden in drei Gruppen eingeteilt. Sieben Weibchen zeigten deutliche Vermännlichung und ähnelten dem Erpel im Prachtkleid, wobei geringe Unterschiede vorhanden waren, die eine Identifizierung dieser Vögel erlaubten. Zwei Tiere waren nur teilweise vermännlicht, und sechs Tiere wiesen ein intermediäres Gefieder auf. Morphologisch waren alle eindeutig weiblich, da kein Penis vorhanden war. Auch bezüglich Flügellänge und Körpermasse ähnelten sie normalen Weibchen. Die Länge ihrer Schwanzfedern war allerdings vergleichbar mit der von Männchen.

Die anatomische Untersuchung von acht dieser vermännlichten Weibchen offenbarte zudem, dass Eileiter und Stimmkopf weiblich ausgeprägt waren. Allerdings war bei allen Tieren der linke Eierstock degeneriert (der rechte Eierstock ist bei Vogelweibchen generell zurückgebildet, um das Körpergewicht für energieeffizienteren Flug zu reduzieren). Eine solche Degeneration des funktionsfähigen Eierstocks wurde bei normalen Weibchen niemals beobachtet (selbst dann nicht, wenn die Tiere sehr alt waren) und ist sehr wahrscheinlich die Hauptursache des männlichen Gefieders. Bei Vögeln werden Geschlechtsbestimmung und äußere Geschlechtsmerkmale wie das Gefieder von genetischen und hormonellen Faktoren reguliert, wobei die genauen Mechanismen noch unklar sind (Smith 2010). Sexualhormone können

allerdings nur gebildet werden, wenn die Geschlechtsdrüsen normal funktionieren. Eine frühere Untersuchung einiger Spießenten-Weibchen mit degenerierten Eierstöcken hatte gezeigt, dass sie deutlich geringere Mengen des weiblichen Sexualhormons Östradiol im Blut hatten als normale Weibchen; ihre Östradiol-Konzentration entsprach etwa der von Männchen (Chiba et al. 2004). Sexualhormone beeinflussen auch das Sexualverhalten. Zwar waren die vermännlichten Weibchen generell sexuell inaktiv, doch zeigte ein Tier interessanterweise ein Element des männlichen Balzverhaltens.

Was sind nun die Gründe für die Rückbildung des linken Eierstocks? Leider wissen die Forscher dies bislang nicht genau. Sie sind sich jedoch recht sicher, dass Fehlbildungen der Geschlechtschromosomen oder Hybridisierung (Paarung von Angehörigen verschiedener Arten, die i. d. R. in sterilen Nachkommen resultiert) wohl keine Rolle spielen (Chiba et al. 2004). Stattdessen könnten sogenannte endokrine Disruptoren verantwortlich sein. Dies sind Stoffe, die natürlich in der Umwelt vorkommen oder aber synthetischen Ursprungs sind und das Hormonsystem von Tieren (und auch Menschen) stören. Dies kann besonders während bestimmter Entwicklungsphasen weitreichende negative Konsequenzen haben (Colborn et al. 1993), beispiels-

weise für die Fortpflanzung. Bei Möwen führte eine Injektion des Pestizids DDT in Eier zu verweiblichten Männchen, die Eierstockgewebe und Eileiter ausbildeten (Fry & Toone 1981). Die potenzielle Bedeutung endokriner Disruptoren für die beobachtete Vermännlichung weiblicher Spießenten sollte in jedem Fall weiter untersucht werden.

Chiba A & Honma R 2011: A study on the Northern Pintail (*Anas acuta*) females with masculinized plumage: their prevalence, morphological and behavioral traits, and reproductive organs. *J. Ornithol.* DOI 10.1007/s10336-011-0654-9.

Chiba A, Sakai H, Sato M, Honma R, Murata K & Sugimori F 2004: Pituitary-gonadal axis and secondary sex characters in the spontaneously masculinized Pintail, *Anas acuta* (Anatidae, Aves), with special regard to the gonadotrophs. *Gen. Comp. Endocrinol.* 137: 50-61.

Colborn T, vom Saal FS & Soto AM 1993: Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. *Env. Health Persp.* 101: 378-384.

Fry DM & Toone CK 1981: DDT-induced feminization of gull embryos. *Science* 213: 922-924.

Smith CA 2010: Sex determination in birds: a review. *Emu* 110: 364-377.

Verena Dietrich-Bischoff

Sumpfschwalben: Die Effekte des Alterns

Die Frage, wie und weshalb Organismen altern, ist auch für uns Menschen von großem Interesse, und auf diesem Gebiet wird zurzeit intensiv geforscht. Das biologische Altern umfasst den fortschreitenden und irreversiblen Verlust von Körperfunktionen, an dessen Ende der Tod steht. Der Begriff Seneszenz beschreibt das degenerative Stadium des Alterns, das mit einem erhöhten Sterberisiko und/oder einer erniedrigten Fortpflanzungsleistung einhergeht. Typische Organismen zur Erforschung von Altern und Seneszenz sind kurzlebige Labortiere wie die Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* und der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*, doch werden zunehmend auch Untersuchungen an wildlebenden Säugetieren und Vögeln durchgeführt. Interessanterweise leben Vögel generell deutlich länger als Säugetiere vergleichbarer Körpergröße, und das obwohl sie höhere Stoffwechselraten haben und somit wahrscheinlich stärkerem oxidativen Stress ausgesetzt sind. Diese mutmaßliche Fähigkeit der Vögel, Seneszenz zu verzögern, macht sie zu viel versprechenden Forschungsobjekten, deren Studie möglicherweise Aufschluss über lebensverlängernde physiologische Mechanismen gibt (Übersicht in Holmes & Martin 2009).

Seneszenz in wildlebenden Tieren zu dokumentieren, ist generell eher schwierig. Zum einen wird die Lebensspanne selbstverständlich nicht nur durch natürliches

Altern beeinflusst, sondern auch durch äußere Faktoren wie Prädation oder harsche Wetterbedingungen. Zum anderen sind hierfür eine zuverlässige Altersbestimmung sowie wiederholte Messungen der Stoffwechselfunktionen von Individuen notwendig. Die in Nordamerika weit verbreitete Sumpfschwalbe (*Tachycineta bicolor*), eine für ethologische, ökologische und physiologische Studien häufig genutzte Modellart, ist für die Untersuchung von Alterungsprozessen jedoch recht gut geeignet. Individuen können in großer Zahl beprobt werden, da Sumpfschwalben semi-koloniale Höhlenbrüter sind, die bereitwillig künstliche Nisthöhlen annehmen. Bei einer maximalen Lebenserwartung von acht bis elf Jahren und einem Durchschnittsalter von zwei bis drei Jahren ist es zudem möglich, einzelnen Vögeln im Rahmen einer Feldstudie über ihre gesamte Lebenszeit zu folgen, und da diese Zugvogelart überaus brutortstreu ist, kann der Wiederfang als Indikator für das Überleben eines Tieres herangezogen werden. In einem Übersichtsartikel haben drei Wissenschaftler von der Iowa State University nun aktuelle Befunde zum Altern von Sumpfschwalben zusammengestellt (Vleck et al. 2011).

Wie bei vielen anderen Vögeln auch (z. B. Wanderalbatrossen *Diomedea exulans*; Lecomte et al. 2010) lässt sich bei Sumpfschwalben eine altersbedingte Abnahme der Überlebenswahrscheinlichkeit und Fortpflanzungs-

leistung beobachten (wobei hier der Fortpflanzungserfolg bis zu einem mittleren Alter zunächst ansteigt). Die physiologischen Mechanismen des Alterns sind vielfältig, doch zwei Faktoren sind bei Sumpfschwalben intensiv untersucht worden. Individuen, die älter als vier Jahre sind, haben kürzere Telomere und ein schlechteres Immunsystem als jüngere Tiere.

Telomere sind repetitive DNA-Sequenzen, welche die Enden der Chromosomen vor Fusion mit anderen Chromosomen schützen und für die Stabilität des Genoms wichtig sind. Bei jeder Zellteilung werden die Telomere kürzer, d. h. Altern geht normalerweise mit einer Telomerverkürzung einher. Dies ist auch bei Sumpfschwalben zu beobachten, und die Telomerlänge einjähriger Weibchen sagt ihr späteres Überleben vorher. Es ist allerdings noch unklar, ob dies ein direkter Effekt ist oder ob andere Faktoren wie zunehmender oxidativer Stress sowohl das Überleben als auch die Verkürzung der Telomere beeinflussen. Das Enzym Telomerase kann Telomere verlängern, doch ist es normalerweise nur in einem frühen Entwicklungsstadium und in Stammzellen hinreichend aktiv. An Vögeln gewonnene Daten deuten darauf hin, dass die Telomerase-Aktivität im Körpergewebe bei langlebigen Arten wie Wellenläufern (*Oceanodroma leucorhoa*) und Flussschwalben (*Sterna hirundo*) ein Leben lang hoch bleiben kann, bei kurzlebigen Arten wie Sumpfschwalben jedoch herunterreguliert wird (Hausmann et al. 2007).

Eine altersbedingte Verschlechterung des Immunsystems (Immunseneszenz) verringert ebenfalls die Überlebenswahrscheinlichkeit, da sie zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Infektionen, Autoimmunkrankheiten und Krebs führt. Bei Sumpfschwalben offenbaren einige, aber nicht alle Komponenten des Immunsystems Seneszenz. Während die zelluläre Immunantwort (T-Killerzellen) mit dem Alter abnimmt, bleibt die humo-

rale Immunantwort (Antikörper) mehr oder weniger konstant. Mit Hilfe eines Experiments wurden die Fitnesskonsequenzen von Immunseneszenz für brütende Weibchen untersucht. Die Forscher simulierten eine bakterielle Infektion durch Injektion von Lipopolysacchariden (LPS), Molekülen, die in der äußeren Membran bestimmter Bakterien vorkommen und auf die der Körper mit Aktivierung des Immunsystems und Krankheitssymptomen reagiert. Ältere LPS-injizierte Weibchen zeigten Immunseneszenz in ihrer zellulären Immunantwort und stärkere Krankheitssymptome als jüngere, verloren an Körpermasse und reduzierten die Anzahl der Nestbesuche. Zudem wuchsen die Küken dieser Weibchen langsamer, was darauf hindeutet, dass sie weniger Zeit und Energie in Brutpflege investierten. Weitere Langzeit-Untersuchungen, beispielsweise hinsichtlich der genauen Rolle von oxidativem Stress, sind in diesen Sumpfschwalbenpopulationen geplant und werden sicherlich dazu beitragen, unser Verständnis von Alterungsprozessen zu verbessern.

Vleck CM, Vleck D & Palacios MG 2011: Evolutionary ecology of senescence: a case study using Tree Swallows, *Tachycineta bicolor*. J. Ornithol. DOI 10.1007/s10336-010-0629-2.

Hausmann MF, Winkler DW, Nisbet ICT, Huntington CE & Vleck CM 2007: Telomerase activity is maintained throughout the lifespan of long-lived birds. Exp. Gerontol. 42: 610-618.

Holmes D & Martin K 2009: A bird's-eye view of aging: what's in it for ornithologists? Auk 126: 1-23.

Lecomte VJ, Sorci G, Cornet S, Jaeger A, Faivre B, Arnoux E, Gaillard M, Trouve C, Besson D, Chastel O & Weimerskirch H 2010: Patterns of aging in the long-lived Wandering Albatross. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 107: 6370-6375.

Verena Dietrich-Bischoff