

Nahrungswahl, Immunkompetenz und Parasiten-Wirt-Beziehungen bei einer ziehenden Singvogelart

Benjamin J. Metzger

Metzger B J 2012: Diet selection, immune-competence, and parasite-host interactions in a migratory songbird. *Vogelwarte* 50: 39-40.

Dissertation an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften, betreut durch Prof. Dr. Franz Bairlein.

✉ BJM: 57/28, Triq Abate Rigord, Ta' Xbiex XBX 1120, Malta, E-Mail: blmresearcher@gmail.com

Auf ihren Wanderungen durchqueren Zugvögel ganz unterschiedliche Lebensräume, rasten auf dem Zug häufig in großen Konzentrationen und überwintern in Habitaten, die sich von den Brutgebieten extrem unterscheiden können. Daher wird angenommen, dass Zugvögel einer besonders großen Vielfalt an Parasiten und Pathogenen (Krankheitserregern) ausgesetzt sind. Definitionsgemäß verursachen Parasiten ihren Wirten Kosten, indem sie z. B. Wirtszellen und Wirtsgewebe zerstören und den Wirten Energie in Form von Nährstoffen entziehen. Wie andere Wirbeltiere auch, sind Vögel mit einem komplexen Immunsystem ausgestattet, das es ihnen ermöglicht, Infektionen abzuwehren oder unterhalb einer Toleranzschwelle zu halten. Die Aktivierung und Aufrechterhaltung einer Immunabwehr ist jedoch ebenfalls kostspielig. Wir haben daher angenommen, dass diese zusätzlichen Belastungen einer Immunantwort für einen Vogel, der auf einem Langstreckenflug physiologisch ohnehin schon stark beansprucht ist, einen Schwellenwert überschreiten könnten, ab dem sie für den Organismus schädlich werden. Zur Überprüfung dieser Hypothese haben wir im Experiment die spezifische primäre Immunantwort von jungen Gartengrasmücken *Sylvia borin* gemessen. Vögel der einen Versuchsgruppe befanden sich dabei im „Zugmodus“ im Herbst (Zugunruhe, starke Fettdeposition), während die Vögel der anderen Gruppe physiologisch in einer stationären Phase im Spätwinter (ohne Depotfett) waren. Mittels ELISA (Enzyme Linked Immunosorbant Assay) wurde der Antikörperanstieg nach Impfung mit Diphtherie-Tetanus (DT) Impfstoff gemessen. Nur Vögel ohne größere Fettdepots in der stationären Phase im Winter, nicht jedoch die fetten, zugaktiven Vögel zeigten eine Immunantwort auf die DT-Antigene. Unsere Ergebnisse lassen demnach den Schluss zu, dass Gartengrasmücken eine physiologisch kostspielige humorale Immunantwort auf ihnen unbekannte Antigene vermeiden, wenn sie zugaktiv sind, nicht jedoch, wenn sie sich in einem stationären „Überwinterungsmodus“ befinden.

In Vorbereitung auf den Zug gehen viele insektivore Singvogelarten zu Frugivorie über. Dieser Nahrungswechsel ermöglicht ihnen den Aufbau großer Fettreserven, welche die Hauptenergiespeicher für Langstreckenflüge darstellen. Früchte enthalten allerdings nicht nur eine große Menge an Nährstoffen, wie Zucker und Fette, sondern auch sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, unter anderem Pflanzenpigmente wie z. B. essenzielle Karotinoide oder Anthozyane. Diese sind seit längerem für ihre anti-oxidativen und das Immunsystem verbessernden Eigenschaften bekannt. Wir gingen davon aus, dass Karotinoide ziehenden Vögeln dabei helfen können, die erhöhte oxidative Belastung auf ausdauernden Langstreckenflügen abzuf puffern und mit auf dem Zug drohenden Parasitosen besser zurechtzukommen. Wir konnten in vivo zeigen, dass lipophile Karotinoide in den Fettdepots zugbereiter Vögel eingelagert werden, von wo aus sie bei erhöhtem Bedarf, beispielsweise bei einer akuten Infektion mit Darmparasiten (*Isoospora* spp.), remobilisiert werden können (Metzger & Bairlein 2010).

Wegen ihrer anti-oxidativen und das Immunsystem stimulierenden Wirkung einerseits und ihrer Signalwirkung als farbige Pigmente andererseits spielen Karotinoide bei etlichen Vogelarten eine wichtige Rolle in der Ausprägung sexuell selektierter Merkmale, die über ihre Farbintensität als „ehrlche Signale“ die Fitness und körperliche Konstitution des Vogels widerspiegeln können. Daher könnten sich Vögel mit karotinhaltenen Gefiederpartien in dem Konflikt befinden, Karotinoide aus der Nahrung entweder in momentane Immunfunktionen oder in sexuelle Ornamentik zur potenziellen Erhöhung der Fitness zu investieren. Das führte zur Hypothese, dass diese Vögel ihre Karotinoidaufnahme möglichst maximieren sollten. Allerdings können Karotinoide auch pro-oxidative Eigenschaften haben und bei übermäßiger Aufnahme toxisch wirken. Daraus folgerten wir, dass sich die Optimaldosis von Karotinoiden mit den jeweils aktuellen Bedürfnissen eines Vogels ändern kann, und stellten die Hypothese auf, dass Vögel

über Mechanismen verfügen, den Karotinoidgehalt in ihrer Nahrung zu bestimmen und ihren Nahrungserwerb diesbezüglich zu optimieren. Wir konnten zeigen, dass Gartengrasmücken die Karotinoide in der Nahrung tatsächlich erkennen, selbst wenn ihre Sichtbarkeit durch Lebensmittelfarben verdeckt war.

Darüber hinaus hatten die Vögel unter konstanten Bedingungen eine individuelle Konsistenz in ihren Aufnahmeleistungen (Catoni et al. 2010). Außerdem konnten wir nachweisen, dass eine Supplementierung mit Karotinoiden speziell bei mittlerer Dosierung die Immunkompetenz von Gartengrasmücken verbessert und die Infektionsintensität einer akuten Kokzidiose (*Isospora* spp.) verringert.

In so genannten Nahrungswahl- oder „Cafeteria“-Experimenten belegten wir erstmals Selbstmedikation bei Vögeln in Form einer Anpassung der Karotinaufnahme an einen veränderten Bedarf. Nach experimenteller Infektion mit *Isospora* spp. erhöhten Gartengrasmücken die Aufnahmeleistung essenzieller Karotinoide, was ihre Infektionsintensität in der akuten Phase verringerte.

Koevolutive Prozesse zwischen Zugvögeln und ihren Parasiten führen häufig zu hoher Wirtsspezifität mit starker Anpassung des Parasiten an den Lebenszyklus seines Wirts und die sich durch die Wanderungen des Wirtes verändernden äußeren Umweltbedingungen. Beispielsweise zeichnen sich aviäre *Isospora*, einzellige Darmparasiten von Singvögeln, durch eine strenge Tagesperiodik in ihrem Lebenszyklus aus (die Oozysten erscheinen nur am Nachmittag im Kot). Die Periodizität dient der Vermeidung von Austrocknung und hoher UV-Strahlung in der Zeit der Sporulation und erhöht die Infektionswahrscheinlichkeit durch Ausscheidung an Orten, an denen die Wirte am Nachmittag auf Nahrungssuche gehen. Dieses zeitliche Muster findet man bei *Isospora* spp. von den Tropen bis in die gemäßigten Breiten. Äußerlich wird es vom Tagesgang des Lichts bzw. vom korrespondierenden Melatoninpegel im Blut des Wirtes gesteuert. Wir konnten diese tageszeitliche Periodizität zum ersten Mal unter Polartag-Bedingungen der Hocharktis nachweisen, indem wir den Tagesgang der Oozysten von *Isospora*-Parasiten der Schneeammer *Plectrophenax nivalis* auf Spitzbergen

bestimmten. Damit stehen *Isospora* spp. in der Hocharktis wohl unter dem gleichen Selektionsdruck, die Synchronisierung in der Oozystenausscheidung aufrecht zu erhalten, wie aviäre *Isospora* aus anderen Zonen. Sie haben vermutlich alternative Zeitgeber evolviert, um die Periodizität unter Polartag-Bedingungen beizubehalten (Dolnik et al. 2011).

Weltweit wächst die Sorge, dass ziehende Vögel Pathogene in sich tragen und damit Krankheiten über große Distanzen hinweg verbreiten könnten. Im Fokus stehen dabei überwiegend aviäre Pathogene mit potenziell humanpathogener Relevanz. In einer Literaturstudie evaluierten wir sorgfältig die Rolle von Zugvögeln bei der Verbreitung von neu aufkommenden zoonotischen Infektionskrankheiten. Wenngleich vor dem Hintergrund des Klimawandels Pathogene wie Westnil-, Usutu- und hoch pathogene Aviäre Influenza-Viren von ziehenden Vögeln vermehrt verbreitet werden könnten, gibt es dafür kaum Evidenzen. Als wahrscheinlicher gilt die Ausbreitung von Vogelkrankheiten in Gebiete, deren Avifaunen eine lange Koevolutionsphase fehlt, was fatale Konsequenzen für residente Vögel nach sich ziehen kann, wie es bei der Vogelmaria auf Hawaii und Westnil-Viren in Nordamerika bereits der Fall war (Bairlein & Metzger 2008).

Bereits veröffentlichte Kapitel der Dissertation:

- Bairlein F & Metzger BJ 2008: Klimawandel und Zugvögel und ihre Rolle bei der Verbreitung von Infektionskrankheiten – zunehmende „Gefahr“ in Zeiten klimatischer Veränderung? In: Lozan JL, Graßl H, Jendritzky G, Karbe L & Reise K (Hrsg.) Warnsignal Klima – Gesundheitsrisiken: 198-205. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- Catoni C, Metzger BJ, Schaefer M & Bairlein F 2010: Garden Warbler, *Sylvia borin*, detect carotenoids in food but differ strongly in individual food choice. *J. Ornithol.* 152: 153-159.
- Dolnik O, Metzger BJ & Loonen M 2011: Keeping the clock set under midnight sun: Diurnal periodicity and synchrony of avian *Isospora* parasites cycle in the High Arctic. *Parasitology* 138: 1077-1081.
- Metzger BJ & Bairlein F 2010: Fat stores in a migratory bird: A reservoir of carotenoid pigments for times of need? *J. Comp. Physiol. B* 181: 269-275.