

Themenbereich „Ökologische Immunologie“

• Plenarvortrag

Wikelski M (Radolfzell):

Ökologische Immunologie - welche ornithologischen Probleme hilft sie uns zu verstehen?

✉ Martin Wikelski; E-Mail: wikelski@orn.mpg.de

Die ökologische Immunologie hat im letzten Jahrzehnt ein starkes Wachstum erlebt und wir konnten viel über die Kosten und die Variation in den Immunantworten wilder Tiere lernen. Immunökologische Studien haben neue, wichtige Einsichten zur Evolution der Lebensgeschichte beigetragen, ebenso zu Selektionsereignissen die durch Parasiten bedingt sind. Weiterhin haben immunökologische Erkenntnisse das Wissen um Fortpflanzungspräferenzen verbessert und zu einem besseren Verständnis von Populationsveränderungen beigetragen. Die wohl wichtigsten Einsichten der Immunökologie sind im Bereich der biologischen Invasi-

onen gelungen. Allerdings besteht in all diesen Bereichen immer noch eine starke Trennung zwischen dem Studium der Mechanismen und dem genauen Verständnis der Auswirkungen immunökologischer Unterschiede auf Individuen in ihren natürlichen Populationen.

In diesem Vortrag sollten exemplarisch Fortschritte aufgezeigt werden, aber auch kritisch die bisherigen Probleme im Ansatz und der Durchführung immunökologischer Studien beleuchtet werden. Abschließend wurde gezeigt, wie wichtig ein neuer methodischer Ansatz in der Feldornithologie als ganzes ist.

• Vorträge

Hegemann A, de Graaf M, Versteegh M, Matson KD & Tieleman BI (Groningen/Niederlande):

Saisonale Muster einer spezifischen Immunreaktion bei der Feldlerche *Alauda arvensis*

✉ Arne Hegemann, Animal Ecology Group, Centre for Ecological and Evolutionary Studies, University of Groningen, P.O. Box 14, 9750 AA Haren, Niederlande; E-Mail: a.hegemann@rug.nl

Das Immunsystem ist ein essentiell wichtiger Bestandteil des Körpers, da es ihn u. a. gegen Bakterien und Viren schützt. Ohne ein funktionierendes Immunsystem kann kein Organismus überleben. Veränderungen innerhalb des Immunsystems können daher die Mortalitätsraten von Vögeln beeinflussen. Theoretisch sollte daher jedes Individuum möglichst ein perfekt funktionierendes Immunsystem haben. Das Immunsystem konkurriert aber mit anderen Aspekten des Lebens (z. B. Mauser, Brut, Zug) um Ressourcen, die zudem auch noch jahreszeitlich in veränderter Quantität und Qualität vorliegen. Daher existieren in der Literatur verschiedene Hypothesen, nach denen sich die Ausgestaltung des Immunsystems im Jahresverlauf verändern soll. Bisher gibt es aber noch keine Studien an freilebenden Vögeln über den gesamten Jahresverlauf, die

diese Hypothesen unterstützen. Wir haben daher die Akute Phase Reaktionen (APR) von Feldlerchen *Alauda arvensis* über den gesamten Jahresverlauf gemessen. Die APR ist ein sehr wichtiger Bestandteil der angeborenen Immunität und besteht aus einer Mischung aus physiologischen, verhaltensbiologischen, hormonellen und metabolischen Änderungen. Zwei Gründe machen diesen Bestandteil des Immunsystems besonders interessant: 1.) Es ist der erste und ein sehr wichtiger Reaktionsablauf bei einer Infektion und 2.) es ist der kostspieligste Teil des Immunsystems. Diese beiden Punkte machen die APR relevant für das Verstehen von Ökologie und Evolution.

Die APR ist experimentell auslösbar, indem man einem Vogel ein Lipopolysaccharid injiziert. Der Vogel zeigt dann die typischen Folgen einer APR ohne das die

Injektion eine tatsächliche Infektion auslöst. Wir haben folgende Parameter als Variablen der APR gemessen: Stoffwechselrate, Körpertemperatur, Gewichtsveränderungen, Haptoglobin (Akute Phase Protein), Blutzuckerspiegel (Glukose), Stoffwechselprodukte (Ketone), Konstitutive Immunität und Stresslevel. Dazu wurden Vögel während der fünf Saisons Heimzug, Brutzeit, Mauser, Wegzug und Winter gefangen und für eine Nacht in Gefangenschaft genommen. Experimentelle Vögel erhielten eine LPS-Injektion, Vögel der Kontrollgruppe erhielten keine Injektion. Anschließend wurde die Stoffwechselrate über Nacht gemessen. Am folgenden Morgen wurde den Vögeln vor der Freilassung eine Blutprobe entnommen sowie Gewicht und Körpertemperatur gemessen. Es zeigte sich, dass die Akute Phase Reaktion kostspielig ist: sie ist energetisch teuer, denn Vögel, die eine Immunantwort produzieren, haben

über Nacht einen bis zu 12,6 % höheren Stoffwechsel. Dies geht einher mit einem höheren Gewichtsverlust, einer höheren Körpertemperatur (Fieber), höheren Ke-tonwerten und Veränderungen in der Konzentration des APR-Proteins Haptoglobin. Dabei reagieren die Geschlechter in manchen Parametern unterschiedlich (Ketone, Stoffwechsel, Haptoglobin), in anderen sind die Reaktionen ähnlich (Gewichtsverlust, Körpertemperatur). Außerdem lassen sich bei den Kontrollvögeln saisonale Muster in den Grundwerten erkennen. Das wichtigste Ergebnis ist aber, dass wir in keinem der gemessenen Parameter eine Wechselwirkung zwischen der Immunantwort und der jeweiligen Saison finden konnten. Die Kosten der Akute Phase Reaktion sind also in allen Zeiten des Jahres gleich hoch, und wir konnten keinen Hinweis auf eine saisonale Modulation finden.

Metzger B & Bairlein F (Wilhelmshaven):

„Pharm-Ökologie“ bei Vögeln – Parasiten, Karotine, Nahrungswahl und Immunantwort bei der Gartengrasmücke *Sylvia borin*

✉ Benjamin Metzger, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven, E-Mail: benjamin.metzger@ifv-vogelwarte.de

Vögel sind Wirte einer Vielzahl von protozoischen Parasiten (Valkiūnas 2005), und Infektionsintensitäten mit Vogel malaria (*Haemoproteus*, *Plasmodium*) oder Kokzidien (*Isospora*) können hoch sein. Von negativen Effekten dieser Parasitosen im subletalen Bereich, wie energetischen Kosten, Zerstörung von Wirtszellen und Aktivierung einer Immunabwehr verbunden mit oxidativem Stress wird ausgegangen (Davison et al. 2008). Parasiten führen zu Änderungen im Verhalten, einer Reduzierung der Fitness (Møller et al. 1990) und haben Auswirkungen auf „Life-History-Traits“ (Tella et al. 2002). Gerade während kräftezehrender Perioden wie der Zugzeit erscheint dieser negative Einfluss problematisch. Begegnen könnten Vögel ihm durch gezielte Aufnahme von Karotinen (Chew 1993). Als natürlicher Bestandteil der Nahrung vieler Vogelarten können sie freie Radikale binden, die bei oxidativem Stress wie unter Parasitenbelastung oder beim Langstreckenflug entstehen (Dunlap et al. 2006). Außerdem könnten Karotine direkt die Immunantwort verbessern, indem sie die Proliferation von Leukozyten beschleunigen. Wir untersuchten experimentell, wie die Aufnahme karotinreicher Nahrung Gartengrasmücken dabei helfen kann, besser mit einer Kokzidiose zurechtzukommen.

Um den Einfluss von Karotinen auf das Immunsystem und auf eine akute Parasitose zu untersuchen, führten wir ein Exklusiv-Nahrungsexperiment durch. Diesjährige Gartengrasmücken *Sylvia borin*, bekamen entweder mit Karotinen angereicherte Nahrung in zwei unter-

schiedlichen Dosen oder Kontrollfutter. Nach zwei Wochen wurden die Vögel mit Kokzidien (*Isospora* spp.) infiziert und 3 Tage später die Infektionsintensität durch Auszählen der *Isospora*-Oozysten in Kotproben ermittelt. Wir bestimmten außerdem wiederholt den Plasmakarotingehalt mittels HPLC, fotospektrometrisch die Farbe des subkutanen Depotfetts, den Hämatokritwert sowie den Ruhestoffwechsel (BMR), jeweils vor und nach Infektion mit Kokzidien. Aus Blutausstrichen zählten wir wiederholt die Anzahl Gesamt-Leukozyten und Granulozyten je 10.000 Erythrozyten (Immunantwort). In einem Nahrungswahl experiment untersuchten wir die Fähigkeit der Gartengrasmücken zur Selbstmedikation. Um herauszufinden ob Vögel nach Infektion mit Kokzidien eine stärkere Präferenz für karotinreiche Nahrung zeigen, bestimmten wir mit künstlichem Futter definierter Komposition und Farbe durch Rückwaage den Anteil karotinreicher Nahrung gegenüber Kontrollfutter.

Nach zwei Wochen im Exklusivexperiment hatten die Versuchsvögel signifikant höhere Plasmakarotinwerte, als Vögel der Kontrollgruppe mit stark positiver Korrelation von verfüttertem Karotin und Plasmakarotinwerten. Ebenfalls positiv korreliert waren Plasmakarotingehalt und Farbe des subkutanen Depotfetts. Die Hämatokritwerte lagen nach Infektion mit Kokzidien niedriger und die BMR-Werte signifikant höher als vorher, aber es ließ sich kein Einfluss der Karotinsupplementierung feststellen. Im Zuge der Infektion mit Kok-

zidien zeigten Vögel einen Anstieg der Gesamtleukozytenzahl, die nach Abklingen der akuten Phase wieder zurückging. In den Versuchsgruppen stieg der Anteil an Granulozyten nach Infektion stärker an als bei Vögeln der Kontrollgruppe. Die Anzahl ausgeschiedener Isospora-Oozysten lag in den supplementierten Gruppen deutlich niedriger, als in der Kontrollgruppe und nur Vögel aus letzterer entwickelten eine hohe Infektionsintensität. Im Nahrungswahl-Experiment stieg der Anteil an aufgenommener karotinreicher Nahrung bereits am ersten Tag nach Infektion signifikant an und lag während der akuten Infektion deutlich höher als die Tage zuvor. Am höchsten war der Anteil am vierten Tag nach Infektion, dem Höhepunkt der akuten Kokzidiose. Ein hoch signifikanter, negativer Zusammenhang bestand zwischen dem Anteil an karotinreicher Nahrung, den die Vögel morgens gefressen hatten, und der Anzahl ausgeschiedener Kokzidien am Abend desselben Tages.

Supplementierung mit Karotin erhöhte bei Gartengräsmücken den Plasmakarotinspiegel und färbte das subkutane Depotfett, was einen Hinweis auf die Speicherkapazität von Karotin im Fettgewebe darstellt. Negative Auswirkungen der Kokzidiose zeigten sich in einer Verringerung des Hämatokritwerts, einer Erhöhung des Ruhestoffwechsels, sowie einer Erhöhung der Gesamtleukozytenzahl. Supplementierung mit Karotin verbesserte bei Infektion die Immunantwort (Granulozytenzahl) und bewahrte die Vögel vor einer stärkeren

Kokzidiose. Im Nahrungswahl-Experiment zeigte sich, dass Gartengräsmücken unter akuter Kokzidiose karotinreiche Nahrung bevorzugten und sich selbst medikamentieren können.

Dank. Für die Mithilfe unterschiedlicher Art danken wir C. Catoni, O. Dolnik, D. Hasselquist, T. Klinner, M. Martinez Benito, U. Pianowska, J. von Rönn, U. Strauß, S. Verhulst, A. Völk. Das Projekt wurde finanziert von der Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG.

Literatur

- Chew BP 1993: Role of carotenoids in the immune response. *J. Dairy Sci.* 76: 2804-2811.
- Davison F, Kaspers B & Schat KA (Hrsg.) 2008: *Avian Immunology*. Academic Press, London.
- Dunlap KL, Reynolds AJ & Duffy LK 2006: Total antioxidant power in sled dogs supplemented with blueberries and the comparison of blood parameters associated with exercise. *Comp. Biochem. Physiol. A* 143: 429-434.
- Møller AP, Allander K & Dufva R 1990: Fitness effects of parasites on passerine birds: a review. In: Blondel J, Gosler A, Lebreton J-D & McCleery R (Hrsg): *Population biology of passerine birds: an integrated approach*: 269-280. Springer, Berlin.
- Tella JT, Scheuerlein A & Ricklefs RE 2002: Is cell-mediated immunity related to the evolution of life-history strategies in birds? *Proc. Royal Soc. B* 269: 1059-1066.
- Valkiūnas G 2005: *Avian Malaria Parasites and other Haemosporidia*. CRC Press, Boca Raton.

• Poster

Metzger B, Bairlein F, Becker S & Eickmann M (Wilhelmshaven, Marburg):

Transport von *Hyalomma*-Zecken – den Vektoren von Krim-Kongo Hämorrhagischem Fieber (CCHF) – mit Zugvögeln im Frühjahr nach Mitteleuropa

✉ Benjamin Metzger, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven, E-Mail: benjamin.metzger@ifv-vogelwarte.de

Viele Zoonosen mit humanpathogener Relevanz breiten sich derzeit aus. Ein Grund ist der Klimawandel, durch den sich Häufigkeit und Verbreitung der natürlichen Reservoirs und Vektoren verändern (Bairlein & Metzger 2008). Das Krim-Kongo Hämorrhagische Fieber (CCHF-)Virus ist eine solche Zoonose. Aufgrund hoher Mortalitätsraten beim Menschen und vermehrten Epidemien in jüngerer Zeit z. B. in der Türkei (Vatansever et al. 2007) ist die Zoonose von steigendem humanmedizinischem Interesse. Hauptvektor von CCHF ist die Schildzecke *Hyalomma marginatum* (Ixodidae). Zahlreiche Vogelarten sind Wirte der immaturren Stadien. Als sogenannte Zweiwirte-Zecke bleibt die Larve bei der Häutung zur Nymphe auf demselben Wirt festgeheftet, wodurch sich die Zeit auf dem ersten Wirt ver-

längert. Dadurch können Langstreckenzieher die Zecken auf dem Heimzug über weite Distanzen aus ihren afrikanischen Winterquartieren und Rastgebieten nach Europa transportieren. In einer Pilotstudie zur Risikoabschätzung untersuchten wir im Frühjahr 2009 den Eintrag von *H. marginatum* bei Langstreckenziehern nach Mitteleuropa.

Auf Fangstationen in Deutschland (Greifswalder Oie, Helgoland), Italien (Ventotene, Ponza), Bulgarien (Kalimok) und Spanien (Ebro-Delta) und von privaten Beringern wurden auf dem Frühjahrszug Vögel auf Zecken untersucht. Alle Zecken wurden abgesammelt und in RNAlater (Puffer) bzw. Ethanol überführt. Im Labor wurden alle Zecken auf Artniveau, Altersstadium und Infektionsstatus bestimmt. Unter BSL-4 Bedingungen

werden alle *Hyalomma*-Zecken mittels Reverser Transkriptase PCR auf CCHF-Viren hin untersucht. Bei positivem Befund folgt dann die Virus-Isolation in Zellkultur und Sequenzierung der CCHF-Virus-RNA zur Bestimmung des Genotyps (Institut für Virologie der Universität Marburg, Ergebnisse stehen noch aus).

Erste Ergebnisse. Die mittlere Prävalenz, das heißt der Prozentsatz befallener von untersuchten Individuen, bei Langstreckenziehern, die in Mitteleuropa heimisch sind, betrug 5,7% auf Ventotene ($n = 1713$; 30 Arten) und 4,9% auf der Greifswalder Oie ($n=123$; 18 Arten). Die Befallsintensität lag bei 1,9 Zecken pro infestiertem Vogel auf Ventotene und bei 3,7 auf der Greifswalder Oie. Baumpieper *Anthus trivialis* und Gartenrotschwanz *Ph. phoenicurus* hatten mit je 16% auf Ventotene besonders hohe Prävalenzen. Braunkehlchen *Saxicola rubetra* und Gelbspötter *Hippolais icterina* waren mit je 11%, sowie Schafstelze *Motacilla flava* und Schilfrohrsänger *Acrocephalus schoenobaenus* mit je 9% häufig infestiert (Abb. 1). *H. marginatum* ($n=359$) bei Langstreckenziehern auf Ventotene waren zu 32% Larven und zu 44% leicht gesogene Nymphen.

Auch in der Vergangenheit gelangen in Mitteleuropa immer wieder einzelne Nachweise von immaturren *H. marginatum* auf Zugvögeln (Hillyard 1996). Wir konnten allerdings zeigen, dass die Zecke im Frühjahr sehr viel häufiger und in viel größerer Zahl mit Zugvögeln nach Mitteleuropa gelangt, als bisher angenommen. Gerade am Boden oder in Bodennähe nach Nahrung suchende Vogelarten zeichneten sich durch hohe Prävalenzen aus (Abb. 1). Der hohe Anteil an Larven und unvollständig gesogenen Nymphen auf Ventotene (Italien) lässt den Schluss zu, dass die Mehrzahl der Zecken bis nach Mitteleuropa weiter transportiert wird. Für einige Standorte ist die Anzahl untersuchter Vögel zu gering, als dass verlässliche Angaben zu Infestationsprävalenz und -intensität getroffen werden könnten. Deshalb sollen die Untersuchungen fortgeführt werden. In Zukunft gilt es herauszufinden, ob die eingeschleppten Zecken aufgrund der Klimaerwärmung in Deutschland heimisch werden und feste Bestände etablieren. Im Gegensatz zu *Ixodes ricinus* ist *H. marginatum* eine xenotherme Zeckenart. In Osteuropa liegt ihre nördliche Verbreitungsgrenze jedoch bereits bei 50° nördlicher Breite (Ergonul & Whitehouse 2007), was eine Etablierung auch in Mitteleuropa in naher Zukunft mit

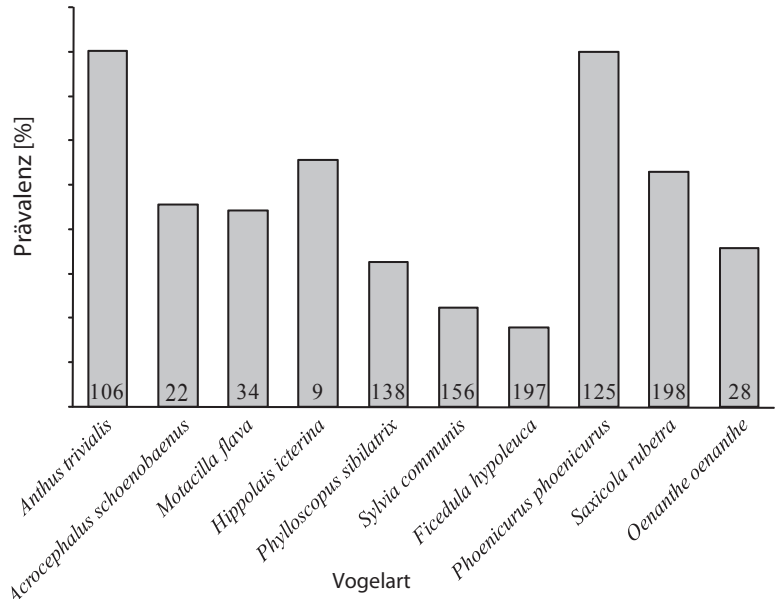


Abb. 1: Infestationsprävalenzen von 10 Langstreckenziehern auf Ventotene, Italien, mit immaturren Zecken der Art *Hyalomma marginatum*. Die Zahlen an der Säulenbasis repräsentieren jeweils die Anzahl untersuchter Vögel.

fortschreitender Klimaerwärmung möglich erscheinen lässt. Inwiefern in den *Hyalomma*-Zecken das CCHF-Virus nach Deutschland gelangt, wird derzeit untersucht.

Dank. Für die Mithilfe beim Fang der Vögel, das Ab sammeln der Zecken, bzw. für logistische und organisatorische Unterstützung auf den Stationen danken wir M. Brantner, M. Cardinale, H. Diry, A. Ferri, O. Hüppop, A. Kaiser, M. Leton Fernandez, I. Maggini, M. Mähler, J. von Rönn, F. Spina, R. Vohwinkel, S. Wischniewski und P. Zehindjiev. Das Projekt wurde finanziell unterstützt durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie.

Literatur

- Bairlein F & Metzger B 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
- Ergonul O & Whitehouse CA (Hrsg) 2007: Crimean-Congo Hemorrhagic Fever – A Global Perspective. Springer, Dordrecht, The Netherlands
- Hillyard PD 1996: Ticks of North-West Europe. Synopses of the British Fauna (New Series) No.52. The Natural History Museum, London.
- Vatansver Z, Ramazan U, Estrada-Pena A & Ergonul O 2007: Crimean-Congo haemorrhagic fever in Turkey. In: Ergonul O & Whitehouse CA (Hrsg), Crimean-Congo Hemorrhagic Fever, 167-186. Springer, Dordrecht, The Netherlands

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [47_2009](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Themenbereich "Ökologische Immunologie" 322-325](#)