

Dissertationen, Master- und Diplomarbeiten

Streben nach Überleben: Ökologie und Physiologie von Feldlerchen im Jahresverlauf

Arne Hegemann

Hegemann A 2015: Strive to survive: The Skylark's ecology and physiology in an annual-cycle perspective. *Vogelwarte* 53: 35-37.

Dissertation an der Universität Groningen, Niederlande, Animal Ecology Group, Centre for Ecological and Evolutionary Studies (verteidigt im November 2012).

Betreut durch Prof. B. Irene Tieleman und Dr. Kevin Matson. Beurteilungskommission: Prof. D. Hasselquist (Lund/Schweden), Prof. J. Komdeur (Groningen/Niederlande), Prof. M. Klaassen (Deakin University/Australien)

✉ AH: Lund University, Department of Biology, Ecology Building (Sölvegatan 37), SE-223 62 Lund, Sweden.
E-Mail: arne.hegemann@biol.lu.se

Vögel müssen wie die meisten anderen Tiere ihr Leben nach den verschiedenen Phasen des Jahres ausrichten. Jungenaufzucht, Mauser, Zug und andere Aktivitäten müssen nicht nur aufeinander, sondern auch auf jahreszeitliche Veränderungen der Umwelt abgestimmt sein. Dazu müssen Vögel ihr Verhalten und ihre Physiologie anpassen. Entscheidungen oder (Umwelt-)Bedingungen in einer Phase des Jahres können zudem Auswirkungen auf spätere Phasen haben. Obwohl es schon früh erste Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Phasen des Jahreszyklus gab, blieben Untersuchungen an einer Vogelart über das gesamte Jahr (und nicht nur zu einer bestimmten Jahreszeit) lange eine Ausnahme. Vorhandene Studien beschränken sich zudem überwiegend auf phänologische Aspekte. Studien, die sich auf physiologische Ursachen und Folgen von Zusammenhängen zwischen den verschiedenen Phasen des Jahreszyklus konzentrieren, sind bisher kaum vorhanden.

Das Immunsystem schützt den Körper gegen Krankheiten und sichert damit das Überleben. Daher ist ein gut funktionierendes Immunsystem essenziell. Es verursacht jedoch auch Kosten und ist zudem sehr komplex: Verschiedene Bereiche des Immunsystems haben unterschiedliche Kosten und reagieren auf unterschiedliche Krankheitserreger (z.B. Viren, Bakterien, Parasiten). Hinzu kommt, dass sich Anzahl und Art von Krankheitserregern im Jahresverlauf verändern. Eine zentrale Hypothese der Ökoimmunologie geht daher davon aus, dass Investitionen in (verschiedene Teile des) Immunsystems gegen Investitionen in andere physiologische Prozesse und Verhaltensweisen abgewogen werden. Somit steht die lebenswichtige Funktion des Immunsystems in Konkurrenz zu anderen Aktivitäten wie Brut, Mauser oder

Zug. Diese Kosten-Nutzen-Abwägung gibt dem Immunsystem das Potenzial, entscheidend bei der Ausgestaltung eines Vogellebens beteiligt zu sein. Inwiefern sich das Immunsystem wilder Vögel innerhalb eines Jahres verändert und welche Konsequenzen sich aus dieser Veränderung ergeben, war bisher weitgehend unbekannt.

Meine Doktorarbeit integriert Aspekte des Verhaltens und der Ökologie von Feldlerchen *Alauda arvensis* mit Untersuchungen zu deren Immunsystem im gesamten Jahreszyklus. Dafür habe ich in Zusammenarbeit mit Kollegen diverse Methoden angewendet, um Feldlerchen individuell zu verfolgen (Besenderung, Beringung, Analyse stabiler Isotopen). Weiterhin habe ich zahlreiche Techniken und Methoden verwendet, um Daten über die Physiologie im Allgemeinen und das Immunsystem im Besonderen zu gewinnen (z. B. Immuntests, genetischer Fingerabdruck, Stoffwechsellmessungen). Außerdem habe ich in kleinen Experimenten verschiedene Faktoren manipuliert, um zu sehen, wie sich die Vögel daran anpassen. Dieser innovative, integrative und vielfältige Untersuchungsansatz erlaubte es mir, die Physiologie, die Ökologie und das Verhalten zu kombinieren und kausale Zusammenhänge aufzuzeigen. Die Betrachtung des gesamten Jahreszyklus erlaubte mir zudem, Verbindungen zwischen zeitlich und räumlich getrennten Ereignissen zu finden.

Die publikationsbasierte Dissertation ist in vier Teile gegliedert. Nach der allgemeinen Einleitung (Kapitel 1) werden in Teil 1 (Kapitel 2 und 3) feldbiologische Aspekte untersucht, welche die Grundlage für die weiteren Kapitel liefern. Teil 2 (Kapitel 4 bis 6) konzentriert sich auf das Immunsystem. Teil 3 (Kapitel 7 und 8) beleuchtet Blutparasiten und Brutparasiten. Teil 4 (Kapitel 9 bis 11) kombiniert die ökologischen und physiolo-

gischen Forschungsansätze und identifiziert mechanistische Zusammenhänge und Wechselwirkungen. In der Synthese habe ich die Ergebnisse der einzelnen Kapitel in einem weiteren Zusammenhang diskutiert. Dabei zeige ich auch auf, wie moderner Artenschutz von der vorliegenden wissenschaftlichen Grundlagenarbeit profitieren kann. Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Durch die Kombination einer Ringfundanalyse, basierend auf Daten der holländischen Beringungszentrale aus den letzten 100 Jahren, mit einer Radio-Telemetriestudie an der Studienpopulation konnte ich zeigen, dass holländische Feldlerchen Teilzieher sind. Einige Vögel ziehen nach Südwesteuropa, während andere in der Nähe ihrer Reviere überwintern. Die Basiswerte („Grundabwehr“) des Immunsystems unterliegt Veränderungen im Jahresverlauf. Die Schwankungen können sich jedoch von Jahr zu Jahr ändern. Daraus lässt sich schließen, dass Veränderungen des Immunsystems im Jahresverlauf nicht starr genetisch programmiert sind, sondern zusätzlich von Umwelteinflüssen gesteuert werden. Eine experimentell ausgelöste Immunreaktion führte zu einer Erhöhung der Stoffwechselrate sowie der Körpertemperatur und damit zu einem höheren Energieverbrauch. Diese energetischen Kosten und ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Immunparameter während der Immunreaktion waren jedoch zu allen Phasen des Jahreszyklus gleich, unabhängig von den Basiswerten des Immunsystems. Eine Immunreaktion ist offenbar so wichtig, dass sie nicht moduliert wird. Um Zusammenhänge zwischen Fortpflanzung, Immunsystem und Überleben zu quantifizieren, habe ich in einem feldbiologischen Experiment adulten Feldlerchen einen kleinen Rucksack aufgesetzt, wodurch sich die energetischen Kosten für Laufen und Fliegen erhöhten. Während der ersten Brut wälzten die Altvögel die Kosten auf die Jungen ab. Der Bruterfolg war geringer und die ausfliegenden Jungen hatten ein schlechter entwickeltes Immunsystem. Das Immunsystem ist offenbar schlechter, weil die Altvögel mit Extragewichten anderes Futter für ihre Jungvögel sammelten als ihre Artgenossen ohne Rucksack. Während der zweiten Brut trugen dann die Altvögel die zusätzlichen Kosten und ihr Immunsystem veränderte sich. Obwohl ich am Ende der Brutsaison den Vögeln die Rucksäcke wieder abgenommen hatte, war die Sterblichkeit dieser Altvögel im darauf folgenden Winter höher als die der Kontrollvögel, vermutlich bedingt durch die Veränderungen im Immunsystem. Damit zeigen wir erstmals, dass dem Immunsystem eine Schlüsselrolle in der Abwägung zwischen Selbsterhaltung und Reproduktion zukommt. Teilzug eröffnet die Möglichkeit, Ursachen und Konsequenzen unterschiedlicher Überwinterungsstrategien zu quantifizieren. Stabile Isotope in den Krallen ermöglichen es, die individuelle Überwinterungsstrategie zu bestimmen. Diese hatte Auswirkungen auf das Immunsystem, die Körpermasse und die zukünftigen Überle-

benschancen, nicht jedoch auf den Bruterfolg. Darüber hinaus enthält die Arbeit noch Kapitel über Merkmale zur Alters- und Geschlechtsbestimmung bei Feldlerchen, das Vorkommen von Blutparasiten bei holländischen und italienischen Feldlerchen sowie die Beschreibung eines seltenen Falls der Ablehnung eines Kuckuck-Jungvogels durch Feldlerchen.

Die vollständige Arbeit kann unter <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/science/2012/a.hegemann/> heruntergeladen werden.

Direkt aus der Dissertation veröffentlichte Kapitel:

- Hegemann A, van der Jeugd HP, de Graaf M, Oostebink LL & Tieleman BI 2010: Are Dutch Skylarks partial migrants? Ring recovery data and radiotelemetry suggest local coexistence of contrasting migration strategies. *Ardea* 98: 135–143.
- Hegemann A & Voesten R 2011: Can Skylarks *Alauda arvensis* discriminate a parasite nestling? Possible case of nestling Cuckoo *Cuculus canorus* ejection by its host parents. *Ardea* 99: 117–120.
- Hegemann A, Matson KD, Versteegh M & Tieleman BI 2012: Wild skylarks seasonally modulate energy budgets but maintain energetically costly inflammatory immune responses throughout the annual cycle. *PLoS ONE* 7(5): e36358.
- Hegemann A, Matson KD, Both C & Tieleman BI 2012: Immune function in a free-living bird varies over the annual cycle, but seasonal patterns differ between years. *Oecologia* 170: 605–618.
- Hegemann A, Voesten R, Van Eerde K, van der Velde M & Tieleman BI 2012: The use of tongue spots for aging and wing length for sexing Skylarks *Alauda arvensis* - A critical evaluation. *Ringling and Migration* 27: 7–14.
- Hegemann A, Matson KD, Versteegh M, Villegas, A & Tieleman BI 2013: Immune response to an endotoxin challenge involves multiple immune parameters and is consistent among the annual-cycle stages of a free-living temperate zone bird. *Journal of Experimental Biology* 216: 2573–2580.
- Hegemann A, Matson KD, Flinks, H & Tieleman BI 2013: Offspring pay sooner, parents pay later: Experimental manipulation of body mass reveals trade-offs between immune function, reproduction and survival. *Frontiers in Zoology* 10: 77.
- Hegemann A, Marra PP, Tieleman BI. Causes and consequences of partial migration in a passerine bird. In revision.
- Zehtindjiev P, Krizanauskienė A, Scelba S, Dimitrov D, Valkiūnas G, Hegemann A, Tieleman BI & Bensch S 2012: Haemosporidian infections in Skylarks (*Alauda arvensis*): a comparative PCR-based and microscopy study on the parasite diversity and prevalence in southern Italy and the Netherlands. *European Journal of Wildlife Research* 58: 335–344.

Weitere aus dem Projekt hervorgegangene Publikationen:

- Champagne AM, Muñoz-García A, Shtayeh T, Tieleman BI, Hegemann A, Clement ME & Williams JB 2012: Lipid composition of the stratum corneum and cutaneous water loss in birds along an aridity gradient. *Journal of Experimental Biology* 215: 4299–4307.

- Geiger F, Hegemann A, Gleichman M, Flinks H, de Snoo GR, Prinz S, Tieleman BI & Berendse F 2014: Habitat use and diet of Skylarks (*Alauda arvensis*) wintering in an intensive agricultural landscape of the Netherlands. *Journal of Ornithology* 155: 507–518.
- Horrocks NPC, Hegemann A, Matson KD, Hine K, Jaquier S, Shobrak M, Williams JB, Tinbergen JM & Tieleman BI 2012: Immune indexes of larks from desert and temperate regions show weak associations with life history but stronger links to environmental variation in microbial abundance. *Physiological and Biochemical Zoology* 85: 504-515.
- Horrocks NPC, Hine K, Hegemann A, Ndithia H, Shobrak M, Ostrowski S, Williams JB, Matson KD & Tieleman BI 2014: Are antimicrobial defences in bird eggs related to climatic conditions associated with risk of trans-shell microbial infection? *Frontiers in Zoology* 11: 49.
- Horrocks NPC, Hegemann A, Ostrowski S, Ndithia H, Shobrak M, Muchai M, Williams JB, Matson KD & Tieleman BI 2015: Environmental proxies of antigen exposure explain variation in immune investment better than indices of pace-of-life. *Oecologia* 177: 281-290.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [53_2015](#)

Autor(en)/Author(s): Hegemann Arne

Artikel/Article: [Streben nach Überleben: Ökologie und Physiologie von Feldlerchen im Jahresverlauf 35-37](#)