

NATUR UND LANDSCHAFT

Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege

94. Jahrgang 2019

Heft

Seiten

DOI:

© 2019 W. Kohlhammer, Stuttgart

Verlag W. Kohlhammer

Kohlhammer

Was tun gegen das Insektensterben?

Empfehlungen für naturschutzfachlich wertvolle Flächen

What to do against insect decline?

Recommendations for areas of high nature conservation value

Thorsten Aßmann, Jörn Buse, Claudia Drees,
Katharina Homburg und Dorothea Nolte

Zusammenfassung

Viele Insektenarten haben spezifische Umweltansprüche, oft sogar unterschiedliche als Larven und Imagines. In diesen Fällen müssen beide Lebensräume in enger Nachbarschaft zueinander liegen. Die betroffenen Lebensräume, z. B. Dung und Totholz, gehen oft durch Landnutzungsänderungen und anthropogene Eingriffe zurück. Die Prozesse, die zu diesen für Insekten wichtigen Strukturen führen, müssen deshalb erhalten bzw. wieder etabliert werden (z. B. extensive Beweidung). Weil Pestizide (inkl. Parasitizide), Lichtverschmutzung und Straßenverkehr den Rückgang vieler Insekten bewirken, müssen sie auf wertvollen Flächen ausgeschlossen werden. Wir empfehlen die Berücksichtigung entomologischer Belange bei Naturschutzentscheidungen, die Entwicklung eines Handbuchs für den Insektenschutz in bedeutsamen Lebensräumen und Langzeituntersuchungen.

Insektenrückgang – Lebensräume – Landnutzungsänderungen – extensive Beweidung – Pestizide – Parasitizide – Lichtverschmutzung – Verkehr – Langzeituntersuchungen

Abstract

Many insect species have specific habitat preferences, which often even differ for larval instars and imagines within a species. In these cases, the two habitats have to be in close proximity to each other. The habitats in question, e. g. dung and dead wood, are often in decline due to land-use changes and anthropogenic impacts. The processes leading to the emergence of such structures for insects must therefore be preserved or re-established (e. g. extensive grazing). Because pesticides (incl. parasiticides), light pollution and traffic have been identified as the causes of the decline of many insects, these drivers have to be excluded from valuable sites. Finally, we recommend considering entomological aspects in conservation decisions, producing a manual for insect conservation in important habitats and conducting long-term studies.

Insect decline – Habitats – Land-use changes – Extensive grazing – Pesticides – Parasiticides – Light pollution – Traffic – Long-term studies

Manuskripteinreichung: 7. 11. 2018, Annahme: 14. 3. 2019

DOI: 10.17433/6.2019.50153709.289-293

1 Einleitung

In den letzten Jahren wurde weltweit (Dirzo et al. 2014) und besonders für West- und Mitteleuropa (Brooks et al. 2012; Hallmann et al. 2017) ein dramatischer Rückgang von Insekten dokumentiert, der deren Artendiversität genauso betrifft wie ihre Biomasse. Die Ursachen für dieses Sterben sind vielfältig und auch in der Verfügbarkeit sowie der Qualität von Lebensräumen begründet. Deshalb möchten wir Empfehlungen für ein Management naturschutzfachlich wertvoller Flächen geben. Das sind Flächen, die bedrohte Arten oder Lebensräume aufweisen oder sich durch hohe Biodiversität auszeichnen. Angesichts des Ausmaßes des Insektensterbens und des Rückgangs von Insekten auch auf naturschutzfachlich wertvollen Flächen glauben wir nicht, dass diese Empfehlungen abschließend sind. Wir verstehen unsere Empfehlungen iterativ, d. h. alle Maßnahmen sollten von fachlich gut strukturierten Langzeituntersuchungen begleitet werden, um ihre Auswirkungen besser zu verstehen und zu dokumentieren. Ergänzungen unserer aktuellen Empfehlungen erscheinen uns daher angesichts der zu erwartenden Forschungsergebnisse wahrscheinlich.

2 Warum reagieren Insekten so stark auf Umwelt- bzw. Landnutzungsänderungen?

Während viele, auch bedrohte Wirbeltiere relativ euryök sind und sich in unseren Kulturlandschaften sogar ausbreiten können (z. B. Wolf), sind viele Insekten stenök bzw. stenotop (= in einer engen ökologischen Nische vorkommend) und sind deshalb nur in wenigen (Teil)lebensräumen zu finden (Dunn 2005). Durch Auswertungen von Roten Listen wird zudem deutlich, dass gerade die besonders spezialisierten Insektenarten einen starken Rückgang aufweisen bzw. bereits ausgestorben sind (z. B. Nolte et al. 2019). Manche dieser Lebensräume sind nur für wenige Pflanzen- oder Wirbeltierarten bedeutsam, haben für Insekten aber eine herausragende Bedeutung und stellen lokale Hotspots dar, z. B. vegetationsfreie Schotter- und Sandbänke in dynamischen Flussauen (Andersen, Hanssen 2005; Januschke, Verdonschot 2016). Beim Totholz wird zudem deutlich, wie die intensive Bewirtschaftung mitteleuropäischer Wälder in den letzten 250 Jahren die aktuelle Gefährdung vieler xylobionter Insekten bewirkt hat (Seibold et al. 2015). Besonders Arten stark dimensionierten Totholzes in

besonnter Lage sind zurückgegangen. Dabei können manche Bewohner solchen Totholzes als Ökosystem-Ingenieure eine positive Wirkung auf andere Arten haben. Im Falle des selten gewordenen Heldbocks (*Cerambyx cerdo*) dienen die Larvengänge nicht nur zahlreichen weiteren Insektenarten als Lebensraum (Buse et al. 2008), sondern Fledermäusen auch als Überwinterungsquartier (Gottfried et al. 2019).

Zudem zeichnen sich viele holometabole Insekten durch zwei unterschiedliche ökologische Nischen aus, jeweils eine für das Larven- und das Imagoalstadium. Dies führt bei Stenotopie der Entwicklungsstadien dazu, dass die notwendigen (Teil)lebensräume in räumlicher Nachbarschaft und in Verbindung zueinander existieren müssen. So entwickeln sich die Larven zahlreicher Bockkäfer im Totholz. Die Imagines leben jedoch oft auf Blüten und bevorzugen eine diverse Vegetation mit zahlreichen Schirmblüten (Cálix et al. 2018). Viele Schmetterlinge benötigen Lebensräume mit einem Mosaik aus Bäumen und Gebüsch sowie offenen Teil-lebensräumen mit reichem Blütenangebot und Sonnenexposition (Abb. 1). Die Notwendigkeit der Verbindung unterschiedlicher (Teil)lebensräume gilt auch für Arten mit Larven im Wasser und Imagines an Land. Viele Bestäuber verbinden offene, vegetationsarme oder -freie Böden, die sie zur Larvalentwicklung benötigen, mit seltenen Blütenpflanzen, auf die sie als Imagines angewiesen sind (Westrich 1989).

Viele andere naturschutzfachlich bedenkliche Veränderungen der Lebensräume bzw. Landschaften wie Fragmentierung, Flächenverlust, Homogenisierung der Landnutzung und Nährstoffanreicherung (inkl. hohe Stickstoff-Depositionen), aber auch Pestizideinsatz und Lichtverschmutzung wirken sich ebenfalls auf Insekten aus und führen zu starken Rückgängen (z. B. Kruess, Tscharnke 1994; Tscharnke et al. 2002; Henry et al. 2012; Whitehorn et al. 2012). Die durchgeführten Gegenmaßnahmen haben zumindest teilweise positive Wirkung auf Insekten; z. B. die Etablierung halb-offener Korridore, also linearer Landschaftsstrukturen, in denen sowohl Gebüsche und Bäume, aber auch Offenlebensräume mosaikartig angeordnet sind (Schirmel, Buchholz 2013; Aßmann et al. 2016; Januschke, Verdonschot 2016). Im Folgenden soll auf wichtige Aspekte dieser negativen Einwirkungen auf Insekten bzw. ihre Lebensräume eingegangen werden.

3 Diversität, Kontinuität und natürliche Dynamik in Ökosystemen erhalten!

Die oben skizzierte Vielfalt von Kleinstlebensräumen lässt sich am ehesten erhalten, wenn in den Landschaften die Dynamik weiterhin erhalten bleibt, die zu diesen Strukturen geführt hat. Totholz, Flussbänke, Dung, Kadaver, aber auch einfach sogenannte „Störstellen“, die offene Bodenbereiche für mehr als ein Jahr aufweisen, sind typische Strukturen in Wildnisgebieten. Auch wenn manche Insekten ein Alter von einigen Jahren erreichen können, gibt es doch sehr viele, die für ihren Entwicklungszyklus ein Jahr (oder weniger) benötigen. Deshalb müssen solche (Teil)lebensräume kontinuierlich nebeneinander existieren. So führte bereits eine einjährige Unterbrechung der extensiven Beweidung einer Weide in Schleswig-Holstein zum Erlöschen der letzten bekannten Population des in Deutschland stark gefährdeten Mondhornkäfers (*Copris lunaris*) in diesem Bundesland (Gürlich et al. 2011).

Lebensraumkontinuität kann für manche Lebensräume eine Voraussetzung für ihre Qualität sein. So zeichnen sich alte Wälder oder Weiden durch spezifische und zum Teil auch höhere Artenzahlen aus (Assmann et al. 2013; Buse et al. 2015). Allerdings gibt es auch zahlreiche Arten, die in frühen Sukzessionsstadien vorkommen. In mitteleuropäischen Wäldern weisen solche Arten mittlerweile viel weniger Populationen auf (z. B. *Carabus convexus* und die *Amara*-Arten *A. brunnea* und *A. pseudocommunis*, Nolte et al. 2017; Hülsmann et al. 2019). Für ihre langfristige Sicherung sollten lokal auch junge Waldstandorte, keine historisch alten Waldflächen



Abb. 1: Der Kreuzdorn-Zipfelfalter (*Satyrium spini*) besiedelt strukturreiche, oft halboffene, mit Schlehen (*Prunus spinosa*) und Felsen durchsetzte Kalktrockenrasen. (Foto: Thorsten Aßmann)

Fig. 1: The Blue Spot Hairstreak (*Satyrium spini*) inhabits structure-rich, often semi-open, calcareous dry grasslands interspersed with sloes (*Prunus spinosa*) and rocks.

(Assmann et al. 2013), immer wieder komplett gerodet werden, um die Entwicklung früher Sukzessionsstadien zu ermöglichen. Ein solches Vorgehen stimmt zwar nicht völlig mit Richtlinien für ein nachhaltiges Management von Wäldern überein (z. B. LÖWE 2011). Wir sehen allerdings keine Alternative für die langfristige Erhaltung solcher Insektenarten, da Ersatzlebensräume in unseren heutigen Kulturlandschaften fehlen (Hülsmann et al. 2019).

Die Vielfalt der manchmal auch kleinen Lebensraumstrukturen, die vom Offenboden bis zum Totholz reicht, lässt sich vermutlich am besten erhalten, indem die Dynamik erzeugenden Prozesse wie Hochwasserereignisse in Auen, Windwürfe oder eine extensive Beweidung erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden. Das gilt nicht nur für offene oder die an Lebensraumstrukturen reichen halboffenen Lebensräume, sondern auch für einige Wälder (Horak et al. 2018). Viele Gruppen profitieren von einer extensiven Beweidung (Hill et al. 2004; Nickel et al. 2016), manche werden sich nur so erhalten lassen. Dazu zählen die meisten Dungkäfer (siehe auch Abb. 2), deren Arten in Deutschland zu 45 % auf der Roten Liste geführt werden (Schmidl, Büche im Druck).

In jedem Fall lassen sich zahlreiche Lebensräume für Insekten durch Wiedereinführung oder Wiederzulassen der Dynamiken auf ausreichend großen Flächen restituieren. Dies gilt auch für solche von sehr spezialisierten und stark bedrohten Arten. Wichtig ist dabei die genaue Kenntnis der Lebensbedingungen. So konnte der vom Aussterben bedrohte Laufkäfer *Carabus nitens* durch Abplaggen von Heiden größere Populationsdichten aufbauen (Den Boer, Van Dijk 1994; Assmann, Janssen 1999; Schmidt et al. 2016). Einen guten Einblick in ein Lebensraummanagement, das auch Insekten aus den vielfältigen Lebensräumen berücksichtigt, gibt das Handbuch von Kirby (2013). Er berücksichtigt Wälder, Wiesen und Weiden, Heiden, Süßwasser-Lebensräume mit ripikolen Habitaten sowie Küsten in Großbritannien. Mit Einschränkungen sind die vorgeschlagenen Maßnahmen auch auf Mitteleuropa zu übertragen.

4 Pestizide ausschließen!

Viele Pestizide sind negativer in ihren Auswirkungen als oft vermutet wird. Dies gilt beispielsweise für das Herbizid Glyphosat, das auch in subletalen Dosen bei Honigbienen eine reduzierte Überlebensrate bewirkt (Svobodova et al. 2018). Auch bei Parasitiziden

können die für Imagines subletalen Dosen die Fekundität reduzieren oder sogar letal auf Larven wirken (Martinez et al. 2018). Nach Kontakt der Imagines mit diesen Stoffen kann die Fertilität stark eingeschränkt sein. Angesichts der Mobilität vieler Insekten und eines Wechsels zwischen Lebensräumen ist daher auch von einer Wirkung auf naturschutzfachlich bedeutsamen Flächen auszugehen.

Die Giftapplikationen und andere Aspekte der Nutzungsintensität (z.B. Tiefe des Pflügens) auf Ackerflächen führten dazu, dass sogar die Diversität vieler Insekten deutlich zurückging (Kleijn et al. 2009), inkl. der Antagonisten vieler Schädlinge (z. B. Laufkäfer der Gattung *Carabus*; Heydemann, Meyer 1984; König et al. 1989). Werden keine Insektizide mehr eingesetzt, können sich die Populationen vieler Arten erholen (Döring, Kromp 2003). Auf Ackerflächen mit bedeutender Segetalflora oder anderen Naturschutzzielen sollte auf alle Pestizide verzichtet werden.

Aber auch in Wäldern und Baumbeständen werden Pestizide oft großflächig ausgebracht. So wurde gegen Schmetterlingsraupen oft Dimilin eingesetzt (z. B. Regionale PEFC Arbeitsgruppe Brandenburg e. V. 2016), das auch räuberische Arthropoden mit dem Potenzial zur Regulation der sogenannten Schädlinge und andere höhere trophische Ebenen negativ beeinflusst (Whitmore et al. 1993; Rezac et al. 2010). Auch die Applikation „spezifischer“ *Bacillus thuringiensis* (Bti)-Stämme kann dazu führen, dass neben der Zielart auch viele weitere Arten, inklusive natürlicher Antagonisten und höherer trophischer Ebenen (Vögel, Amphibien) negativ betroffen sind (Poulin et al. 2010; Poulin, Lefebvre 2018).

Vielen Naturschützern ist vermutlich nicht bewusst, dass auch die in „Wurmkuren“ enthaltenen Parasitizide negative Effekte auf Diversität und Abundanz der Dungkäfer haben (Sands, Wall 2018) (Abb. 2). Subletale Konzentrationen können bei Imagines bereits zu einer Reduktion der Fitness führen. Solche Konzentrationen können sich bei Larven auch letal auswirken (Gonzalez-Tokman et al. 2017). Parasitizide haben darüber hinaus weitreichende Wirkung auf die Gildenzusammensetzung der Dungkäferfauna (Sands,

Wall 2018) und reduzieren die ökosystemaren Dienstleistungen der Dungkäfer, die von einer Reduktion des aus dem Dung diffundierenden Methans bis zur Reduktion des Infektionsrisikos der Weidegänger mit Parasiten reicht (Slade et al. 2016; Sands, Wall 2017; Verdu et al. 2018). Grundsätzlich sollte deshalb auf den Einsatz von Parasitiziden bei allen extensiven Beweidungsprojekten verzichtet werden. Auch sollten Reitpferde von solchen Flächen ausgeschlossen werden, wenn diesen in den letzten Monaten Parasitizide verabreicht wurden, um einen Eintrag in wertvolle Lebensräume zu reduzieren. Vor der Existenz von Parasitiziden kam es nur selten zum Verlust einzelner Tiere durch Parasitenbefall. Diese Widerstandsfähigkeit der Weidegänger gegen Parasitenbefall sollte bei robusten Rassen und ausreichend großen Flächen auch heute noch existieren.

Pufferstreifen am Rande naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen erscheinen uns sehr wichtig, um den Eintrag von Pestiziden (und anderen Schadstoffen) in diese Lebensräume zu reduzieren. Ob sie für Insekten wichtig sind, sollte intensiver bearbeitet werden. Sie können auch als Hindernis von den Tieren wahrgenommen werden und so zu einer Fragmentierung führen.

5 Lichtverschmutzung und Verkehr reduzieren!

Für nachtaktive, fliegende Insekten, besonders Nachtfalter, stellen Lichtquellen in den Siedlungsräumen einen Grund für den Rückgang dar (Wilson et al. 2018). Deshalb sollte in Siedlungen an und besonders innerhalb von naturschutzfachlich bedeutsamen Flächen so wenig Licht, insbesondere durch Straßenlaternen, eingesetzt werden wie möglich.

Bekanntlich werden an Kraftfahrzeugen immer weniger tote Insekten gefunden. Das wird oft als Indikator für den Rückgang von Insekten gewertet. Aktuelle Forschungen zeigen, dass ein starker Kraftfahrzeugverkehr mit Geschwindigkeiten von 70–90 km/h die Dichte von Wildbienen deutlich reduzieren kann. Die Ausfälle waren dabei größer, wenn kein Waldstreifen die Straßen säumte (Keilsohn et al. 2018). Zahlreiche Schutzgebiete grenzen an Straßen oder Straßen führen sogar durch diese Gebiete (z. B. Naturschutzgebiete Lüneburger Heide und Heiliges Meer, Biosphärenreservate der Elbtalau, Nationalpark Harz). Grenzen solche Straßen an naturschutzfachlich bedeutsame Flächen, sollte die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auf höchstens 50 km/h begrenzt werden. Extensiv genutzte Ackerrandstreifen sollten zudem nicht an Straßen liegen, da die Gefahr, dass Bestäuber auf dem Weg zu den Nektarquellen von Fahrzeugen getötet werden, groß ist.

6 Insekten beim Management stärker berücksichtigen, Langzeituntersuchungen durchführen!

Wie dargestellt, müssen beim Schutz von Insekten Aspekte berücksichtigt werden, die bisher im Naturschutz keine ausreichende Berücksichtigung gefunden haben. Wir empfehlen deshalb mit Nachdruck, in den für das Management naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen verantwortlichen Institutionen (behördlicher Naturschutz, Stiftungen, NGOs) Entomologen an Entscheidungen zu beteiligen.

Nach Veränderungen im Management oder Eingriffen in naturschutzfachlich bedeutsame Flächen sollte stets eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden, um so die Folgen der Maßnahmen auf Insekten abschätzen zu können und gegebenenfalls auch zu modifizieren. In manchen Ländern (z. B. Niederlande und Großbritannien) gibt es nicht nur ein Netzwerk von Langzeituntersuchungen an Insekten (z. B. Brooks et al. 2012). Damit können Veränderungen in der Diversität und Häufigkeit von Insekten dokumentiert und analysiert werden. Zudem existiert zumindest für Großbritannien ein praktisches Handbuch für ein Lebensraummanagement, das



Abb. 2: Der Frühlings-Dungkäfer (*Trypocopris vernalis*) gehört zu den Arten, die einen Gang in den Boden graben und in davon abgehenden Seitenkammern Dung von Weidegängern für ihre Larven deponieren. Die Populationen solcher Dungkäfer gehen durch den Einsatz von Parasitiziden besonders stark zurück. Das hat auf den Abbau der Fäzes (und damit ökosystemare Dienstleistungen), aber auch auf die höheren trophischen Ebenen der Weide-Ökosysteme negative Auswirkungen. (Foto: Thorsten Aßmann)

Fig. 2: The spring dumble dor beetle (*Trypocopris vernalis*) belongs to the species which dig a hole in the ground and deposit dung from grazers for their larvae in outgoing side chambers. The populations of such dung beetles are particularly strongly reduced by the use of parasiticides. This has negative effects on the degradation of faeces (and thus ecosystem services), but also on the higher trophic levels of pasture ecosystems.

besonders Insekten berücksichtigt (Kirby 2013). In Deutschland existieren solche Leitlinien kaum, und Langzeituntersuchungen sind ausgesprochen selten. Diese Studien sollten sich auf identifizierte Arten begründen, um Analysen zu ermöglichen, die ein besseres Verständnis zu Veränderungen der Diversität und Häufigkeit von Insekten versprechen (z. B. Homburg et al. 2019).

7 Literatur

- Andersen J., Hanssen O. (2005): Riparian beetles, a unique, but vulnerable element in the fauna of Fennoscandia. *Biodiversity and Conservation* 14: 3 497 – 3 524.
- Assmann T., Janssen J. (1999): The effects of habitat changes on the endangered ground beetle *Carabus nitens* (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Insect Conservation* 3: 107 – 116.
- Assmann T., Buse J. et al. (2013): Historisch alte Waldstandorte: Bedeutung und Wert von Lebensraumkontinuität für Tiere. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 131: 65 – 82.
- Assmann T., Boutaud E. et al. (2016): Halboffene Verbundkorridore: Ökologische Funktion, Leitbilder und Praxis-Leitfaden. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 154: 291 S.
- Brooks D.R., Bajer J.E. et al. (2012): Large carabid beetle declines in a United Kingdom monitoring network increases evidence for a widespread loss in insect biodiversity. *Journal of Applied Ecology* 49: 1009 – 1019.
- Buse J., Ranius T., Assmann T. (2008): An endangered longhorn beetle associated with old oaks and its possible role as an ecosystem engineer. *Conservation Biology* 22: 329 – 337.
- Buse J., Slachta M. et al. (2015): Relative importance of pasture size and grazing continuity for the long-term conservation of European dung beetles. *Biological Conservation* 187: 112 – 119.
- Cálix M., Alexander K.N. et al. (2018): European Red List of saproxylic beetles. IUCN, Brussels: 12 S.
- Den Boer P.J., Van Dijk T.S. (1994): Carabid beetles in a changing environment. *Wageningen Agricultural University Papers* 94: 1 – 30.
- Dirzo R., Young H.S. et al. (2014): Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345: 401 – 406.
- Döring T.F., Kromp B. (2003): Which carabid species benefit from organic agriculture? – a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 153 – 161.
- Dunn R.R. (2005): Modern insect extinctions, the neglected majority. *Conservation Biology* 19: 1030 – 1036.
- Gonzalez-Tokman D., Martinez M.I. et al. (2017): Ivermectin alters reproductive success, body condition and sexual trait expression in dung beetles. *Chemosphere* 178: 129 – 135.
- Gottfried I., Gottfried T., Zajac K. (2019): Bats use larval galleries of the endangered beetle *Cerambyx cerdo* as hibernation sites. *Mammalian Biology* 95: 31 – 34.
- Gürlich S., Suikat R., Ziegler W. (2011): Rote Liste: Die Käfer Schleswig-Holsteins, Band 3. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek: 98 S.
- Hallmann C.A., Sorg M. et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 12(10): e0185809.
- Henry M., Beguin M. et al. (2012): A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 336: 348 – 350.
- Heydemann B., Meyer H. (1984): Auswirkungen der Intensivkultur auf die Fauna in den Agrarbiotopen. *Landespflege und Landwirtschaft* 42: 174 – 191.
- Hill B.T., Beck L., Beinlich B. (2004): Reaktionen der Laufkäferzönose eines brachgefallenen Kalk-Ackers auf extensive Schweinebeweidung. *Angewandte Carabidologie, Supplement III*: 3 – 15.
- Homburg K., Drees C. et al. (2019): Where have all the beetles gone? Long-term study reveals carabid species decline in a nature reserve in Northern Germany. *Insect Conservation and Diversity*. DOI: 10.1111/icad.12348
- Horak J., Pavlicek J. et al. (2018): Winners and losers in the wilderness: Response of biodiversity to the abandonment of ancient forest pastures. *Biodiversity and Conservation* 27(11): 3019 – 3029.
- Hülsmann M., Boutaud E. et al. (2019): Land-use legacy and tree age in continuous woodlands: weak effects on overall ground beetle assemblages, but strong effects on two threatened species. *Journal of Insect Conservation*. DOI: 10.1007/s10841-019-00156-8
- Januschke K., Verdonschot R.C. (2016): Effects of river restoration on riparian ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Europe. *Hydrobiologia* 769: 93 – 104.
- Keilsohn W., Narango D.L., Tallamy D.W. (2018): Roadside habitat impacts insect traffic mortality. *Journal of Insect Conservation* 22: 183 – 188.
- Kirby K.J. (2013): *Habitat management for invertebrates: A practical handbook*. Pelagic. Exeter: 150 S.
- Kleijn D., Kohler F. et al. (2009): On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 903 – 909.
- König W., Sunkel R. et al. (1989): *Alternativer und konventioneller Landbau. Schriftenreihe der LÖLF* 11: 1 – 286.
- Kruess A., Tschamtk T. (1994): Habitat fragmentation, species loss and biological control. *Science* 264: 1581 – 1584.
- LÖWE (2011): 20 Jahre langfristige ökologische Waldentwicklung: Das LÖWE-Programm. *Niedersächsische Landesforsten*. Braunschweig, 31 S.
- Martinez I., Kadiri N. et al. (2018): Trans-generational and within-generational effects of two macrocyclic lactones on tunneller and dweller dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): a case study. *Canadian Entomologist* 150: 610 – 621.
- Nickel H., Reisinger E. et al. (2016): Außergewöhnliche Erfolge des zoologischen Artenschutzes durch extensive Ganzjahresbeweidung mit Rindern und Pferden. *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 53: 5 – 20.
- Nolte D., Schuldt A. et al. (2017): Functional traits drive ground beetle community structures in Central European forests: Implications for conservation. *Biological Conservation* 213: 5 – 12.
- Nolte D., Boutaud E. et al. (2019): Habitat specialization, distribution range size and body size drive extinction risk in carabid beetles. *Biodiversity and Conservation* 28: 1267 – 1283
- Poulin B., Lefebvre G. (2018): Perturbation and delayed recovery of the reed invertebrate assemblage in Camargue marshes sprayed with *Bacillus thuringiensis israelensis*. *Insect Science* 25: 542 – 548.
- Poulin B., Lefebvre G., Paz L. (2010): Red flag for green spray: adverse trophic effects of Bti on breeding birds. *Journal of Applied Ecology* 47: 884 – 889.
- Regionale PEFC Arbeitsgruppe Brandenburg e. V. (2016): *Regionaler Waldbericht Brandenburg (2016)*. ö.konzept. Freiburg: 150 S.
- Rezac M., Pekar S., Stara J. (2010): The negative effect of some selective insecticides on the functional response of a potential biological control agent, the spider *Philodromus cespitum*. *Biocontrol* 55: 503 – 510.

- Sands B., Wall R. (2017): Dung beetles reduce livestock gastrointestinal parasite availability on pasture. *Journal of Applied Ecology* 54: 1180–1189.
- Sands B., Wall R. (2018): Sustained parasiticide use in cattle farming affects dung beetle functional assemblages. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 265: 226–235.
- Schirmel J., Buchholz S. (2013): Invasive moss alters patterns in life-history traits and functional diversity of spiders and carabids. *Biological Invasions* 15: 1089–1100.
- Schmidl J., Büche B. (in Vorb.): Rote Liste und Gesamtartenliste der Käfer (Coleoptera, exkl. Lauf- und Wasserkäfer) Deutschlands im Überblick (Stand Sept. 2011). *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(5).
- Schmidt J., Trautner J., Müller-Motzfeld G. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70: 139–204.
- Seibold S., Brandl R. et al. (2015): Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. *Conservation Biology* 29: 382–390.
- Slade E.M., Riutta T. et al. (2016): The role of dung beetles in reducing greenhouse gas emissions from cattle farming. *Scientific Reports* 6: 18140.
- Svobodova Z., Habustova O.S. et al. (2018): Split application of glyphosate in herbicide-tolerant maize provides efficient weed control and favors beneficial epigeic arthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 251: 171–179.
- Tscharntke T., Steffen-Dewendter I. et al. (2002): Characteristics of insect populations on habitat fragments: A mini review. *Ecological Research* 17: 229–239.
- Verdu J.R., Lobo J.M. et al. (2018): Ivermectin residues disrupt dung beetle diversity, soil properties and ecosystem functioning: An interdisciplinary field study. *Science of the Total Environment* 618: 219–228.
- Westrich P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. Ulmer. Stuttgart: 972 S.
- Whitehorn P.R., O'Connor S. et al. (2012): Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336: 351–352.
- Whitmore R.C., Cooper R.J., Sample B.E. (1993): Bird fat reductions in forests treated with Dimilin. *Environmental Toxicology and Chemistry* 12: 2059–2064.
- Wilson J.F., Baker D. et al. (2018): A role for artificial night-time lighting in long-term changes in populations of 100 widespread macro-moths in UK and Ireland: a citizen-science study. *Journal of Insect Conservation* 22: 189–196.

Prof. Dr. Thorsten Aßmann
Korrespondierender Autor
Leuphana Universität Lüneburg
Institut für Ökologie
Universitätsallee 1
21335 Lüneburg
E-Mail: assmann@uni.leuphana.de



Der Autor beschäftigt sich seit seiner Schulzeit mit Tieren und Naturschutzthemen. Nach dem Studium der Biologie in Gießen und Münster promovierte er mit einem populationsgenetischen Thema in Münster. Die Habilitation in Ökologie erfolgte an der Universität Osnabrück. Im Jahr 2001 wurde er für Ökologie, insbesondere Tierökologie, an die Leuphana Universität Lüneburg berufen. Seine Interessenschwerpunkte liegen im Bereich der Naturschutzbiologie, Ökologie und Phylogeographie sowie Systematik und Taxonomie von Laufkäfern und anderen Insekten. Über 200 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften und Buchpublikationen. 1994 startete er in Zusammenarbeit mit der Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz eine noch andauernde Langzeituntersuchung an Laufkäfern im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide.

Dr. Jörn Buse
Nationalpark Schwarzwald
Fachbereich Ökologisches Monitoring,
Forschung und Artenschutz
Kniebisstraße 67
72250 Freudenstadt
E-Mail: joern.buse@nlp.bwl.de

Dr. Claudia Drees
Universität Hamburg
Institut für Zoologie, Fachbereich Biologie
Martin-Luther-King-Platz 3
20146 Hamburg
E-Mail: claudia.drees@uni-hamburg.de

Dr. Katharina Homburg
Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz
Hof Möhr
29640 Schneverdingen
E-Mail: katharina.homburg@nna.niedersachsen.de

Dorothea Nolte
Universität Hildesheim
Institut für Biologie und Chemie
Universitätsplatz 1
31141 Hildesheim
E-Mail: dorothea.nolte@uni-hildesheim.de

Anzeigen

Die Stiftung für Natur- und Umweltschutz

Die Stiftung des Landesnaturschutzverbandes Baden-Württemberg hat sich den Natur- und Umweltschutz zum Ziel gesetzt. Unterstützen auch Sie unsere Arbeit durch Ihre Spende, Zustiftung oder in anderer Weise. Rufen Sie uns an unter **0711/24 89 55-20** oder besuchen Sie uns im Internet unter **www.lnv-bw.de**

LNV Stiftung
 Landesnaturschutzverband Baden-Württemberg e.V.

Auen sind lebendig!

Aber oft bedroht.

Spenden Sie für die Vielfalt!

GNA e.V.
 Gesellschaft für Naturschutz und Auenentwicklung e.V.
 Buchbergstr. 6
 63517 Rodenbach
 06184 - 99 33 797
www.gna-ae.de
gna.aue@web.de

Raiffeisenbank Rodenbach
 BLZ 506 636 99 | Konto 10 70 800
 Ihre Spende ist selbstverständlich steuerlich abzugsfähig.