

Schutzgebiete im Klimawandel

Volker Scherfose (Hrsg.)

BfN-Schriften

675

2023



Veränderungen der Artenvielfalt von Heuschrecken innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten

Thomas Fartmann

Zusammenfassung

Änderungen der Landnutzung haben zu einem großflächigen Verlust artenreicher Lebensräume geführt. Im Tiefland war insbesondere die Intensivierung der Bewirtschaftung hierfür verantwortlich. In den Mittelgebirgen waren dagegen lange Zeit vor allem die Nutzungsaufgabe und Aufforstungen Treiber des Rückgangs. Seit Ende der 1980er-Jahre spielt zudem der Klimawandel eine immer größere Rolle für die Abnahme der Artenvielfalt in ganz Deutschland.

Die negativen Auswirkungen des Landnutzungs- und Klimawandels auf die Biodiversität betreffen nicht nur Flächen außerhalb, sondern auch innerhalb von Schutzgebieten. Im vorliegenden Beitrag werden anhand von Fallbeispielen aus Mittelgebirgen und dem Tiefland die Reaktionen von Heuschrecken auf die veränderten Umweltbedingungen vergleichend in Naturschutzgebieten und außerhalb davon betrachtet. Bei den vorgestellten Studien handelt es sich um Wiederholungsuntersuchungen (*re-survey studies*).

Keine Art kann aufgrund der starken Habitatfragmentierung in unserer Landschaft aktuell mit der Geschwindigkeit des Klimawandels Schritt halten. Zu den Arten, die vom Temperaturanstieg profitieren, zählen thermophile und gleichzeitig mobile Habitatgeneralisten. In Landschaften, die noch durch eine hohe Habitatkonnektivität gekennzeichnet sind, gibt es inzwischen aber auch Beispiele für weniger mobile Arten, die sich ausbreiten. Zu den Verlierern des globalen Wandels zählen insbesondere boreomontane/hygrophile Arten und Habitatspezialisten. Die letzten Dürrejahre haben gezeigt, dass inzwischen aber auch immer mehr weitverbreitete Arten frischer oder sogar trockener Habitate unter dem Klimawandel leiden.

Naturschutzgebiete stellen einen wirksamen Flächenschutz dar und sind von starken Veränderungen der Landnutzung weniger stark betroffen. Zudem sind sie in gewissen Grenzen resistenter und resilienter gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels als Flächen außerhalb davon. Demgegenüber wirken Luftstickstoffeinträge gleichermaßen stark innerhalb und außerhalb der Schutzgebiete. Ohne gezielte Maßnahmen wird sich, selbst bei unveränderten Bedingungen, der Biodiversitätsrückgang auch in Naturschutzgebieten fortsetzen. Zukünftig werden insbesondere die Habitatverfügbarkeit und der Klimawandel die Verbreitung der Arten in unserer Landschaft bestimmen.

Summary

Changes in land use have resulted in large-scale loss of species-rich habitats. In the lowlands, this was especially caused by an intensification of agricultural management. By contrast, in the uplands, the main drivers of the decline were abandonment of land use and afforestation. Since the late 1980s climate change has become a further threat to biodiversity across Germany.

The negative effects of global change on biodiversity are visible in both protected and unprotected areas. In this paper, re-survey studies from uplands and lowlands that compared the effects of land-use and climate change on grasshopper species within and outside nature reserves are considered.

Due to strong habitat fragmentation in our landscapes, currently no species is able to keep pace with climate change. Winners of the temperature increase are especially thermophilous and also mobile habitat generalists. In landscapes that still exhibit a high habitat connectivity, there are also some less mobile species that expand their ranges. Among the losers are particularly boreomontane/hygrophilous species and habitat specialists. Recent drought years have shown that now even widespread species occurring in fresh or even dry habitats suffer from climate change.

Overall, nature reserves are well protected against strong changes in land use. Moreover, they are more resistant and resilient against the effects of climate change. However, atmospheric nitrogen deposition affects ecosystems within and outside nature reserves. Without targeted measures, the loss of biodiversity will continue, even in nature reserves and without further changes in environmental conditions, since many species already suffer from an extinction debt. In future, habitat availability and climate change will determine the distribution of species in our landscapes.

1 Einleitung

Die aktuelle Biodiversitätskrise stellt eines der gravierendsten Probleme unserer Zeit dar (Rockström et al. 2009, Butchart et al. 2010, Naeem et al. 2012). Gegenwärtig ist die Aussterberate von Arten um den Faktor 10 bis 100 höher, als dies im Mittel der letzten zehn Millionen Jahre der Fall war (Díaz et al. 2019). Für Landlebensräume gilt der Landnutzungswandel als der Haupttreiber des Artenrückgangs (Newbold et al. 2015, Díaz et al. 2019, Cardoso et al. 2020, Fartmann et al. 2021a). Änderungen der Landnutzung haben zu einem großflächigen Verlust artenreicher Lebensräume geführt. Als Schlüsselfaktoren, die das Überleben von Arten in unseren fragmentierten Landschaften bestimmen, gelten die Qualität, Größe und Konnektivität der Habitate (Poniatowski et al. 2018a).

Im Tiefland war insbesondere die Intensivierung der Landnutzung verantwortlich für Lebensraumverluste (Fartmann et al. 2021a). In den Mittelgebirgen führten dagegen lange Zeit vor allem die Nutzungsaufgabe und Aufforstungen zu Rückgängen von artenreichen Habitaten (Löffler et al. 2019, Fumy et al. 2021). In den letzten Jahrzehnten hat aber auch hier eine intensivere Landwirtschaft Einzug gehalten.

Seit Ende der 1980er-Jahre spielt zudem der Klimawandel eine immer größere Rolle für Veränderungen der Biodiversität (Díaz et al. 2019, Cardoso et al. 2020, Fartmann et al. 2021a). Der Klimawandel wirkt insbesondere durch einen Temperaturanstieg und eine Zunahme von Wetterextremen (z. B. Dürreperioden) auf die Artengemeinschaften (Streitberger et al. 2016).

Die negativen Auswirkungen des globalen Wandels auf die Artenvielfalt betreffen nicht nur Flächen außerhalb, sondern auch innerhalb von Schutzgebieten (Rada et al. 2019, Cooke et al. 2023). Im vorliegenden Beitrag werden anhand von Fallbeispielen aus Mittelgebirgen und dem Tiefland die Reaktionen von Heuschreckenarten auf den Landnutzungs- und Klimawandel vergleichend in Naturschutzgebieten und außerhalb davon betrachtet. Bei den vorgestellten Studien handelt es sich überwiegend um Wiederholungsuntersuchungen (*re-survey studies*) auf denselben Flächen unter Verwendung derselben Untersuchungsmethoden.

2 Auswirkungen des Landnutzungs- und Klimawandels auf Heuschrecken in fragmentierten Landschaften

2.1 Mittelgebirge – innerhalb von Naturschutzgebieten

In den westdeutschen Mittelgebirgen Eifel (Löffler et al. 2019) und Schwarzwald (Fumy et al. 2020) konnten gleich gerichtete Veränderungen der Landnutzung, des Klimas und der Heuschreckengemeinschaften des Grünlandes von Mitte der 1990er-Jahre bis heute festgestellt werden. Das Gros der untersuchten Flächen befand sich in Naturschutzgebieten. Dennoch unterschied sich die Nutzung deutlich: Das Feuchtgrünland lag überwiegend brach, während das Grünland mittlerer und insbesondere trockener Standorte (Kalk- bzw. Silikatmagerrasen) kontinuierlich extensiv genutzt wurde. Alle Mitte der 1990er-Jahre untersuchten Grünlandparzellen waren auch Mitte der 2010er-Jahre noch vorhanden. Im überwiegend brachliegenden Feuchtgrünland veränderten sich die mittleren Artenzahlen in diesem Zeitraum nicht (Abb. 1). Demgegenüber nahm die durchschnittliche Artenvielfalt in den anderen, weiterhin extensiv genutzten Grünlandhabitaten um 19–45 % zu. Verantwortlich für den Anstieg der Artenvielfalt war der klimawandelbedingte Temperaturanstieg, der insbesondere die Ausbreitung thermophiler Generalisten mit hoher Mobilität begünstigte (z. B. Große Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*) oder Roesels Beißschrecke (*Roeseliana roeselii*)).

2.2 Tiefland – innerhalb und außerhalb von Naturschutzgebieten

Das nördliche Münsterland (Westfälische Bucht) ist durch eine kleinteilige, aber dennoch sehr intensive landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Aufgrund der kleinen Parzellen wird der Landschaftsausschnitt als Münsterländer Parklandschaft bezeichnet und weist eine hohe Dichte an Säumen auf. Im Jahr 1995 wurde in diesem Untersuchungsgebiet eine repräsentative Auswahl an Säumen mit Grünlandvegetation ($n = 118$) und flächigen Grünlandparzellen ($n = 63$, davon $n = 14$ [22 %] in Naturschutzgebieten) untersucht (Fartmann et al. 2021b, 2022a). Von 1995 bis zum Jahr 2012 ist die Sommertemperatur um 1,1 °C gestiegen und 17 (27 %) der flächigen Grünlandparzellen waren inzwischen anderweitig genutzt. Fast 90 % dieser Parzellen waren in Maisäcker umgewandelt worden; der Mais diente überwiegend der Biogaserzeugung. Die Flächenverluste erfolgten ausnahmslos außerhalb von Naturschutzgebieten. Nahezu alle Säume waren 2012 weiterhin vorhanden. Die bereits in den Mittelgebirgen festgestellte Zunahme der durchschnittlichen Artenvielfalt und eine Ausbreitung thermophiler Generalisten mit hoher Mobilität bedingt durch den Klimawandel konnten auch in den noch vorhandenen Flächen in diesem Untersuchungsgebiet beobachtet werden. Allerdings konnten sich hier aufgrund der hohen Konnektivität der Grünlandparzellen innerhalb der meist großflächigen Naturschutzgebiete auch Arten mit geringer Mobilität, z. B. die Kurzflügelige Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*), stärker ausbreiten (Abb. 2). In Grünlandparzellen außerhalb der Schutzgebiete und den Säumen war dies nicht der Fall: Hier nahm der Community-Farmland-Index ab und der Community-Temperature-Index zu (Abb. 3, Textbox 1). In den Artengemeinschaften dominierten inzwischen also stärker generalistische und wärmeliebende Arten. Im Gegensatz dazu änderten sich die Werte der beiden Indizes in Grünlandparzellen innerhalb von Naturschutzgebieten nicht. Die Naturschutzgebiete erwiesen sich also als deutlich resistenter bzw. resilienter als Grünlandparzellen außerhalb der Schutzgebiete und Säume. Verantwortlich hierfür dürften eine kontinuierliche extensive Grünlandnutzung und eine weniger starke Dränierung der Flächen und damit – trotz Klimawandel – ein stabilerer Wasserhaushalt sein. Die Art mit den stärksten Rückgängen war der Bunte Grashüpfer (*Omocestus viridulus*) (Abb. 4). In Grünlandparzellen außerhalb der Naturschutzgebiete nahm die Stetigkeit um 53 % und in den Säu-

men um 65 % ab; im Grünland innerhalb der Schutzgebiete gab es hingegen keine Veränderungen. Der Bunte Grashüpfer reagiert gleichermaßen empfindlich auf eine Intensivierung der Grünlandnutzung, das dauerhafte Brachfallen und zunehmende Dürre.

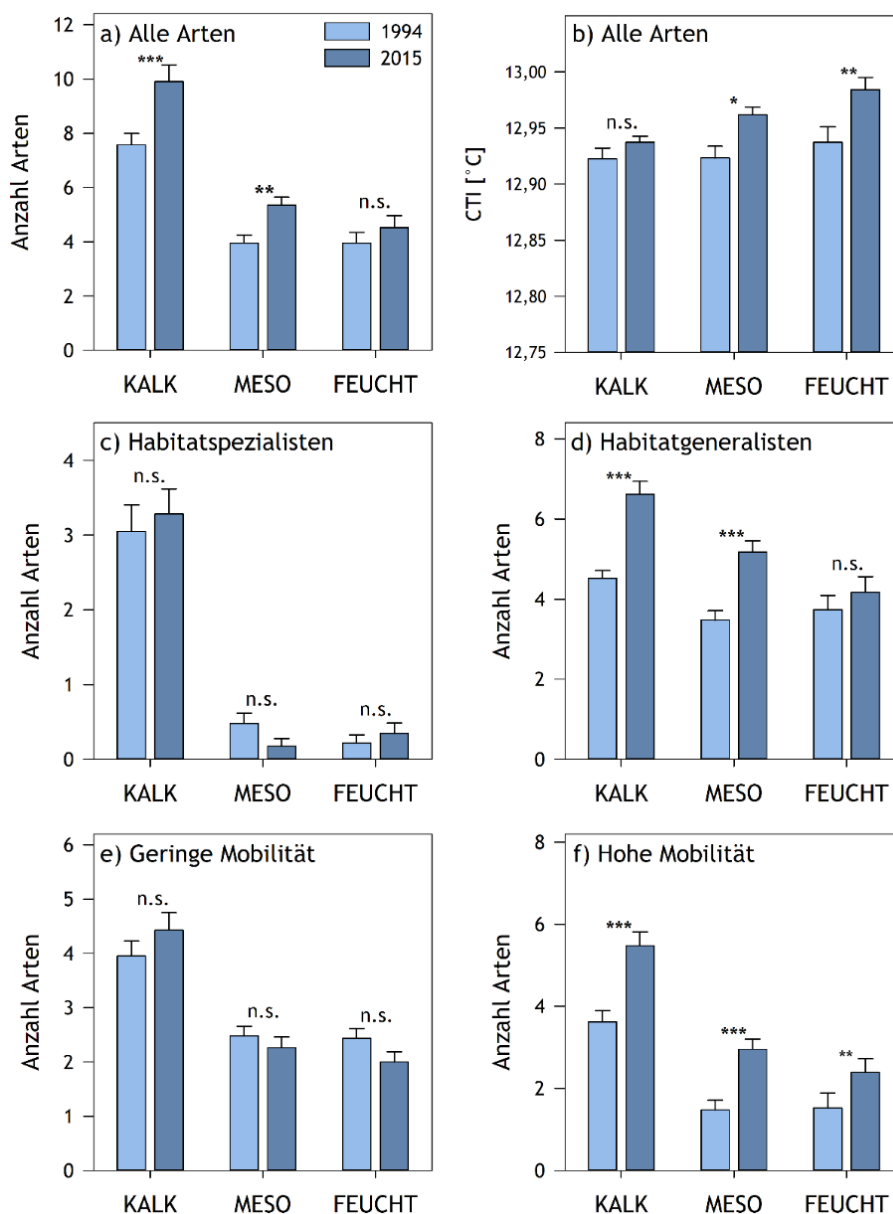


Abb. 1: Mittlere Artenzahl und mittlerer Community-Temperature-Index (CTI) (jeweils $\pm$ Standardfehler) für alle Heuschreckenarten (a und b), Habitatspezialisten (c), Habitatgeneralisten (d), Arten mit geringer Mobilität (e) und Arten mit hoher Mobilität (f) in Kalkmagerrasen (KALK), im mesophilen Magergrünland (MESO) und im Feuchtgrünland (FEUCHT) der Eifel. n.s. = nicht signifikant, *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$. Quelle: Löffler et al. (2019)

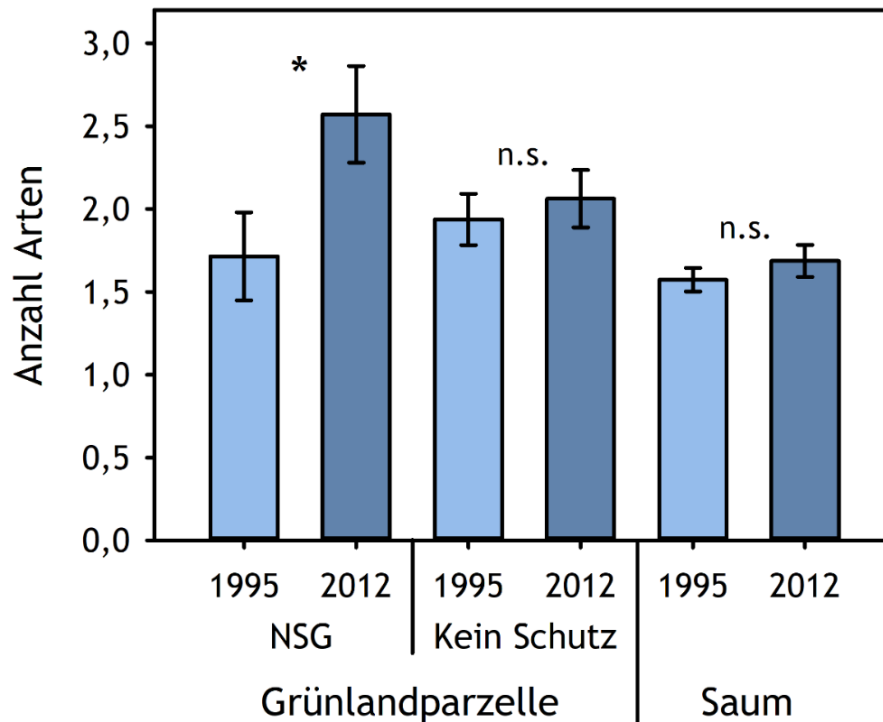


Abb. 2: Mittlere Anzahl ($\pm$ Standardfehler) an Heuschreckenarten mit geringer Mobilität in flächigen Grünlandparzellen innerhalb und außerhalb von Naturschutzgebieten sowie in Säumen in den Jahren 1995 und 2012 im Münsterland. n.s. = nicht signifikant, * $P < 0,05$. Quelle: Fartmann et al. (2021b), (2022a)

Textbox 1: Exkurs: Community-Farmland-Index und Community-Temperature-Index.

Die Berechnung der beiden Indizes basiert auf der aktuellen Messtischblatt-Verbreitung der Heuschrecken in Deutschland (Poniatowski et al. 2020). Für jede Heuschreckenart wurden zunächst der Species-Farmland-Index (SFI) und der Species-Temperature-Index (STI) berechnet. Der SFI spiegelt den Anteil an High-Nature-Value-Farmland (HNV-Farmland) am Offenland innerhalb des Verbreitungsgebietes der jeweiligen Art in Deutschland wider (Fumy et al. 2020, Poniatowski et al. 2020). HNV-Farmland umfasst insbesondere artenreiche Lebensräume der Agrarlandschaft (z. B. Magergrünland) und lineare Strukturen innerhalb der Agrarlandschaft (z. B. Säume). Der STI ist definiert als die mittlere Sommertemperatur (April–September) im Verbreitungsgebiet der jeweiligen Art (Löffler et al. 2019, Fumy et al. 2020, Poniatowski et al. 2020). Der Community-Farmland-Index (CFI) bzw. Community-Temperature-Index (CTI) ist der Mittelwert der SFI- bzw. STI-Werte aller Arten in einer Lebensgemeinschaft. Je höher der CFI, desto mehr Arten mit starker Bindung an HNV-Farmland kommen in einer Lebensgemeinschaft vor. Je höher der CTI, desto mehr wärmeliebende Arten beinhaltet die Zönose.

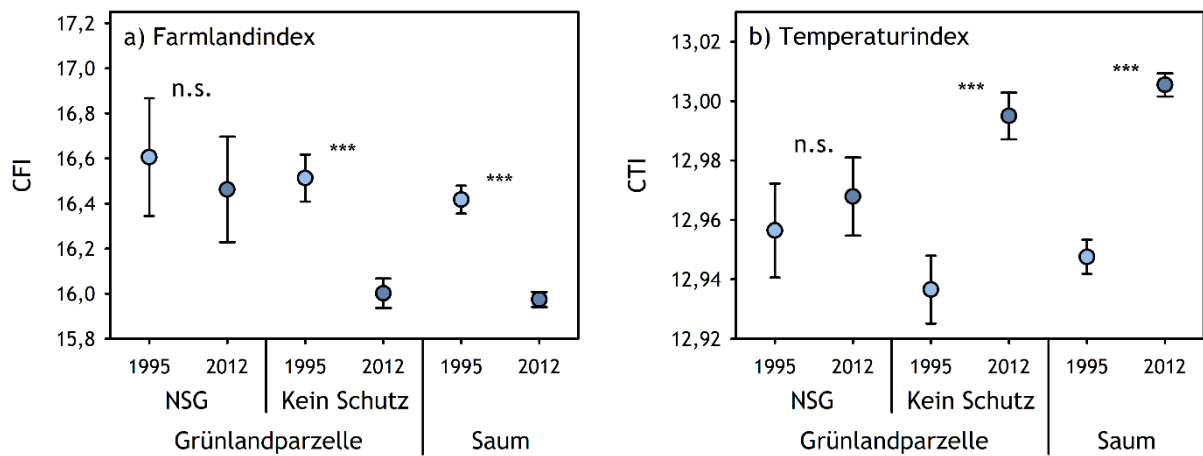


Abb. 3: Mittlerer Community-Farmland- und Temperature-Index (CFI, CTI; jeweils $\pm$ Standardfehler) der Heuschrecken-Gemeinschaften in flächigen Grünlandparzellen innerhalb und außerhalb von Naturschutzgebieten sowie in Säumen in den Jahren 1995 und 2012 im Münsterland. n.s. = nicht signifikant, *** $P < 0,001$. Quelle: Fartmann et al. (2021b), (2022a)



Abb. 4: Der Bunte Grashüpfer (*Omocestus viridulus*) zählt zu den stärksten Verlierern des Landnutzungs- und Klimawandels im Grünland unter den deutschen Heuschreckenarten. Foto: Gregor Stuhldreher

3 Synthese

Keine Heuschreckenart kann aufgrund der starken Habitatfragmentierung in unserer Landschaft mit der Geschwindigkeit des Klimawandels Schritt halten (Fartmann et al. 2021a). Zu den Arten, die vom Temperaturanstieg profitieren, zählen thermophile und gleichzeitig mobile Habitatgeneralisten. Aktuell sind für 26 (32 %) der 81 heimischen Heuschreckenarten Are-

alerweiterungen aufgrund des Klimawandels nachgewiesen (Poniatowski et al. 2018b). In Landschaften, die noch durch eine hohe Habitatkonnektivität gekennzeichnet sind, gibt es inzwischen aber auch Beispiele für weniger mobile Arten, die sich ausbreiten. Zu den Verlierern des globalen Wandels zählen insbesondere boreomontane/hygrophile Arten und Habitatspezialisten (Poniatowski et al. 2018b, Fartmann et al. 2021a). Bislang konnten für insgesamt 6 (7 %) der heimischen Arten Rückgänge aufgrund des Klimawandels dokumentiert werden (Poniatowski et al. 2018b). Die letzten Dürrejahre haben gezeigt, dass inzwischen aber auch immer mehr weit verbreitete Arten frischer oder trockener Standorte unter dem Klimawandel leiden (Fartmann et al. 2022b).

Wie die Arbeiten von Fartmann et al. (2021b, 2022a) belegen, stellen Naturschutzgebiete einen wirksamen Flächenschutz dar und sind von Veränderungen der Landnutzung weniger stark betroffen. Zudem sind sie in gewissen Grenzen resistenter und resilienter gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels. Demgegenüber wirken Luftstickstoffeinträge aber gleichermaßen stark innerhalb und außerhalb der Schutzgebiete (Fartmann et al. 2021a). Insbesondere in Regionen mit intensiver Tierhaltung (NW-Deutschland) haben atmosphärische Stickstoffeinträge stark negative indirekte und direkte Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften (Kurze et al. 2018, Fartmann et al. 2021a).

Ohne gezielte Maßnahmen (z. B. Wiederaufnahme extensiver Beweidung in brachliegendem Grünland) wird sich das Artensterben selbst bei unveränderten Umweltbedingungen fortsetzen (Löffler et al. 2020, Fartmann et al. 2021a). Dies trifft auch auf viele Arten in Naturschutzgebieten zu. Zukünftig werden insbesondere die Habitatverfügbarkeit und der Klimawandel die Verbreitung der Arten in unserer Landschaft bestimmen (Fartmann et al. 2021b). Unter Habitatverfügbarkeit wird hierbei das Angebot sowohl an geeigneten Lebensräumen als auch an Wanderkorridoren bzw. Trittsteinen verstanden.

4 Literaturverzeichnis

- Butchart, S.H., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., Scharlemann, J.P., Almond, R.E., Baillie, J.E., Bomhard, B., Brown, C. & Bruno, J. (2010): Global biodiversity: indicators of recent declines. – *Science* 328(5982): 1164–1168.
- Cardoso, P., Barton, P.S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C.S., Gaigher, R., Habel, J., Hallmann, C.A., Hill, M., Hochkirch, A., Kwak, M.L., Mammola, S., Noriega, J.A., Orfinger, A.B., Pedraza, F., Pryke, J.S., Roque, F.O., Settele, J., Simaika, J.P., Stork, N.E., Suhling, F., Vorster, C. & Samways, M.J. (2020): Scientists' warning to humanity on insect extinctions. – *Biological Conservation* 242, 108426.
- Cooke, R., Mancini, F., Boyd, R.J., Evans, K.L., Shaw, A., Webb, T.J. & Isaac, N.J.B. (2023): Protected areas support more species than unprotected areas in Great Britain, but lose them equally rapidly. – *Biological Conservation* 278, 109884.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H.T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Gariboldi, L.A., Ichii, K., Lui, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Showdhury, R., Shin, Y.J., Visseren-Hamakers, I.J., Willis, K.J. & Zayas, C.N. (2019): Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. – IPBES Secretariat, Bonn.
- Fartmann, T., Jedicke, E., Streitberger, M. & Stuhldreher, G. (2021a): Insektensterben in Mitteleuropa: Ursachen und Gegenmaßnahmen. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

- Fartmann, T., Poniatowski, D. & Holtmann, L. (2021b): Habitat availability and climate warming drive changes in the distribution of grassland grasshoppers. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 320, 107565.
- Fartmann, T., Poniatowski, D. & Holtmann, L. (2022a): Effects of land-use and climate change on grasshopper assemblages differ between protected and unprotected grasslands. – *Basic and Applied Ecology* 63: 83–92.
- Fartmann, T., Brüggeshemke, J., Poniatowski, D. & Löffler, F. (2022b): Summer drought affects abundance of grassland grasshoppers differentially along an elevation gradient. – *Ecological Entomology* 47: 778–790.
- Fumy, F., Kämpfer, S. & Fartmann, T. (2021): Land-use intensity determines grassland Orthoptera assemblage composition across a moisture gradient. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 315, 107424.
- Fumy, F., Löffler, F., Samways, M.J. & Fartmann, T. (2020): Response of Orthoptera assemblages to environmental change in a low-mountain range differs among grassland types. – *Journal of Environmental Management* 256, 109919.
- Kurze, S., Heinken, T. & Fartmann, T. (2018): Nitrogen enrichment in host plants increases the mortality of common Lepidoptera species. – *Oecologia* 188: 1227–1237.
- Löffler, F., Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2019): Orthoptera community shifts in response to land-use and climate change – Lessons from a long-term study across different grassland habitats. – *Biological Conservation* 236: 315–323.
- Löffler, F., Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2020): Extinction debt across three taxa in well-connected calcareous grasslands. – *Biological Conservation* 246, 108588.
- Naeem, S., Duffy, J.E. & Zavaleta, E. (2012): The functions of biological diversity in an age of extinction. – *Science* 336 (6087): 1401–1406.
- Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., Börger, L., Bennett, D.J., Choimes, A. & Collen, B. (2015): Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. – *Nature* 520(7545): 45–50.
- Poniatowski, D., Beckmann, C., Löffler, F., Münsch, T., Helbing, F., Samways, M.J. & Fartmann, T. (2020): Relative impacts of land-use and climate change on grasshopper range shifts have changed over time. – *Global Ecology and Biogeography* 29: 2190–2202.
- Poniatowski, D., Stuhldreher, G., Löffler, F. & Fartmann, T. (2018a): Patch occupancy of grassland specialists: Habitat quality matters more than habitat connectivity. – *Biological Conservation* 225: 237–244.
- Poniatowski, D., Münsch, T., Helbing, F. & Fartmann, T. (2018b): Arealveränderungen mitteleuropäischer Heuschrecken als Folge des Klimawandels. – *Natur und Landschaft* 93(12): 553–561.
- Rada, S., Schweiger, O., Harpke, A., Kühn, E., Kuras, T., Settele, J. & Musche, M. (2019): Protected areas do not mitigate biodiversity declines: a case study on butterflies. – *Diversity and Distributions* 25(2): 217–224.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C. & Schellnhuber, H.J. (2009): A safe operating space for humanity. – *Nature* 461(7263): 472–475.
- Streitberger, M., Ackermann, W., Fartmann, T., Kriegel, G., Ruff, A., Balzer, S. & Nehring, S. (2016): Artenschutz unter Klimawandel: Perspektiven für ein zukunftsfähiges Handlungskonzept. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 147: 1–367.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. Thomas Fartmann
Abteilung für Biodiversität und Landschaftsökologie
Universität Osnabrück
Barbarastraße 11
49076 Osnabrück
E-Mail: t.fartmann@uos.de