

Fledermäuse und Photovoltaik-Freiflächenanlagen

(Bernhard Hoiß)

Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-Freiflächenanlagen) beeinflussen verschiedene Artengruppen wie aquatische Insekten oder Vögel. Zwei neue Studien zeigen, dass auch einige Fledermausarten von PV-Freiflächenanlagen negativ beeinflusst werden. Zu den Mechanismen gibt es bisher nur Vermutungen.

Bekannt ist, dass PV-Freiflächenanlagen polarisiertes Licht reflektieren, ähnlich wie eine Wasseroberfläche. Dies zieht tagsüber Insekten an, die versuchen, ihre Eier auf der Oberfläche abzulegen. Hierzu haben einige Studien bereits verschiedene technische Lösungen untersucht, die diese negativen Auswirkungen zumindest reduzieren können (HORVÁTH et al. 2010; FRITZ et al. 2020). Über die Kulissenwirkung auf Wiesenbrüter und Feldvögel gibt es mehrere Untersuchungen mit heterogenen Ergebnissen, insgesamt zeichnet sich aber ein negativer Einfluss der PV-Freiflächenanlagen auf diese Arten ab (TRAUTNER et al. 2023). Zu den Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Fledermäuse gab es bisher aber noch kaum Erkenntnisse. Daher will ich hier kurz die Ergebnisse zweier kürzlich erschienener Studien aus Großbritannien und Ungarn vorstellen, in denen die Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Aktivität von Fledermäusen untersucht wurden (TINSLEY et al. 2023; SZABADI et al. 2023).

TINSLEY et al. 2023 verglichen 19 PV-Freiflächenanlagen mit jeweils 19 Kontroll-Flächen gleicher Habitate, aber ohne Anlagen. Die untersuchten Flächen waren zwischen 7 und 121 ha groß. Für diese britische Analyse wurden sowohl an den Randbereichen (mit Hecken, Baumreihen, Waldrand oder Graben) als auch in der Mitte der Flächen (beweidet oder gemäht) stationäre Bat-Detektoren aufgestellt und ihre Aufnahmen ausgewertet.

Sechs der acht auswertbaren Arten wurden in ihrer Aktivität negativ von den PV-Freiflächenanlagen beeinflusst: *Pipistrellus pipistrellus* (Zwergfledermaus) und *Nyctalus spp.* (Abendsegler) waren sowohl am Rand als auch in der Mitte der PV-Flächen weniger aktiv als auf den Kontrollflächen; *Myotis spp.* (Mausohren) und



Eptesicus serotinus (Breitflügel-Fledermaus) wiesen eine geringere Aktivität in den Randbereichen von PV-Flächen auf, wohingegen *Pipistrellus pygmaeus* (Mückenfledermaus) und *Plecotus spp.* (Langohrfledermäuse) eine reduzierte Aktivität im Zentrum der Modulreihen zeigten. Die detektierte Anzahl der Arten unterschied sich nicht zwischen PV-Flächen und den Referenzflächen (TINSLEY et al. 2023). Insgesamt zeigten in dieser Studie alle registrierten Arten bis auf *Nyctalus spp.* und *Plecotus spp.* in den Randbereichen der Flächen (egal ob mit oder ohne PV-Anlagen) eine höhere Aktivität als im Zentrum.

Eine ungarische Studie zeigte ähnliche Ergebnisse (SZABADI et al. 2023). Hier fanden die Autorinnen einige Arten, die in PV-Freiflächenanlagen genauso häufig vorkamen wie über Acker oder Siedlungen (*Hypsugo savii* [Alpenfledermaus], *Nyctalus noctula* [Großer Abendsegler] und *Pipistrellus kuhlii* [Weißbrandfledermaus]), während aber besonders schützenswerte Arten wie *Myotis spp.* und *Barbastella barbastellus* (Mopsfledermaus) signifikant seltener waren als in den anderen Habitaten. In beiden Studien gab es keine Arten, die von den PV-Freiflächenanlagen profitierten.

Bisher ist bekannt, dass Fledermäuse von Lärm, urbaner Entwicklung, glatten Oberflächen und

Abbildung 1:

Fransenfledermaus
(Foto: Guido Gerding, XN
Myotis nattereri 96, CC
BY-SA 3.0).

Habitat-Fragmentierung beeinträchtigt werden (TINSLEY et al. 2023). All diese Faktoren treffen in gewissem Umfang auch auf PV-Freiflächenanlagen zu. Dazu gibt es verschiedene erste Hypothesen (TINSLEY et al. 2023): Fledermäuse werden durch die PV-Module beeinflusst oder gar desorientiert, da sie diese für Wasserflächen halten. Beim Versuch im Flug zu trinken, könnten sie sogar mit diesen kollidieren. In diesem Zusammenhang kommt allerdings eine Hochrechnung anhand von Daten aus Kalifornien auf überschaubare 0,06 tote Fledermäuse pro Megawatt und Jahr (SMALLWOOD 2022). In Kalifornien nehmen industrielle PV-Anlagen im Schnitt 2,67 ha/MW ein. Bei insgesamt 12.200 MW installierten PV-Anlagen in Kalifornien im Jahr 2020, wären das hochgerechnet etwa 716 getötete Fledermäuse (SMALLWOOD 2022). Eine vergleichbare Studie aus Europa zu dem Thema ist mir nicht bekannt. Eine indirekte Hypothese für die beobachtete reduzierte Aktivität ist, dass das veränderte Habitat aufgrund verändertem Mikroklima, etwa durch weniger Sonnenlicht und Regen und beeinträchtigter Entwässerung, weniger (Insekten-)Beute bietet.

Die neuen Studien bieten gute Anhaltspunkte, dass auch Fledermäuse von PV-Freiflächenanlagen negativ beeinträchtigt werden können. Um genauere Aussagen zum Umfang, den betroffenen Artengruppen und möglichen Gegenmaßnahmen machen zu können, braucht es aber sicher weitere Untersuchungen.

Mehr:

- FRITZ, B., HORVÁTH, G., HÜNIG, R. et al. (2020): Bioreplicated coatings for photovoltaic solar panels nearly eliminate light pollution that harms polarotactic insects. – PloS One 15(12): e0243296.
- HORVÁTH, G., BLAHÓ, M., EGRI, Á. et al. (2010): Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects. – Conservation Biology 24(6): 1644–1653.
- SMALLWOOD, K. S. (2022): Utility-scale solar impacts to volant wildlife. – The Journal of Wildlife Management 86(4): e22216.
- SZABADI, K. L., KURALI, A., RAHMAN, N. A. A. et al. (2023): The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation. – Global Ecology and Conservation 44: e02481.
- TINSLEY, E., FROIDEVAUX, J. S. P., ZSEBÓK, S. et al. (2023): Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. – Journal of Applied Ecology 60(9): 1752–1762.
- TRAUTNER, J., ATTINGER, A. & DÖRFEL, T. (2023): Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Naturschutz – Feststellungen und Empfehlungen aus einer Orientierungshilfe für die regionale Planung. – Anliegen Natur 46(1): 10 S.; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/pv-freiflaechenanlagen/.

Autor

Bernhard Hoiß

Akademie für Naturschutz und
Landschaftspflege
bernhard.hoiss@anl.bayern.de

Blau-grüne Infrastruktur stärkt die regionale Biodiversität

(Monika Offenberger)

Wie lässt sich die Lebensqualität im urbanen Raum steigern und zugleich geeigneter Lebensraum für gefährdete Tiere schaffen? Zwei Studien im Umkreis von Zürich und Berlin untersuchen mit unterschiedlichen Methoden die Bedürfnisse von Amphibien und Fledermäusen und leiten daraus Empfehlungen für die Stadt- und Landschaftsplanung ab. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Anlage und Erhaltung blau-grüner-Infrastrukturelemente; blau steht für aquatisch, grün für terrestrisch.

Zwei aktuelle Studien nutzen unterschiedliche Ansätze, um das Potenzial von dicht besiedelten Gebieten als Lebensraum für Wildtiere abzuschätzen und daraus Empfehlungen für die strategische Stadt- und Landschaftsplanung abzuleiten. In Städten wird das Vorkommen gefährdeter Arten deutlich seltener durch systematische Kartierungen und Monitorings erfasst als in Schutzgebieten und im ländlichen Raum. Eine Schweizer Arbeitsgruppe um Giulia Donati versucht, diese „blinden Flecke“ durch informierte, räumliche Interpolierung anderswo erhobener Daten zu füllen (DONATI et al. 2022). Am Beispiel von zehn Amphibienarten – Feuersalamander (*Salamandra salamandra*),

**Abbildung 1:**

Die Verteilung von blauer (Wasserflächen) und grüner Infrastruktur (Naturflächen) sind besonders im städtischen Umfeld maßgeblich für das Vorkommen von Arten (Falk Herrmann/Piclease).

Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Geburtshelfer- und Erdkröte (*Alytes obstetricans*, *Bufo bufo*), Laub- und Grasfrosch (*Hyla arborea*, *Rana temporaria*) sowie Berg-, Faden-, Teich- und Kammolch (*Ichthyosaura alpestris*, *Lissotriton helveticus*, *L. vulgaris*, *Triturus cristatus*) glich Donati dokumentierte Vorkommen jeder Art in den Kantonen Aargau und Zürich mit hochaufgelösten Umweltdaten zur Topografie, Hydrologie, Vegetation und Landnutzung ab. Aus den integrierten Datensätzen erstellte sie mittels verschiedener Berechnungsmodelle eine „Lebensraum-Eignungskarte für Amphibien“: Diese erlaubt Vorhersagen darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich bestimmte Orte als Lebensräume für die betrachteten Amphibien eignen – und wo es besonders dringend Korridore zur Vernetzung geeigneter Habitate braucht. „Wir modellieren also die Eignung von urbanen Gebieten, von denen wir keine beobachteten Amphibienvorkommen haben, mit Hilfe bekannter Vorkommen aus anderen Gebieten. Denn wenn wir wissen, wo eine Art lebt und sich wohlfühlt, können wir daraus folgern, dass sie auch an ähnlichen Orten mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit leben könnte“, erklärt Koautorin Janine Bolliger das Prinzip dieser Vorgehensweise.

Im Untersuchungsgebiet des Schweizer Mittellandes sind Waldränder, feuchte Waldlebensräume, feuchtes Ackerland sowie Uferzonen wichtige ökologische Korridore. In urban geprägten Gebieten identifizierten die Forschenden zudem Bereiche, in denen blau-grüne Infrastrukturelemente angelegt werden sollten. Dies würde im Untersuchungsgebiet wesentlich zur Vernetzung naturnaher oder weitgehend natürlicher Lebensräume beitragen. Dieser großskalige Ansatz mit Lebensraumeignungskarten

öffnet den Blick auf „das große Ganze“ und erlaubt eine räumliche Priorisierung auf für die Zielarten besonders lebensunfreundliche Gebiete im Siedlungsraum. Mit systematisch platzierten blau-grünen Infrastrukturen ließe sich nicht nur die regionale Biodiversität stärken, sondern auch zahlreiche weitere Ökosystemfunktionen optimieren. Denn diese tragen wesentlich zur Hochwasservorsorge und Kühlung unserer Städte bei, die infolge des Klimawandels künftig vermehrt von Wetterextremen heimgesucht werden. „Die Bedeutung von Grün- und Wasserflächen dringt erst sehr langsam in die Wahrnehmung von Öffentlichkeit und Politik vor. Unser Ansatz bietet die Möglichkeit, die Bedürfnisse der in Städten lebenden Menschen sinnvoll mit der Vernetzung von Lebensräumen zu kombinieren.“, betont Janine Bolliger und appelliert an regionale und lokale Akteure – von staatlichen Umweltbehörden bis hin zu lokalen Stadtplanern –, sich besser auszutauschen und verstärkt zusammenzuarbeiten.

Im Projekt „Fledermausforscher in Berlin“ identifizierte eine Arbeitsgruppe am Berliner Institut für Zoo- und Wildtierforschung ebenfalls für Wildtiere geeignete Lebensräume, jedoch mit einem gänzlich anderen Ansatz: Sie holte sich Unterstützung von mehr als 200 Bürgerinnen und Bürgern der Stadt (LEWANZIK et al. 2022). Diese Citizen Scientists nahmen über einen Zeitraum von zwei Jahren im Großraum Berlin an 60 definierten Transekten mit je 10 Messstellen bis zu sechsmal kurz nach Sonnenuntergang mit einem Bat-Recorder art- oder gattungsspezifische Fledermauslaute auf. Die Transekte wurden entlang von Gradienten unterschiedlicher Oberflächenstrukturen wie Dichte der Bebauung oder Bepflanzung sowie Entfernung zu Gewässern gewählt. Durch

einen Abgleich mit den Zeit- und GPS-Daten ließ sich die Einhaltung des Studiendesigns durch die Mitwirkenden kontrollieren. So gelang es, für einzelne Arten (Zwerg-, Mücken- und Flughautfledermaus) oder Artengruppen (Mausohren und Glattnasen) die bevorzugten und nicht bevorzugten Landschaftsmerkmale zu ermitteln. Dies zeigt, dass trotz der vielen negativen Auswirkungen der Urbanisierung auf die heimische Flora und Fauna auch mitten in einer Millionenstadt vitale Fledermauspopulationen leben können, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind: Künstliche Lichtquellen sollten auf ein Minimum reduziert werden, da sie das Vorkommen aller Arten beeinträchtigen, besonders stark aber das von Mückenfledermaus und Mausohren. Außerdem sollten durchgehend grün-blaue-Strukturen als Korridore zwischen Gebieten mit hohem Baumbestand und Gewässern erhalten oder geschaffen werden, in denen auf nächtliche Lichtquellen gänzlich verzichtet wird.

Mehr:

DONATI, G. et al. (2022): Reconciling cities with nature: Identifying local Blue-Green Infrastructure interventions for regional biodiversity enhancement. – *Journal of Environmental Management* Vol. 316, 115254; <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115254>.

LEWANZIK, D. et al. (2022): Evaluating the potential of urban areas for bat conservation with citizen science data. – *Environmental Pollution*-Vol. 297, 118785; <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118785>.

Autorin

Monika Offenberger

monika.offenberger@mnet-mail.de

Klimawandel beeinflusst die Konkurrenz zwischen Vogelarten

(Monika Offenberger)

Die Erderwärmung verändert weltweit die Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten. Dies geschieht sowohl direkt durch veränderte Umweltbedingungen als auch indirekt über die Wechselbeziehungen von Arten, die im selben Lebensraum vorkommen. Eine klimabedingt verschärfte Konkurrenz kann erhebliche Auswirkungen auf die unterlegene Art haben. Das legen Langzeitstudien an Trauerschnäppern und Kohlmeisen nahe.

Vom Menschen verursachte Umweltveränderungen wirken sich auf verschiedene Spezies unterschiedlich aus. Manche Arten profitieren von den damit einhergehenden Störungen, andere kommen damit weniger gut zurecht. Dadurch kann sich die Konkurrenzfähigkeit von interagierenden Arten verändern, wie eine Auswertung von 193 ornithologischen Studien zeigt (GUILLAUMET & RUSSELL 2022). Insbesondere zwischen heimischen und invasiven Vogelarten

können sich die Dominanzverhältnisse zugunsten der Eindringlinge verstärken: So haben etwa eingeführte Stockenten teils infolge der Konkurrenz um Ressourcen, teils durch Hybridisierung mit ansässigen Arten, weltweit zum Rückgang oder gar zum Aussterben anderer Schwimmenten geführt (QUILODRÁN et al. 2018). Auch zwischen einheimischen Arten kann es nach menschengemachten Störungen natürlicher Lebensräume zur Verdrängung der konkurrenzschwächeren Spezies durch einen nahen Verwandten derselben Familie kommen; belegt ist dies beispielhaft für nordamerikanische Drossel- und Eulenarten (DUCKWORTH & BADIYAEV 2007; YACKULIC et al. 2019).

Tödlicher Kampf um Nistplätze zwischen Kohlmeise und Trauerschnäpper

Als besonders gravierende anthropogene Umweltveränderung beeinflusst auch der fortschreitende Klimawandel die Koexistenz von Vogelarten, deren ökologische Nische sich überlappt. Beispielhaft zeigt dies eine Langzeitstudie an in Finnland brütenden Kohlmeisen (*Parus major*) und Trauerschnäppern (*Ficedula*



hypoleuca). Dabei wurden zwischen 1953 und 2005 die Populationsdichten sowie die in Nistkästen erzielten Bruterfolge von mehr als 7.000 Individuen dieser Sperlingsvögel erfasst (SAMPLONIUS & BOTH 2019). Während die Meisen das ganze Jahr über in Skandinavien leben, überwintern die Schmärtzer südlich der Sahara und kommen erst im Frühjahr zum Brüten zurück – und konkurrieren mit den ortsansässigen Meisen insbesondere um die begrenzten Nistplätze. Häufig versuchen Trauerschnäpper (meist die früher eintreffenden Männchen, die mit geeigneten Nistmöglichkeiten um die Weibchen werben), bereits von Kohlmeisen genutzte Nistkästen zu kapern. Die Gegenwehr der Meisen ist massiv: Häufig töten sie den Eindringling durch gezielte Hiebe auf den Kopf und fressen anschließend sein Gehirn. Seltener vertreibt der Trauerschnäpper seine Kontrahenten und überbaut deren Nest samt eventuell darin liegenden Eiern, welche in der Folge absterben.

Im Untersuchungszeitraum wurden 53 getötete Trauerschnäpper (davon 44 Männchen) in von Meisen genutzten Nistkästen aufgefunden, in 20 weiteren Fällen war es den Zugvögeln augenscheinlich gelungen, bereits belegte Kästen zu kapern. Dabei kam es umso häufiger zu tödlichen Attacken, je stärker die Legezeiten der beiden Arten überlappten und je mehr Individuen einer der beiden Populationen im Untersuchungsareal vorkamen (SAMPLONIUS &

BOTH 2019). Beide Parameter können vom Klimawandel beeinflusst werden, wie eine weitere Langzeitstudie in Dänemark belegt (AHOLA et al. 2007); dabei wurde zwischen 2007 und 2016 in zehn Studienarealen das Schicksal von mehr als 2.300 vom Winterquartier zurückkommenden Trauerschnäppern erfasst. Auch hier kam es zu teils heftiger Konkurrenz um Nistplätze: Im Untersuchungszeitraum wurden die Kadaver von 86 männlichen und zwei weiblichen Trauerschnäppern in von Kohlmeisen besetzten Nistkästen aufgefunden; in manchen Jahren betrug die durch interspezifische Konkurrenz – sprich: durch aggressive Meisen – verursachte Mortalität der Schnäpperpopulation bis zu 8,9 Prozent.

Mehr Konkurrenz durch warme Winter

Zwei Folgeerscheinungen des Klimawandels könnten die tödlichen Interaktionen verstärken: wärmere Winter und steigende Frühlingstemperaturen (SAMPLONIUS & BOTH 2019). Denn beide Faktoren begünstigen die ortstreuen Meisen zulasten der wandernden Trauerschnäpper. Bei Kohlmeisen liegt die phänologische Empfindlichkeit der Legetermine gegenüber der Temperatur etwa viermal so hoch (2,6 Tage früher/1°C Erwärmung) wie die der Legetermine von Fliegenschnäppern (-0,7 Tage/°C). Die Meisen töteten mehr Trauerschnäpper, wenn deren Ankunft mit ihrer Hauptlegezeit zusammenfiel und insbesondere Individuen die später ankommen wurden getötet. Unabhängig

Abbildung 1:

Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*) reagieren weniger auf wärmere Temperaturen als Meisen und unterliegen in der Folge im Konkurrenzkampf um Nistplätze (Foto: Hans-Joachim Fünfstück/Piclease).

davon nahm die Kohlmeisendichte nach warmen Wintern zu. Folglich litten männliche Trauerschnäpper in Jahren mit synchroner und hoher Meisendichte unter einer teils stark erhöhten Sterblichkeit. Interessanterweise hatte dieser tödliche Wettbewerb keine erkennbaren Auswirkungen auf die Population der Zugvögel. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass vor allem die überzähligen Männchen getötet wurden, deren Fortpflanzungsmöglichkeiten ohnehin gering sind, weil sie nur selten noch unverpaarte Weibchen finden. Das Fazit der Autoren: „Wir kommen zu dem Schluss, dass unsere Brutpopulation gegen die nachteiligen Auswirkungen des Wettbewerbs gepuffert ist. Dennoch gehen wir davon aus, dass sich die Folgen des interspezifischen Wettbewerbs für die Population bemerkbar machen könnten, wenn die Puffer verringert werden, insbesondere nach warmen Wintern, die für die ansässigen Arten günstig sind“.

Anpassung an wärmere Temperaturen mit Einschränkungen

Eine weitere Folgeerscheinung der globalen Erwärmung beeinflusst ebenfalls die Verbreitung von Trauerschnäppern, wie eine Langzeitstudie in Süd-, Mittel- und Nord-Schweden zeigt (LOMAS VEGA et al. 2021). In den drei Regionen wurden zwischen 1982 und 2017 wichtige Umweltparameter erfasst und mit dem Bruterfolg beringter Trauerschnäpper abgeglichen. Ergebnis: Innerhalb der 36 Jahre umfassenden Studienzeit stieg die Frühlingstemperatur im Mittel kontinuierlich an und die Vegetationsperiode – und damit die Voraussetzung zu brüten – begann entsprechend früher. Bei den in Nordschweden siedelnden Brutpaaren war der Vorsprung durch die früher einsetzende Vegetationsperiode mit 8,3 Tagen deutlich größer als bei jenen in Südschweden, wo er immerhin 3,6 Tage betrug. Gleichzeitig stieg der Bruterfolg bei den im Norden brütenden Vögeln im Laufe der Zeit an, während er bei Paaren in südlichen und mittleren Breitengraden mit der Zeit abnahm. Demnach reagieren Trauerschnäpper in höheren Breitengraden stärker auf Wettereinflüsse als im Süden; möglicherweise lässt sich dort der Brutzeitpunkt nicht beliebig weit vorziehen und an einen sehr frühen und warmen Frühling anpassen, vermuten die Autoren. Bei anhaltender Erderwärmung könnte diese Einschränkung auch den Bruterfolg sehr weit nördlich brütender Trauerschnäpper und anderer Langstreckenzieher schmälern.

Mehr:

- AHOLA, M. P. et al. (2007): Climate change can alter competitive relationships between resident and migratory birds. – *Journal of Animal Ecology* Vol. 76: 1045–1052; <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2656.2007.01294.x>.
- DUCKWORTH, R. A. & BADIYAEV, A. V. (2007): Coupling of dispersal and aggression facilitate the rapid range expansion of a passerine bird. – *Proceedings of the National Academy of Science* Vol. 104: 15017–15022.
- GUILLAUMET, A. & RUSSEL, I. J. (2022): Bird Communities in a Changing World: The Role of Interspecific Competition. – *Diversity* Vol. 14(10): S. 857 ff; <https://doi.org/10.3390/d14100857>.
- LOMAS VEGA, M., FRANSSON, T. & KULLBERG, C. (2021): The effects of four decades of climate change on the breeding ecology of an avian sentinel species across a 1,500-km latitudinal gradient are stronger at high latitudes. – *Ecology and Evolution* Vol 11: 6233–6247; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.7459>.
- QUILODRÁN, C. et al. (2018): Cryptic Biological Invasions: A General Model of Hybridization. – *Scientific Reports* Vol. 8: S. 2414.
- SAMPLONIUS, J. M. & BOTH, C. (2019): Climate Change May Affect Fatal Competition between Two Bird Species. – *Current Biology* Vol. 29: 327–331; <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.11.063>.
- YACKULIC, C. B. et al. (2019): The past and future roles of competition and habitat in the range-wide occupancy dynamics of Northern Spotted Owls. – *Ecological Applications* Vol. 29(3), e01861.

Autorin

Monika Offenberger

monika.offenberger@mnet-mail.de