

# BMBF Verbundprojekt

## Bridging in Biodiversity Science – BIBS II

Bridging in  
Biodiversity  
Science -  
BIBS

VERBUNDPROJEKT



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

### Teilprojekt:

## Citizen Science und AP 3 Rural-urbane Kopplung

### Schlussbericht



**Leibniz-Institut für Zoo-  
und Wildtierforschung**

IM FORSCHUNGSVERBUND BERLIN E.V.

Förderkennzeichen 16LC1501H1

Sarah Kiefer, Miriam Brandt, Stephanie Kramer-Schadt, Camila Mazzoni, Conny Landgraf,  
Aimara Planillo, Renita Danabalan, Christian Voigt, Heribert Hofer

Berlin, 28.07.2022

---

**Zuwendungsempfänger:**

Forschungsverbund Berlin e.V. - Leibniz-Institut für  
Zoo- und Wildtierforschung

**Förderkennzeichen:**

16LC1501H1

---

**Vorhabenbezeichnung:**

BIBS-Verbund: Bridging in Biodiversity Science (BIBS) – Teilprojekte: Rural-urbane  
Kopplung und Citizen Science“.

*Der Bericht für das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung umfasst die Darstellung  
folgender Arbeitspakete:*

Arbeitspaket Umbrella „Dachprojekt“ - Teilbereich Citizen Science  
Arbeitspaket 3 „Rural-urbane Kopplung“

---

**Laufzeit des Vorhabens:**

01.04.2019 – 31.08.2021

---

# Inhalt

I. 4

1. 4

2. 5

3. 9

4. 12

5. 15

II. 17

1. 17

2. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

3. 29

4. 30

5. 32

6. 32

# I. Kurzdarstellung

## 1. Aufgabenstellung

Das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (Leibniz-IZW) war im Arbeitspaket (AP) Umbrella „Dachprojekt“ verantwortlich für alle Citizen Science-(CS) Aktivitäten und koordinierte und führte eigene Forschung innerhalb des AP 3 „Rural-urbane Kopplung“ durch.

### AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science

Alle Organisations- und Managementaufgaben des Verbundprojektes wurden im Dachprojekt auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung zwischen den Mitgliedseinrichtungen des BBIB und dem "BIBS-Verbundvertrag" wahrgenommen. Im „Dachprojekt“ war das Leibniz-IZW für die Koordination der CS-Aktivitäten des Gesamtprojektes zuständig. Dabei war es die Aufgabe der CS-Koordinatorin, BIBS-WissenschaftlerInnen zu beraten und die Planung, Drittmittelbeantragung, Durchführung und Öffentlichkeitsarbeit von CS-Projekten zu unterstützen. Dies geschah in enger Zusammenarbeit und Absprache mit den Koordinatorinnen des Gesamtprojektes und der BiPoLab-Managerin. Zudem spielte das CS-Teilprojekt eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von Erkenntnissen aus BIBS in die Gesellschaft und unterstützte in enger Zusammenarbeit mit den BiPoLabs den Austausch von Wissen und Perspektiven zwischen Wissenschaft und gesellschaftlichen Akteuren. Dabei nutzte das CS-Programm bereits bestehende Erfahrungen und Infrastrukturen aus BIBS1, die in BIBS2 stetig weiter entwickelt wurden (z.B. Nutzung und Anpassung der Webseiten Portal Beee und berlin.stadtwildtiere.de als erweiterte Infrastruktur für Citizen Science).

Wesentliche Aufgaben der CS -Koordinatorin bestanden in der zweiten Projektphase also in der 1) kontinuierlichen Unterstützung der bestehenden Projekte, 2) Etablierung und Unterstützung neuer CS-Projekte und 3) der Stärkung und dem Ausbau des Netzwerkes mit BürgerInnen, WissenschaftlerInnen, InteressenvertreterInnen und Politik.

### AP 3 „Rural-urbane Kopplung“

Die Arbeitsschwerpunkte des AP 3 bzw. des IZW-Teilprojektes lagen in der Erforschung der Rolle der räumlich-zeitlichen Konfiguration von städtischen Landnutzungs mosaiken und damit verbundener neuartiger Stressoren (Lichtverschmutzung, Lärm etc.) für die funktionale Vielfalt und biotische Interaktionen in städtischen Lebensräumen und Übergangszonen. Das Leibniz-IZW leistete somit einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis von neuartigen Stressoren und Übergangszonen infolge der Dynamik städtischer Landnutzungen – und damit zu den übergeordneten BIBS-Zielen.

Das Leibniz-IZW war mit der TU Berlin dabei für die Koordinierung des AP 3 "Rural-urbane Kopplung" und die Durchführung eigener Forschung verantwortlich. Das Leibniz-IZW entwickelte in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität (TU) Berlin und der Universität Potsdam (UP) einen neuen konzeptionellen Rahmen für die ökologische Forschung im urbanen Umfeld mit Schwerpunkt auf skalierungs- und systemübergreifenden Prozessen in dynamischen Stadtlandschaften. Mit den CityScapeLabs als Plattform wurde die bestehende stadtoökologische Forschung erweitert, indem die Auswirkungen eines Gradienten von ländlicher zu städtischer Landnutzung auf die Biodiversität

untersucht wurden. Es wurden die Auswirkungen von durch den Menschen vermittelte ökologische Prozesse und sozioökonomische Treiber quantifiziert und modelliert, Prozesse an der sich erweiternden Schnittstelle Mensch-Wildtiere untersucht und dabei vergangene und aktuelle Landschaftskonfigurationen berücksichtigt. Das traditionelle Konzept der urban-ruralen Gradienten wurde durch eine multivariate Bewertung der Urbanisierung ersetzt, die strukturelle, raumzeitliche und sozioökonomische Komponenten umfasst.

Zu diesem Zweck haben wir uns innerhalb des AP 3 zunächst auf die Auswirkungen neuartiger Stressoren auf die intraspezifische Merkmalsvariabilität, biotische Interaktionen (Pflanze-Pflanze, Pflanze-Tier), Tier-Boden-Interaktionen - verbunden mit Ökosystemleistungen und Ökosystemfunktionen - und die Tierphysiologie konzentriert. Die Untersuchungen wurden dabei vor allem in Übergangszonen in der städtischen Matrix durchführt, z.B. an den Schnittstellen von versiegelten Flächen (die in der Regel beleuchtet, verschmutzt und lärmig sind) zu naturnahen Gebieten, wobei vor allem auf die Auswirkungen neuartiger Stressoren auf die räumliche und zeitliche Heterogenität von Artenreichtum und -verteilung fokussiert wurde. Somit lieferten die Ergebnisse der Phase II auch eine systematische Bewertung des Artenreichtums und seiner Verteilung sowie einen synthetischen Modellierungsansatz, der auf Licht als neuartigem Stressor und potenziellem Treiber von Biodiversitätsmustern in städtischen Systemen basiert und den selektiven Ansatz von Phase I ergänzte und erweiterte.

Die spezifische Ziele des Leibniz-IZW innerhalb des AP 3 in BIBS2 waren vor diesem Hintergrund:

- Messung der physiologischen Reaktionen von Fledermäusen entlang des Stadt-Land-Gefälles (Aufgabe 3)
- Identifizierung von städtischen Hotspots der Säugetiervielfalt und ihrer Gemeinschaftsstruktur unter Verwendung molekularer Techniken in einem räumlich expliziten Rahmen (Aufgabe 4)
- Durchführung integrativer Modellierung: Synthese des städtischen Biodiversitätssystems (Aufgabe 5)

## 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

### AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science

Im Rahmen der ersten Förderphase von BIBS konnte das Leibniz-IZW bereits nützliche Netzwerke mit Behörden, Stakeholdern und der Gesellschaft aufbauen. Zudem konnte die CS-Koordinatorin Ergebnisse aus dem Projekt „Entwicklung innovativer Wege des Wissenstransfers“ am Leibniz-IZW nutzen. Die strategischen Überlegungen, entwickelten Konzepte und Erfahrungen mit unterschiedlichen Wissenstransfer-Formaten konnten in die Entwicklung der BIBS-Plattform „Bridging Science and Society“ (Dachprojekt, Aktivität 5.2) einfließen. Zudem war so am Leibniz-IZW ein Forum etabliert, in dem die CS-Koordinatorin für BIBS zu entwickelnde Konzepte oder Projekte mit sachkundigen und erfahrenen KollegInnen diskutieren konnte. Außerdem kann das IZW auf langjährige Erfahrung in der Planung und Durchführung wirksamer Öffentlichkeitsarbeit zurückgreifen, von der die CS-Koordinatorin bereits in der ersten Phase des BIBS-Projekts profitierte.

Das CS-Programm profitierte auch von den Erfahrungen und der Expertise der involvierten BBIB-

Partner, die bereits vor Projektbeginn innovative Ideen zur Einbindung der Öffentlichkeit in Forschung und Naturschutz (Vohland et al. 2013, Pahl-Wostl 2011, Wheeler et al. 2012) und die Entwicklung aktueller CS-Netzwerke in Berlin und Brandenburg entwickelten. Die innerhalb dieser Netzwerke etablierten Grundlagen flossen u.a. in eine Strategie für Citizen Science für Deutschland ein (Grünbuch: Citizen Science-Strategie 2020 für Deutschland, Publikation des GEWISS-Konsortiums) und einer Handreichung (Citizen Science für alle - Publikation des GEWISS-Konsortiums), die von mehreren BIBS-Mitgliedern mitverfasst wurde.

In Phase I hat das BIBS das CS-Programm "Portal BEE - Biodiversität erkennen, erforschen, erhalten" als Drehscheibe für CS-Aktivitäten im Zusammenhang mit dem BBIB in der Region Berlin/Brandenburg entwickelt. Parallel dazu wurde unter Führung des Leibniz-IZW die Plattform [berlin.stadtwildtiere.de](http://berlin.stadtwildtiere.de) eingerichtet, um dem öffentlichen Interesse an städtischer Wildtierökologie Rechnung zu tragen. Auf dieser Plattform können BürgerInnen Sichtungen aller städtischen Wildtierarten sowie Spuren, Nester etc. melden und sich für die Teilnahme an CS-Projekten mit unterschiedlichem Engagement anmelden. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung des Portals BEE und intensive PR-Aktivitäten, um die Biodiversitätsforschung in Berlin und Brandenburg in der Öffentlichkeit bekannt zu machen, wurde das Projekt zweimal (2015 und 2017) als "Exzellenz-Projekt: UN-Dekade Biodiversität" gewürdigt. Die Internetplattform "Stadtwildtiere.de" wurde im November 2018 als Projekt der UN-Dekade Biologische Vielfalt ausgezeichnet.

Als hervorragendes Instrument für den Wissenstransfer über die biologische Vielfalt zwischen Wissenschaft und Gesellschaft wurde Citizen Science in Phase I durch weitere Aktivitäten erfolgreich unterstützt, z.B. den Wissenstransfer-Workshops ("How to do good Citizen Science") für Multiplikatoren, Präsentation der CS-Projekte der BIBS auf internationalen Konferenzen und bei Veranstaltungen in der Region Berlin-Brandenburg und schließlich Ausbau des CS-Netzwerke (NGOs, interessierte Bürger, Wissenschaft, Politik).

In Phase II wurden diejenigen Projekte bzw. spezifische Forschungsthemen mit besonders großem Zuspruch u.a. unter Zuhilfenahme der vorhandenen Erkenntnisse und etablierten Infrastrukturen erfolgreich fortgeführt und ausgebaut (siehe detaillierte Beschreibung unter i.4).

### **AP 3 „Rural-urbane Kopplung“**

Das Leibniz-IZW und das Leibniz-IGB sind federführende Partner in einem vom BMBF geförderten Projekt zur städtischen Lichtverschmutzung und deren Auswirkungen auf städtische Wildtiere (Hölker et al. 2010, Kyba et al. 2011). Das Leibniz-IZW untersucht zukünftige Bedrohungen für städtische Wildtiere durch neu auftretende Infektionskrankheiten (Wibbelt et al. 2017), wie urbane Landschaftsstrukturen die Krankheitsverteilung bei Wildtieren beeinflussen (Gras et al. 2018) und adaptive Strategien wie Verhaltensplastizität (Stillfried et al. 2017a), Nahrungssuche und -aufnahme (Stillfried et al. 2017b) und Bewegungen sowie den Artenwechsel von Wildtieren in städtischen Landschaften. Neben den BIBS-Projekten Waschbär und Igel erforscht das Leibniz-IZW die Ökologie des Landfuchses (DFG-Graduiertenkolleg 2118 BioMove) und des Stadtfuchses (IZW-interne Doktorandenstelle).

Durch die Forschung in BIBS-Phase I konnten wir nachweisen, dass die städtische Matrix und ihre Heterogenität den Artenreichtum, die interspezifische Merkmalsvariabilität, die Interaktionen zwischen Pflanzen und Tieren, die Verhaltensanpassungen und die Verteilungsmuster von Wildtieren

deutlich verändern. Das Leibniz-IZW untersuchte dabei wichtige Säugetiere mit spezifischen Funktionen im städtischen Umfeld. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass verschiedene Arten unterschiedlich auf schnelle/ abrupte städtische Übergänge - durch artspezifische Ausbreitungsbarrieren verursacht - reagieren, indem sie strukturierte und genetisch erkennbare Populationen auf unterschiedlichen räumlichen Skalen bilden. Solche Barrieren können Flüsse oder Autobahnen (heimisches Wildschwein, Merkmale: große Körpergröße, hohe terrestrische Mobilität, Stillfried et al. 2017c), Bordsteine oder gut beleuchtete Straßen (heimischer Igel, Merkmale: kleine Körpergröße, mäßige terrestrische Mobilität, Curto et al. 2019, Berger et al. 2020) oder die Übergangszonen von ländlicher zu städtischer Matrix (heimischer Rotfuchs, Merkmale: mittlere Körpergröße, hohe terrestrische Mobilität, Kimmig et al. 2020) sein. Für den invasiven Waschbären (Merkmale: mittlere Körpergröße, mittlere Mobilität in Bezug auf die Entfernung, hohe Mobilität in drei Dimensionen als Kletterer, Weh et al. in Arbeit) wurden keine solchen Barrieren festgestellt. Wir konnten auch zeigen, dass gut beleuchtete Straßen Bewegungsbarrieren für einheimische Fledermäuse (Merkmal: kleine Körpergröße, hohe Mobilität in der Luft) schaffen und dass die lokale Fledermausvielfalt mit der Intensität der Lichteinstrahlung variiert (Voigt et al. 2020). Die Durchlässigkeit der städtischen Matrix variiert also mit artspezifischen Merkmalen, die mit der Körpergröße und Mobilität zusammenhängen. Ein weiteres wichtiges Merkmal könnte eine hohe verhaltensphänotypische Plastizität sein, wie sie für Wildschweine nachgewiesen werden konnte (Stillfried et al. 2017a). Besonders interessant für das Wildtiermanagement und andere anwendungsorientierte Bereiche waren die Ergebnisse, dass städtische Wildschweine eine natürliche Ernährungsweise bevorzugen (Stillfried 2017b) und dass die Verteilung von viralen Erregern in städtischen Fuchswirten aus ihrem Raumnutzungsmuster abgeleitet werden kann (Gras et al. 2018). Für die "Igelforschung" haben wir zudem einen GPS-Sensoraufsatz entwickelt, der den Zeitaufwand für die Handhabung und die Störung von Igel erheblich reduziert und somit Langzeitstudien deutlich erleichtern wird (Barthel et al. 2019).

In BIBS1 konnten wir im Zuge unserer Datenerhebungen auch feststellen, dass eine nicht-invasive Erfassung ganzer Säugetiergemeinschaften durch genetische Rückverfolgung aus der Umwelt (eDNA) oder von Wirbellosen (iDNA) möglich ist. Wie bei unseren früheren Studien, bei denen Egel für denselben Zweck verwendet wurden (Kampmann et al. 2017), zeigten die ersten Analysen von iDNA aus Mücken, die in Grünlandflächen gefangen wurden, dass Wirbeltier-DNA aus ihren Blutmahlzeiten extrahiert werden kann (Mazzoni et al. in prep). Dies wird künftige Bewertungen der räumlichen und zeitlichen Dynamik der Säugetierbiodiversität in Städten auf Gemeinschaftsebene erheblich erleichtern.

All diese Erkenntnisse dienen als wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung der Forschungsvorhaben. In Phase II wurde auf diese Ergebnisse aufgebaut um die Auswirkungen neuer Stressfaktoren (Luftverschmutzung, Licht, Lärm, Mikroplastik), die ein wesentliches Merkmal der Urbanisierung sind, auf Individuen, Populationen und Artengemeinschaften zu analysieren. Das IZW konnte in diesen Themenfeldern auf umfangreiche Erfahrungen in der Analyse (i) der Biodiversitätsfunktionen städtischer Landnutzungstypen und Artinteraktionen (Stillfried et al. 2017, Berger et al. 2020), (ii) physiologischer Reaktionen wie oxidativen Stress (Schneeberger et al. 2013, 2014) mit Hilfe nicht-invasiver genetischer Techniken zu messen, (iii) bei der Entwicklung und Erprobung von Ansätzen zur Analyse von Biodiversität mittels eDNA und iDNA (Abrams et al. 2019, Axtner et al. 2019) und (iv) auf die langjährige praktische Erfahrung in der Einbeziehung von Interessengruppen bei der Gestaltung von Naturschutzforschung (PI Hofer, e.g. Hofer & Erlbeck

2007) zurückgreifen.

## Literatur

Abrams JF et al. (2019) Shifting up a gear with iDNA: from mammal detection events to standardised surveys. *Journal of Applied Ecology* 56:1637-1648. DOI: 10.1111/1365-2664.13411.

Axtner J et al. (2019) An efficient and robust laboratory workflow and tetrapod database for larger scale environmental DNA studies. *GigaScience* 8: giz025. DOI: 10.1093/gigascience/giz029.

Berger A et al. (2020) Urban hedgehog behavioural responses to temporary habitat disturbance versus permanent fragmentation. *Animals* 10.11: 2109.

Gras P et al. (2018) Landscape structures affect risk of canine distemper in urban wildlife." *Frontiers in Ecology and Evolution* 6: 136.

Hofer H and Erlbeck M Wildtiermanagement im urbanen Raum? Wildtiere in Berlin im Spannungsfeld Tierschutz, Jagdrecht und Naturschutz. Berlin, IZW, 2007.

Hölker F et al. (2010) The dark side of light: a transdisciplinary research agenda for light pollution policy. *Ecology and Society* 15.4 (2010).

Kampmann ML et al. (2017) Leeches as a source of mammalian viral DNA and RNA—A study in medicinal leeches. *European journal of wildlife research* 63.2: 1-6.

Kimmig SE et al. (2020) Beyond the landscape: Resistance modelling infers physical and behavioural gene flow barriers to a mobile carnivore across a metropolitan area. *Molecular Ecology* 29(3): 466-484.

Kyba CCM et al. (2011) Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. *PloS one* 6(3): e17307.

Pahl-Wostl C et al. (2011) Societal learning needed to face the water challenge. *Ambio* 40: 549–553

Schneeberger K et al. (2013) Inflammatory challenge increases measures of oxidative stress in a free-ranging, long-lived mammal. *Journal of Experimental Biology*, 216(24): 4514-4519.

Stillfried M et al. (2017a) Secrets of success in a landscape of fear: urban wild boar adjust risk perception and tolerate disturbance. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 157.

Stillfried M et al. (2017b) Wild inside: Urban wild boar select natural, not anthropogenic food resources. *PloS one* 12.4: e0175127.

Stillfried M et al. (2017c) Do cities represent sources, sinks or isolated islands for urban wild boar population structure? *Journal of Applied Ecology* 54.1 (2017c): 272-281.

Vohland K et al. (2013) Bürgerbeteiligung und internationale Verhandlungen – die World Wide Views on Biodiversity in Deutschland. *Naturschutz und Landschaftsplanung*. 45: 148-154

Voigt CC et al. (2020) Movement responses of common noctule bats to the illuminated urban landscape. *Landscape Ecology* 35(1): 189-201.

Wheeler QD et al. (2012) Mapping the biosphere: exploring species to understand the origin, organization and sustainability of biodiversity. *Systematics and Biodiversity* 10: 1-20

Wibbelt G et al. (2017) Berlin squirrelpox virus, a new poxvirus in red squirrels, Berlin, Germany. *Emerging Infectious Diseases* 23(10): 1726.

### 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

#### AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science

Im Rahmen der CS-Aktivitäten waren folgende Arbeitsschritte geplant:

- Erhöhung des Impacts von Biodiversitätsforschung durch die Förderung der Bewusstseinsbildung für Biodiversität (und Biodiversitätsforschung) in der Öffentlichkeit
- Etablierung und Unterstützung der geplanten und potentieller neuer bürgerwissenschaftlicher Projekte, wo sinnvoll mit Hilfe der Internetplattformen „Portal Bee“ und „berlin.stadtwildtiere.de“ und gezielter Öffentlichkeitsarbeit (Aktivität 5.2 und Aktivität 9, Dachprojekt)

Während der Phase I des Verbundprojektes wurden mehrere CS-Projekte entwickelt. In Phase II konzentrierten wir uns auf spezifische Forschungsthemen, die sich in der ersten Phase herauskristallisiert hatten und führten diese Projekte kontinuierlich weiter. Dabei nutzen wir die etablierte Infrastruktur des Portal Bee und zusätzlich die Seite [berlin.stadtwildtiere.de](http://berlin.stadtwildtiere.de) (stadtoökologische Themen), um unsere Forschung zu bewerben. Wie in Phase I trug das CS-Programm somit zur Stärkung des öffentlichen Bewusstseins für die Biodiversitätsforschung durch die aktive Beteiligung der Öffentlichkeit am wissenschaftlichen Prozess bei. Bei Bedarf wurden zusätzlich Trainingsmaterialien erstellt und Workshops für die TeilnehmerInnen angeboten.

Folgende CS-Projekte wurden mit der Unterstützung der CS-Koordinatorin in BIBS II umgesetzt:

- 1) Um die Studie zur Säugetiervielfalt zu ergänzen (BIBSI), führten WP3-WissenschaftlerInnen eine Studie zum DNA-basierten Wildtier-Monitoring durch, in der sie die Säugetier-DNA aus der Nahrung von Säugetieren und aus blutsaugenden und kotfressenden Insekten (Mücken und Fliegen) extrahierten und analysierten. BürgerwissenschaftlerInnen haben dabei die Sammlung und Lagerung von tierisch blutgefütterten Stechmücken unterstützt. Dafür erhielten die BürgerwissenschaftlerInnen ein „Toolkit“ mit einer detaillierten Beschreibung und Ausrüstung für das korrekte Fangen und Lagern von toten Stechmücken.
- 2) Um das Artenspektrum bei der Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Tieren zu erweitern, führte das AP 3 eine CS-Kampagne zur Erfassung von Eichhörnchen im Berliner Stadtgebiet durch, bei dem die BürgerInnen Eichhörnchensichtungen meldeten. Die CS-Koordinatorin unterstützte das Projekt „Wo leben und wie geht es Eichhörnchen in Berlin und Umgebung?“ (Mitte Mai bis Mitte Oktober 2020) in der Planung, Bewerbung und Durchführung. Da die meisten Menschen eine positive Einstellung zu Eichhörnchen haben, sind diese Tiere besonders gut für CS-basierte Studien geeignet. Großen Zuspruch erhielten wir bei der Planung des Projektes auch vom Berliner Senat (u.a. Treffen und Besprechungen

mit Johannes Schwarz, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz/ Sachgebiet Artenschutz und von Wildtierexperte & Sprecher der SenUVK Derk Ehlert), die im Vorfeld ein starkes Interesse an den Daten zu den Eichhörnchen in Berlin bekundeten, da aktuelle Daten zum Bestand und Zustand der Berliner Population fehlen. Das Team der Naturblick-App (Dr. Ulrike Sturm) entwickelte zudem ein Modul zum Thema Eichhörnchen, so dass die NutzerInnen auch über die App mit Sichtungen beitragen konnten. Das Wissen über die Verbreitung des roten Eichhörnchens in Berlin dient neben der grundlagenorientierten Erkenntnisgenerierung (Anpassungsfähigkeit der Art entlang des Verstädterungsgradienten) auch als Orientierung für Planer und politische Entscheidungsträger (z.B. über Maßnahmen wie Querungshilfen entlang von Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen), was zu einer umweltfreundlichen Stadtplanung beiträgt.

- 3) Die CS-Koordinatorin unterstützte die Antragstellung für weitere Projekte, z.B. „Bienen, Bestäubung und Bürgerwissenschaft in Berlins Gärten“ (MfN, TU Berlin, BIBS), „Stadtratten (Leibniz-IZW, Berliner Wasserbetriebe, Technische Universität (TU) Berlin, Antrag zu BMBF-Ausschreibung), „Mikroplastik im Boden“ (FU Berlin, Antrag zu BMBF-Ausschreibung: Wissenschaftsjahr) und Antrag „WandelBAR: Berliner Arten im Wandel - BürgerInnen erforschen die Auswirkungen des Klimawandels auf urbane Vogelpopulationen“ (Leibniz-IZW, SenUVK, Berliner Ornithologische Arbeitsgemeinschaft, Antrag zu BMBF-Ausschreibung).

### **AP 3 „Rural-urbane Kopplung“**

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Phase I, war es in Phase II besonders wichtig (1) die Auswirkungen der städtischen Matrixkonfiguration und neuartiger Stressoren auf biotische Interaktionen im Zusammenhang mit Ökosystemleistungen und Ökosystemfunktionen sowie die Variabilität der Merkmale städtischer Arten zu analysieren, (2) Verbreitungsmuster, wichtige funktionale Merkmale und physiologische Mechanismen erfolgreicher Arten zu identifizieren und zu verstehen, die den Herausforderungen neuartiger Stressoren wie Licht oder Lärm in den Übergangszonen zwischen Stadt und Land gewachsen sind, und (3) die Folgen für das Management und die Förderung der städtischen Biodiversität aufzuzeigen, um die Auswirkungen neuartiger Stressoren, insbesondere in den Übergangszonen, zu minimieren.

### **Aufgabe 3 (oxidativer Stress)**

Zur Messung der physiologischen Reaktionen von Fledermäusen (oxidativer Stress als Reaktion auf Lichtverschmutzung) entlang des Stadt-Land-Gefälles wählten wir sechs Fledermauskolonien entlang eines Stadt-Land-Gefälles aus und fangen die Tiere Ende Juni oder Anfang Juli nach Auflösung der Mutterschaftsquartiere und Ende August oder Anfang September während der Paarungszeit. An jedem Standort wurden 20 Fledermäuse (10 Männchen, 10 Weibchen) gefangen und eine Blutprobe (60 µl) zur Messung des oxidativen Stresses entnommen. Nach der Trennung des Plasmas von den übrigen Blutbestandteilen wurden ein Marker für oxidative Schäden, ein Marker für die nicht-enzymatische antioxidative Kapazität des Plasmas und zwei Marker für antioxidative Enzyme in den roten Blutkörperchen (Glutathionperoxidase, Superoxiddismutase) mit Standardmethoden gemessen

(Schneeberger et al. 2013). Die Telomerlänge wurde aus Blutproben mit genetischen Standardmethoden (quantitative PCR) unter Verwendung handelsüblicher Kits bestimmt. Anschließend haben wir die Daten zum oxidativen Stress in Abhängigkeit vom Grad der Urbanisierung (gemessen durch Fernerkundungsdaten), dem Geschlecht und der Jahreszeit analysiert.

#### Aufgabe 4 (iDNA)

Im AP3 3 wurde ein innovativer Ansatz zur Bestimmung urbaner Wirbeltierdiversität mittels Hochdurchsatz-DNA-Sequenzierung durchgeführt. Der Ansatz beruht auf der Idee, dass Insekten wie Fliegen und Mücken beim Kontakt mit Wirbeltieren häufig auch in Kontakt mit deren Erbgut kommen und weitertragen, welches man untersuchen kann. Basierend auf den positiven Ergebnissen aus der Pilotphase (Durchführung bereits 2017) und BIBS1, wurde das Projekt in BIBS2 weitergeführt und ausgebaut. Die Verwendung von aus Wirbellosen gewonnener DNA (iDNA) ist ein vielversprechendes, nicht invasives Instrument zur Erfassung wildlebender Tiere. Während die meisten Studien in dichten tropischen und subtropischen Wäldern durchgeführt wurden und sich auf die Verwendung einer einzigen Kategorie wirbelloser Tiere konzentrierten, vergleicht diese Studie die Verwendung von aus Fliegen und Stechmücken gewonnener DNA zur Bewertung der Wirbeltiervielfalt in ruralen Umgebungen. Wir haben unsere Probenahme in vier verschiedenen Waldgebieten in Berlin durchgeführt.

Probenahmestrategie: Mücken wurden in Ruhezone wie Büschen und Bäumen mit Hilfe von Insektennetzen und einem CDC-Moskito-Sauger gefangen. Um mehrere Lebensräume und Landschaftselemente der städtischen räumlich-zeitlichen Matrix zu erfassen, wurden auch BürgerwissenschaftlerInnen einbezogen (siehe CS-Programm). Ein solches dezentralisiertes und gemeinschaftsbasiertes Probenahmeprogramm für molekulare Biodiversitätsstudien half uns dabei, die Probenahme auf die Landschaftsebene zu verlagern und gleichzeitig die Personalkosten angemessen und die Datenqualität hoch zu halten. Die weiblichen Stechmücken wurden in einem Glasgefäß gesammelt und nach Säugerblut-beinhaltend / nicht beinhaltend und gravid sortiert. Die Proben wurden bis zur DNA-Extraktion eingefroren (-20°C). Die Fliegen wurden mit Köderfallen gefangen (Calvignac-Spencer et al. 2013). Sowohl Fliegen als auch Mücken wurden an jedem Ort gleichzeitig gesammelt, und zwar bei mindestens 10 Probenahmen in zwei aufeinanderfolgenden Jahreszeiten (April bis Oktober). Aus dem Gebiet des CityScapeLabs in Berlin wurden bis zu 40 Probenahmegebiete ausgewählt. Vorbereitung der Sequenzierungsbibliotheken: Die DNA wurde aus einzelnen blutgefütterten Mücken extrahiert (Roboklon GMBH, Deutschland) und in 100 µl Puffer eluiert. Von dem Puffer wurden 5 µl für die Amplifikation von drei mitochondrialen Markern verwendet: 16S, 12S und Insekten-Cytochrom-c-Oxidase-Untereinheit I (COI). Die PCR-Produkte werden in beiden Richtungen nach Sanger sequenziert. Die Ergebnisse wurden dann mit der NCBI-Genom-Datenbank abgeglichen. Zehn Individuen aus jeder Fliegenfalle und 10 Individuen aus nicht blutgefütterten Stechmücken wurden pro Probenahme gepoolt. Die DNA wurde wie oben beschrieben extrahiert und amplifiziert, metabarcodiert und mit dem Illumina MiSeq sequenziert.

Metabarcoding-Analyse: Die Analyse wird mit OBITools (Boyer et al. 2016) für die primäre taxonomische Zuordnung mit anschließendem Clustering (z. B. mit USEARCH, Edgard et al. 2010) und phylogenetischen Analysen (Maximum-Likelihood- und Bayes-Methoden) durchgeführt. Maßgeschneiderte Datenbanken wurden mit nt aus Genbank, BOLD und aus den in dieser Studie

produzierten Sequenzen erstellt. Für die Datenverarbeitung und -analyse wurden die von BeGenDiv zur Verfügung gestellten Computing-Cluster verwendet. Die Analysen sind in Danabalan & Planillo et al. (eingereicht bei Molecular Ecology) zusammengefasst.

### Aufgabe 5 (Synthese)

Basierend auf der erstellten Geodatenbank (Milestone M5a) und den in Aufgaben 1-4 erhobenen Daten haben wir einen Syntheserahmen entwickelt, um Stressor-spezifische Übergangszonen zu identifizieren, die die städtische Tierwelt am stärksten beeinträchtigen (Milestone M5b). Wir haben dazu die neuartige statistische Methode der joints species distribution models verwendet um aufzuzeigen, wie Arten und Gemeinschaften mit diesen Übergangszonen umgehen. Dazu flossen die Daten der in Phase I task 1 (Teil TU Berlin) erhobenen Proben zu Wildbienen, Grashüpfern, Spinnen und Käfern ein und wurden durch 90 Vogelarten ergänzt. Momentan arbeiten wir daran, die erhobenen Säugetierdaten in diesen Vorhersagerrahmen zu integrieren (Planillo et al. in prep.). Ergänzt werden diese Daten durch eine parallel mit BürgerwissenschaftlerInnen durchgeführte Kamerafallenstudie (Projekt 'WildtierforscherInnen' des BMBF-geförderten Verbundprojektes WT-Impact; Louvrier et al. 2022; Grabow et al., accepted).

### Literatur

Boyer F et al. (2016) Obitools: A unix-inspired software package for DNA metabarcoding. *Molecular ecology resources* 16.1: 176-182.

Calvignac-Spencer S et al. (2013) Carrion fly-derived DNA as a tool for comprehensive and cost-effective assessment of mammalian biodiversity. *Molecular ecology* 22(4): 915-924.

Edgar RC (2010) Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST. *Bioinformatics* 26.19: 2460-2461.

Danabalan R et al. Comparison of mosquito and fly derived DNA as a tool for sampling vertebrate biodiversity in suburban forests in Berlin, Germany. Environmental DNA. *Submitted*.

Grabow M et al. Data-integration of opportunistic species observations into hierarchical modelling frameworks improves spatial predictions for urban red squirrels. *FRONT ECOL EVOL*, accepted.

Louvrier JPL et al (2022) Spatiotemporal interactions of a novel mesocarnivore community in an urban environment before and during SARS-CoV-2 lockdown. *Journal of Animal Ecology* 91(2): 367-380.

Schneeberger K et al. (2013) Inflammatory challenge increases measures of oxidative stress in a free-ranging, long-lived mammal. *Journal of Experimental Biology* 216(24): 4514-4519.

## 4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

### AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science

Citizen Science bedeutet die Einbeziehung von Laien in die professionelle Forschung. CS erlebt - unter anderem durch die Verbreitung moderner Kommunikationstechnologien - seit Kurzem einen starken Aufschwung, auch in den Bereichen Ökologie und Naturschutz. Bekannte Beispiele sind das eBird-Projekt, bei dem Vogelbeobachtungen zusammengestellt und analysiert werden, oder Galaxy Zoo, bei dem BürgerforscherInnen auf einer Internetplattform Galaxien kategorisieren. Obwohl CS im

angloamerikanischen Raum weit verbreitet ist, gibt es in Deutschland bis dato nur wenige größere und erfolgreiche CS-Projekte, und es bestehen nach wie vor in der Wissenschaft wie in der Öffentlichkeit und in der Wissenschaftspolitik Vorbehalte. Die Schaffung erfolgreicher Beispiele und die Analyse der Auswirkungen von CS sind daher wichtige Schritte, um CS als Instrument der Interaktion und Kommunikation zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu fördern und weiter zu etablieren. Im Rahmen des Leibniz-IZW-Projektes "Entwicklung innovativer Wege des Wissenstransfers" konnte die CS-Koordinatorin die entwickelten Konzepte und Methoden über die erste Phase von BIBS nutzen, um an der Weiterentwicklung und an der stetigen Verbesserung und Aktualisierung der BIBS-Plattform „*Bridging Science and Society*“ mitzuwirken.

### AP 3 „Rural-urbane Kopplung“

Die zunehmende Verstädterung hat bereits jetzt und wird künftig einen noch stärkeren Einfluss auf die biologische Vielfalt ausüben, da sich städtische Gebiete weltweit rasch ausbreiten (UNFPA 2007, Güneralp & Seto 2013) und damit ein Paradebeispiel für rasche Veränderungen von Ökosystemen darstellen (Johnson und Munshi-South 2017). Die Urbanisierung führt (1) zur Umwandlung naturnaher Ökosysteme durch Lebensraumfragmentierung und städtische Landnutzung (Ramalho & Hobbs 2012) und (2) zur Entstehung neuer Ökosysteme durch städtisch-industrielle Aktivitäten (Kowarik 2011). Beide Prozesse verändern die Artenzusammensetzung und die damit verbundenen Biodiversitätsmuster (z.B. eine Zunahme exotischer und eine Abnahme einheimischer Arten) sowie die Funktionsweise von Ökosystemen erheblich (Grimm et al. 2008, McKinney 2008). Die zunehmende Verstädterung vergrößert auch die Kontaktzonen zwischen Menschen, natürlichen Lebensräumen und Wildtieren, wodurch ausgedehnte Übergangszonen entstehen und somit auch neue Wege für die Übertragung von Krankheitserregern eröffnet werden. Dadurch werden potentielle Konflikte zwischen Mensch und Wildtieren verstärkt und diversifiziert.

Städtische Gebiete können für viele taxonomische Gruppen einen erhöhten Artenreichtum beherbergen (Ives et al. 2016). Dennoch bestehen nach wie vor große Wissenslücken über den Beitrag der Städte zur Erhaltung der biologischen Vielfalt (Shwartz et al. 2014, Lepczyk et al. 2017), da sich die Artengemeinschaften in den verschiedenen städtischen Ökosystemtypen unterscheiden können (Kowarik & von der Lippe 2018) und sich auch in Bezug auf ihre funktionalen Gruppen von denen der ländlichen unterscheiden (Knapp et al. 2012). Exotische Arten können die lokalen Biodiversitätsmuster ebenfalls stark beeinflussen, wobei die damit verbundenen Auswirkungen durch den Grad der Urbanisierung moduliert werden (Trentanovi et al. 2013).

Im Gegensatz zum klassischen Schema des linearen Stadt-Land-Gradienten ist die moderne Urbanisierung für heterogene, räumlich komplexe Muster stark verflochtener ländlicher und städtischer Landnutzung verantwortlich (Irwin & Bockstael 2007), was zu einer hochdynamischen, nichtlinearen Transformation von Landschaften führt (Ramalho & Hobbs 2012). Deshalb hat die traditionelle Biologie bei der Vorhersage der Folgen einer raschen Urbanisierung von Natur- oder Agrarlandschaften völlig versagt. So kam es für die Wildtierökologie völlig überraschend, dass städtische Ökosysteme eine große Zahl seltener und gefährdeter Pflanzen und Tiere beherbergen können (Ives et al. 2016, Kowarik et al. 2016), darunter auch Säugetiere ganz unterschiedlicher Körpergrößen, von Nagetieren über Igel *Erinaceus europaeus*, Rotfüchse *Vulpes vulpes* oder Wildschweine *Sus scrofa* bis hin zu invasiven Arten wie dem Waschbär *Procyon lotor* (Randa & Yunker

2006). Das städtische Umfeld könnte also mehr zur Erhaltung der biologischen Vielfalt beitragen, als bisher angenommen wurde. Es fehlt allerdings noch immer an der Anerkennung oder deutlichen Unterstützung der städtischen Schutzfunktionen (Shwartz et al. 2014, Lepczyk et al. 2016). Es ist daher von großem Interesse die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Überleben in Städten für Pflanzen und Tiere zu verstehen

## Literatur

- Curto M et al. (2019) Application of a SSR-GBS marker system on investigation of European Hedgehog species and their hybrid zone dynamics." *Ecology and evolution* 9.5: 2814-2832.
- Barthel LMF, Hofer H, Berger A (2019) An easy, flexible solution to attach devices to hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) enables long-term high-resolution studies. *Ecology and evolution* 9.1: 672-679.
- Berger A et al. (2020) Moving in the dark—evidence for an influence of artificial light at night on the movement behaviour of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animals* 10.8: 1306.
- Gras P et al. (2018) Landscape structures affect risk of canine distemper in urban wildlife. *Frontiers in Ecology and Evolution* 6 (2018): 136.
- Grimm NB et al. (2008) Global change and the ecology of cities. *Science* 319.5864: 756-760.
- Güneralp B and Seto KC (2013) Futures of global urban expansion: uncertainties and implications for biodiversity conservation. *Environmental Research Letters* 8.1: 014025.
- Irwin EG and Bockstael NE (2007) The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104.52: 20672-20677.
- Ives CD et al. (2016) Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and Biogeography* 25.1 (2016): 117-126.
- Johnson MTJ and Munshi-South J (2017) Evolution of life in urban environments. *Science* 358.6363 (2017): eaam8327.
- Knapp S et al. (2012) Phylogenetic and functional characteristics of household yard floras and their changes along an urbanization gradient. *Ecology* 93.sp8: S83-S98.
- Kowarik I (2011) Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental pollution* 159.8-9: 1974-1983.
- Kowarik I et al. (2016) Biodiversity functions of urban cemeteries: Evidence from one of the largest Jewish cemeteries in Europe. *Urban Forestry & Urban Greening* 19: 68-78.
- Kowarik I and von der Lippe M (2018) Plant population success across urban ecosystems: A framework to inform biodiversity conservation in cities. *Journal of Applied Ecology* 55.5 (2018): 2354-2361.
- Lepczyk CA et al. (2017) Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *BioScience* 67.9: 799-807.
- McKinney ML (2008) Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems* 11(2): 161-176.
- Ramalho CE and Hobbs RJ (2012) Time for a change: dynamic urban ecology. *Trends in ecology & evolution* 27(3): 179-188.
- Randa LA and Yunker JA (2006) Carnivore occurrence along an urban-rural gradient: a landscape-level analysis. *Journal of Mammalogy* 87(6): 1154-1164.

Shwartz A et al. (2014) Outstanding challenges for urban conservation research and action. *Global environmental change* 28: 39-49.

Trentanovi G et al. (2013) Biotic homogenization at the community scale: disentangling the roles of urbanization and plant invasion. *Diversity and Distributions* 19(7): 738-748.

## 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Verbundprojekt Bridging in Biodiversity Science – BIBS II war ein Verbundprojekt zwischen Verbundpartnern Freie Universität Berlin (FU), Universität Potsdam (UP), Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Museum für Naturkunde - Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN) und Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF). Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zur Zusammenführung der unterschiedlichen Expertisen der Verbundpartner erwies sich als Hauptstärke dieses Projektes und war entscheidend für seinen Erfolg.

### AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science

Innerhalb von BIBS II gab es eine enge Zusammenarbeit zwischen CS-Programm und den BiPoLabs sowie anderen BIBS-Arbeitspaketen, -Institutionen und dem Dachprojekt. Durch den CS-Ansatz des Projektes war der Austausch mit allen anderen BIBS-Institutionen essentiell. Auch für den CS-Teil der Bridging Science and Society Plattform war die Koordinatorin am Leibniz-IZW verantwortlich und integrierte sich eng in die anderen Aufgaben in diesem Bereich.

Neben der Zusammenarbeit innerhalb des BIBS-Konsortiums war auch die Arbeit mit externen Partnern wichtig. Hierzu zählen in Berlin insbesondere die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, die Berliner Wasserbetriebe, der NABU, die Stiftung Naturschutz Berlin und die Berliner Ornithologische Arbeitsgemeinschaft. Zur strategischen Weiterentwicklung von Citizen Science auf nationaler Ebene war die CS-Koordinatorin im Konsortium Bürger schaffen Wissen (GEWISS) aktiv: Sie war eine der Sprecherinnen der GEWISS-AG „Citizen Science im Berliner Raum“ und koordinierte die AG-Aktivitäten; zudem wirkte sie im Weißbuch-Prozess zur Fortschreibung einer Citizen Science-Strategie für Deutschland mit. Die CS-Koordinatorin vernetzte sich mit anderen Leibniz-Einrichtungen im Leibniz-Netzwerk Citizen Science und arbeitete dort an Aspekten der konzeptionellen Weiterentwicklung von CS innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft mit.

### AP 3 „Rural-urbane Kopplung“

Im AP 3 arbeitete das Leibniz-IZW eng mit den Partnern des BIBS zusammen, insbesondere mit FU, UP und TU; beispielsweise für die Auswahl der Probestandorte für Aufgabe 4 sowie die Darstellung der Lokalisationen aus den Eichhörnchen-Sichtungen. Des Weiteren haben wir in enger Kooperation mit der HU (Professur Tobias Kümmerle) an der Erstellung von Stadtnutzungs-Klassifikationen aus Satellitenbildern gearbeitet. Diese Klassifikation floß in die genannte Studie zu Diversitätsmustern von Vögeln in Städten ein (siehe unten).

### **Aufgabe 3 (oxidativer Stress)**

Die Auswahl der Probestandorte und Koordinierung der Datenaufnahmen fanden neben den Abstimmungen mit den anderen Arbeitspaketen auch in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden und Naturschützern statt.

### **Aufgabe 4 (iDNA)**

Die Durchführung der iDNA-Studie wurde in enger Zusammenarbeit zwischen den BIBS-Partnern Leibniz-IZW, dem assoziierten Partner Berlin Center for Genomics in Biodiversity Research (BeGenDiv) und weiteren WissenschaftlerInnen des AP 3 der Technischen Universität und der CS-Koordinatorin durchgeführt. So wurde beispielsweise die Auswahl der Standorte und das Probenahmeprogramm wurden zwischen dem AP3-Synthese-Postdoc, der AP3-Koordinationseinheit CityScapeLabs, AP1 und ähnlichen eDNA-Studien anderer Organismen in AP2 und AP4 koordiniert. Das BeGenDiv war federführend in der Planung und Durchführung der molekularbiologischen Laborarbeiten, die unter anderem durch die Pandemie nur zeitverzögert durchgeführt werden konnten (Zugang zum Labor war zeitweise untersagt). Die Laborarbeiten wurden in Zusammenarbeit mit dem RKI (Prof. Calvignac-Spencer) durchgeführt. Die CS-Koordinatorin übernahm die Bewerbung des Projektes in die breite Öffentlichkeit zur Gewinnung und Schulung der beteiligten BürgerwissenschaftlerInnen.

### **Aufgabe 5 (Synthese)**

Innerhalb BIBS: Während der 2. Phase des BIBS-Projektes wurden regelmäßige, arbeitspaket- und institutsübergreifende Treffen der Postdocs und Wissenschaftler fortgeführt. Ab März 2020 wurden die meisten Treffen aufgrund von Corona online durchgeführt. Sie fanden ca. einmal pro Monat statt. Dort wurden synthesesrelevante Themen diskutiert, z.B. die statistische Auswertung der in BIBS erhobenen Datensätze sowie die Modifizierung des Metacommunity Model. Die Zusammenarbeit der zahlreichen Synthese-Postdocs war dabei also maßgeblich um das übergreifende Vorhaben voranzubringen. Des Weiteren entstand in enger Zusammenarbeit mit dem MfN eine Auswertung von BürgerwissenschaftlerInnen-Daten zum 'Forschungsfall Nachtigall' statt, die die Vorkommenswahrscheinlichkeit von Nachtigallen im Berliner Stadtraum berechnete (Planillo et al. 2021b).

Externe Kooperationen: Aus der Zusammenarbeit mit der HU entstand eine neue Stadtlandschaftsklassifikation, die in einer Studie zur Vogeldiversität analog zu Planillo et al. (2021a) entstanden ist und auf einer wesentlich genaueren Kartierung der Neststandorte durch den SenUVK basiert, der Kollaborationspartner dieser Studie war (Solem et al., in prep). Die gesamten Daten inklusive Säugetierdiversität befinden sich derzeit in der Auswertung (Planillo et al, in prep).

## II. Eingehende Darstellung

### 1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Vorweg ist anzumerken, dass die zweite Projekthälfte (ab Frühjahr 2020) unter der besonderen Herausforderung der weltweiten Covid-19 Pandemie stand, die das Handeln und den täglichen Ablauf der Forschung, von Projekttreffen und damit auch der Kommunikation untereinander anhaltend veränderte. Die Maßnahmen zur Einschränkung der Pandemie führten dazu, dass u.a. Experimente und Treffen nicht wie geplant ab 2020 vorangebracht werden konnten und die Projektpläne angepasst wurden. Dies resultierte in einem Projekt-Verlängerungsantrag um 6 Monate inkl. Mittelaufstockung für die benötigten Personenmonate. Trotz der erschwerten Bedingungen konnten am Leibniz-IZW alle anvisierten Projekte/ Meilensteine umgesetzt werden.

#### AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science

Die Zusammenarbeit mit den BiPoLabs wurde in der zweiten BIBS-Phase fortgeführt. Bei verschiedenen gemeinsamen Veranstaltungen wurden Überschneidungen und Synergien zwischen Stakeholder-Beteiligung und CS-Aktivitäten zum Gewinn beider Seiten diskutiert und Pläne für deren Umsetzung, trotz der Beschränkungen aufgrund der Corona-Pandemie, wie z.B. die *Woche der Biodiversität* besprochen. Der Meilenstein "Biodiversity Week" konnte jedoch nicht erreicht werden, da es Corona-bedingt nicht möglich war, die geplanten Veranstaltungen zu realisieren, da diese in Präsenz hätten stattfinden müssen. Zu den wichtigsten Errungenschaften der BiPoLabs, bei denen die CS-Koordinatorin auch in der zweiten Projektphase maßgeblich mitwirkte, zählen der BIBS-Blog und BIBS-Dialoge als zentrale Austauschformate. Darüber hinaus fanden Abstimmungen mit Stakeholdern, Wissenstransfer und die wissenschaftliche Begleitung von Kooperationsprojekten statt. Im Rahmen des Projektes "Entwicklung innovativer Wege des Wissenstransfers" (Leibniz-IZW Projekt 1 der QBG) konnte die CS-Koordinatorin die am Leibniz-IZW entwickelten Konzepte und Methoden über die erste Phase von BIBS nutzen, um an der Weiterentwicklung und an der stetigen Verbesserung und Aktualisierung der BIBS-Plattform „*Bridging Science and Society*“ mitzuwirken. So finanzierte das Leibniz-IZW in Kooperation mit dem Züricher Verein „StadtNatur“ die (Weiter-) Entwicklung der Webseite [www.berlin.stadtwildtiere.de](http://www.berlin.stadtwildtiere.de), durch deren Nutzung die zweite Phase des BIBS-Projektes unterstützt wird (z.B. Information über Biodiversität, Wildtierforschung in der Stadt, CS-Aktivitäten), die vor allem die Ergänzung bestimmter Filterfunktionen (2019) und die Anpassung der Eingabefunktion für das CS-Projekt „Wo leben und wie geht es Eichhörnchen in Berlin und Umgebung?“<sup>1</sup> (2020) betrafen.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt der CS-Koordinatorin lag in der Unterstützung von CS-Vorhaben; hier vor allem die Planung, Bewerbung und Durchführung des bürgerwissenschaftlichen Projektes

---

<sup>1</sup> <https://berlin.stadtwildtiere.de/tiere/berlin/eichhoernchen-projekt>

„Wo leben und wie geht es Eichhörnchen in Berlin und Umgebung?“ (Mitte Mai bis Mitte Oktober 2020). Dieses Projekt wurde unter großer Zustimmung und Mitarbeit der Bevölkerung durchgeführt und die erhobenen Daten mündeten in einer Publikation (Grabow et al., accepted), aber auch weitere Projekte wie „Bienen, Bestäubung und Bürgerwissenschaft in Berlins Gärten“ (MfN, TU Berlin, BIBS; Start des Projektes: Frühjahr 2020), „Stadtratten (Leibniz-IZW, Berliner Wasserbetriebe, Technische Universität (TU) Berlin, Antrag zu BMBF-Ausschreibung: Citizen Science im Herbst 2019, angenommen für die 2. Runde: Juni 2020, abgelehnt, daraufhin Vorbereitung für die Einreichung bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt), „WandelBAR: Berliner Arten im Wandel - BürgerInnen erforschen die Auswirkungen des Klimawandels auf urbane Vogelpopulationen“ (Leibniz-IZW, SenUVK, Berliner Ornithologische Arbeitsgemeinschaft, Antrag zu BMBF-Ausschreibung: Citizen Science im Herbst 2019, abgelehnt) und „Mikroplastik im Boden“ (FU Berlin, Antrag zu BMBF-Ausschreibung: Wissenschaftsjahr 2020/21, abgelehnt).

Die CS-Koordinatorin nahm in der zweiten BIBS-Phase an zahlreichen Veranstaltungen teil oder organisierte selbst Treffen, die u.a. der Wissensvermittlung zum übergeordneten Thema Citizen Science, der Werbung für BIBS-Citizen Science-Projekte und damit verbundener Rekrutierung neuer Teilnehmender), sowie der Vernetzung innerhalb der Wissenschaft und mit Stakeholdern dienten (eine detaillierte Übersicht der Veranstaltungen in den jährlichen Zwischenberichten). Zu benennen sind hier u.a. die Teilnahme an verschiedenen Konferenzen, gezielte Treffen mit VertreterInnen aus verschiedenen Bereichen oder Workshops zur Ausbildung von BürgerInnen. Durch die Beschränkungen der Coronapandemie fanden ab Mitte März 2020 zusätzlich alternative Methoden zur Bewerbung statt, wie z.B. die Präsentation auf der Webseite GoVolunteer/ GoNature und der verstärkte Versand von Newslettern über [berlin.stadtwildtiere.de](http://berlin.stadtwildtiere.de).

Politikberatung war ebenso ein Bestandteil der Arbeit der CS-Koordinatorin (darunter verschiedene Aktivitäten im Rahmen von „Leibniz im Bundestag“ (Vorstellung und Diskussion von CS-Projekten) oder eingeladene Vorträge bei politischen Kreisverbänden).

Neben der Mitwirkung an verschiedenen Publikationen in der wissenschaftlichen Fachliteratur (Details s. 2.9.) war die Öffentlichkeitsarbeit und Pressemitteilungen ein weiterer wichtiger Arbeitsbestandteil der CS-Koordinatorin.

Zudem vernetzte sich die CS-Koordinatorin auf nationaler Ebene im Konsortium Bürger schaffen Wissen und im Leibniz-Netzwerk Citizen Science (Details s. 5.)

### **AP 3 „Rural-urbane Kopplung“**

In der zweiten Projektphase konzentrierten sich die Arbeiten in AP3 auf biotische Interaktionen, Netzwerkanalysen, verschiedene Biodiversitätsaspekte entlang von urbanen Gradienten, intraspezifische Merkmalsvariabilität, Kooperationen mit Citizen-Science-Projekten, sowie eine methodische Auseinandersetzung mit Urbanisierungsmaßen in der Biodiversitätsforschung.

#### **Aufgabe 3 (oxidativer Stress)**

Wir erwarteten, dass Fledermäuse in Städten größere Entfernungen zurücklegen müssen, um geeignete Nahrung zu finden, in dynamischeren sozialen Einheiten mit höheren Raten der Erregerübertragung leben und größeren Schwankungen der Nahrungsressourcen ausgesetzt sind als

Artgenossen auf dem Land. Wir sagten daher für urbane Große Abendsegler voraus, dass urbane Individuen ein höheres Maß an oxidativem Stress und somit auch eine kürzere Telomerlänge aufweisen als Große Abendsegler aus der ländlichen Region. Falls Große Abendsegler hingegen mit städtischen Stressfaktoren gut zurechtkommen, erwarteten wir, dass städtische und ländliche Große Abendsegler ähnliche oxidative Stressprofile und Telomerlängen aufweisen sollten. Unsere Untersuchungen zeigten jedoch, dass es keinen Unterschied bezüglich des oxidativen Stresses zwischen Großen Abendseglern im ländlichen und im städtischen Raum gab. Dieser fehlende Zusammenhang könnte damit begründet werden, dass eine mögliche Differenz aufgrund der großen Variabilität der Messparameter und des relativ kleinen Stichprobenumfangs nicht zu detektieren war. Der fehlende Unterschied könnte auch an der hohen Mobilität des Großen Abendseglers liegen, der in der Lage ist, auf geeignete Lebensräume im städtischen Umfeld auszuweichen, falls anthropogene Stressfaktoren wie zum Beispiel Lichtverschmutzung zu stark zunehmen. Die hohe Mobilität der Fledermäuse könnte ein entscheidendes Erfolgsrezept dafür sein in städtischen Lebensräumen zu überleben. Die Untersuchung der Telomerlängen in den Flughautproben ist zurzeit noch nicht abgeschlossen. Hierzu müssen erst artspezifische Methoden etabliert werden. Aufgrund des fehlenden Unterschieds in den oxidativen und antioxidativen Markern erwarten wir jedoch ebenfalls keine Unterschiede in der Telomerlänge von ländlichen und städtischen Großen Abendseglern.

#### Aufgabe 4 (iDNA)

Pools von Fliegen und nicht Säugetierblut-beinhaltende ('blutgefüttert') Stechmücken wurden mit Hilfe von 108 bp vertebratenspezifischer 12S rRNA (12S-V5) und 94 bp säugetierspezifischer 16S rRNA (16Smam) mitochondrialer Marker metabarcodiert, und einzelne blutgefütterte Stechmücken wurden anhand des 340 bp vertebratenspezifischen 12S rRNA-Fragments (Mam-12S-340) sequenziert. (Milestones M4a-d reached). In den Fliegenpools konnten wir mit Hilfe des 16Smam 10 Säugetierarten nachweisen, während 12S-V5 vier Vogel-, zwei Amphibien- und sechs Säugetierarten nachwies (Abb. 1). In den nicht blutgefütterten Mückenpools konnten wir nur vermeintlich kontaminierte DNA amplifizieren, was darauf hindeutet, dass Mückenweibchen ohne sichtbare Anzeichen einer Blutmahlzeit keine Spuren von Wirbeltier-DNA tragen. Schließlich identifizierten wir in den blutgefütterten Stechmücken vier Säugetierarten und eine Vogelart. Bei den Säugetierarten konnten wir keine signifikanten Unterschiede im Anteil der nachgewiesenen Arten an der Gesamtzahl der verfügbaren Arten zwischen den einzelnen Probenahmestandorten feststellen. Die Fliegenproben waren im Vergleich zu Mückenproben leichter zu erhalten und in den untersuchten Orten häufiger anzutreffen.

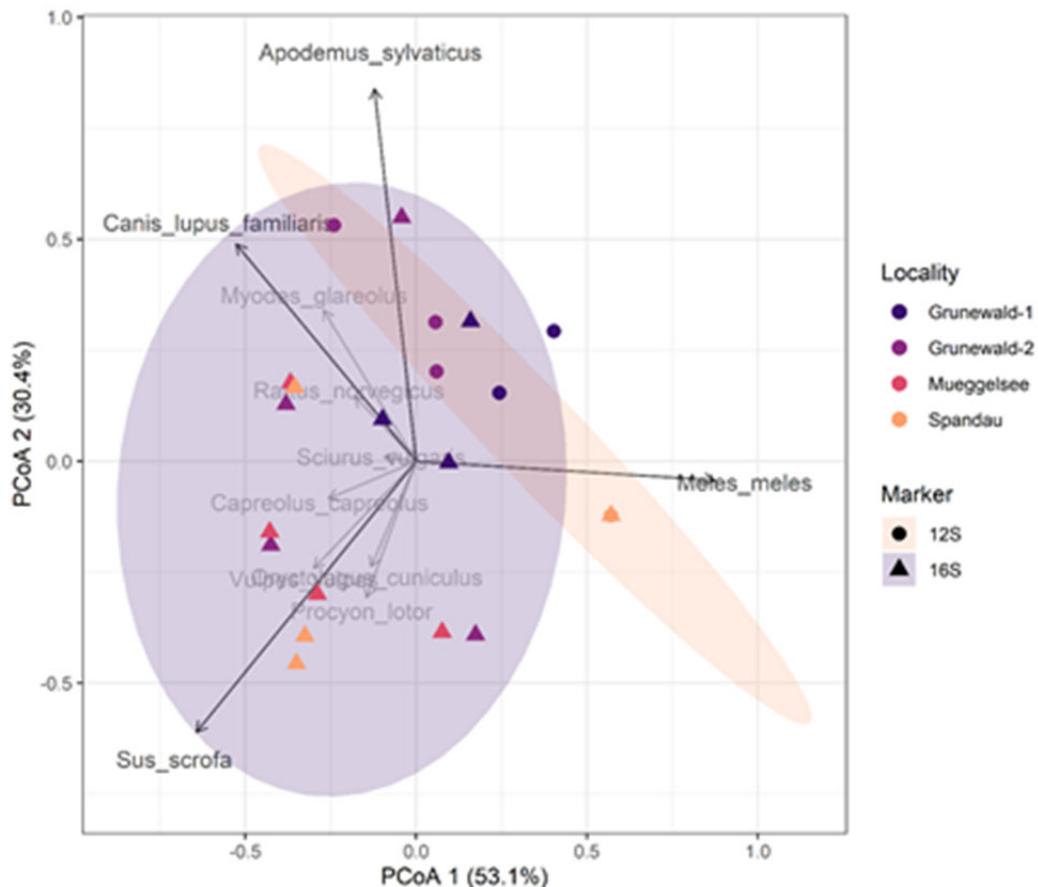


Abb. 1: PCoA auf der Grundlage von Fliegenpool-Daten. Die Punktformen stellen die verschiedenen genetischen Marker dar und die Punktfarben die Probenahmestandorte. Die schattierten Bereiche stellen den elliptischen Raum für jeden Markertyp dar. Säugetierarten mit einer signifikanten Auswirkung auf die Achsen sind in Schwarz dargestellt, während Säugetierarten mit schwachen Auswirkungen in Grau gezeigt werden.

Um die Vielfalt der städtischen Säugetiere weiter zu erforschen und den Einsatz und die Effektivität der iDNA-Probenahme aus der städtischen Umwelt zu bewerten, wurden in drei Probenahmesaisons (August-September 2018, Mai-Juni 2019, August-September 2019) Fliegen auf 20 Parzellen in Berlin gesammelt, die den städtisch-ländlichen Umweltgradienten repräsentieren. Die vier häufigsten (systematischen) Fliegenfamilien, die dann für die iDNA-Analysen weiterverwendet wurden, waren Calliphoridae (n=1157), Muscidae (n=905), Fannidae (n=548) und Sarcophagidae (n=357). Wir konnten klare räumliche Muster in der Verteilung dieser systematischen Gruppen feststellen: Calliphoridae kamen in Gebieten mit einem hohen Anteil versiegelter Fläche vor, während Muscidae und Fannidae eher in bewaldeten Gebieten zu finden waren. Die Sarcophagidae waren nicht eindeutig mit dem Urbanisierungsgradienten korreliert. Unter den bisher analysierten iDNA-Proben waren Hunde und Füchse die am häufigsten nachgewiesenen Säugetierarten. In geringerem Umfang wurden Igel, Waschbären, Dachse, Marderhunde, eine Fledermausart und fünf Nagetierarten identifiziert - die meisten von ihnen aus Fliegen, die in Wäldern oder offenen Grünflächen gesammelt wurden. Erste Analysen deuten also darauf hin, dass neben den Umweltvariablen auch die Fliegenfamilie einen Einfluss auf den Nachweis von Säugetierarten durch Fliegen-iDNA hat. Die Fliegenfamilie erklärt dabei eine etwas höhere Varianz beim Nachweis von Säugetieren als Umweltvariablen (Abb. 2). Infolgedessen sollten Fliegen in der städtischen Umwelt mit Bedacht zur

Charakterisierung der wilden Säugetiergemeinschaft eingesetzt werden, und Proben aus verschiedenen Familien sollten nicht verglichen werden, ohne die Präferenz der Fliegenfamilie für die jeweiligen Umweltvariablen und Säugetierwirte zu berücksichtigen (Planillo und Danabalan, in prep.).

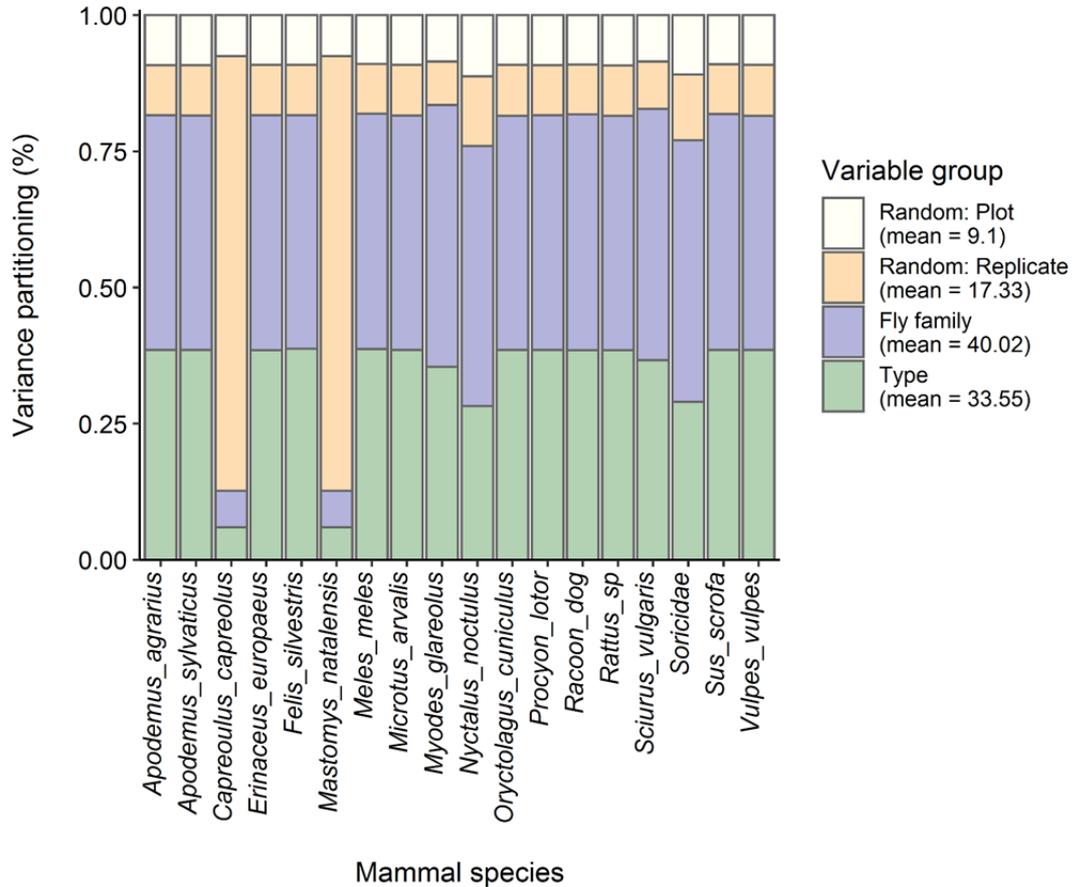


Abb. 2: Varianzaufteilung der Wirkung von Umweltvariablen (grün), Zugehörigkeit Fliegenfamilie (Systematik, violett), Probenahmeereignis (Replikate, orange) und Parzellenstandort (Parzelle, weiß). Die Zahlen in Klammern geben den Prozentsatz der durch die einzelnen Variablen erklärten Varianz an. Jeder der Balken steht für eine der nachgewiesenen Säugetierarten.

Zusammenfassend kommen wir zu dem Schluss, dass die Verwendung von Blutmahlzeiten von Stechmücken zum Biodiversitätsmonitoring zwar einige Vorteile bietet, grundsätzlich aber der Einsatz von Fliegen bei der Erfassung von Wildtieren in einer vorstädtischen Umgebung effektiver ist, auch wenn diese Technik auf wenige Säugetierarten in der städtischen Umgebung beschränkt ist. Eine Publikation zum methodischen Vorgehen und zu Vor- und Nachteilen der iDNA-Analysen auf allen 20 Versuchsflächen im Vergleich zu Kamerafallen ist in Vorbereitung (Planillo et al. in prep). Der Milestone M4 wurde erreicht.

**Aufgabe 5 (Synthese)**

Am IZW wurde die Berliner Brutvogelgemeinschaft sowohl auf horizontale Interaktionen (innerhalb der Gemeinschaft) als auch vertikale Interaktionen (zwischen den Vogelarten und ihren wirbellosen

Beutetieren) hin analysiert, mit dem Ergebnis, dass vor allem das Angebot an Beutetieren die Reaktionen auf den Urbanisierungsgradienten maßgeblich beeinflusst (Planillo et al. 2021). Zusätzlich wurde die Vogelvielfalt anhand mehrerer Biodiversitätsaspekte untersucht. Es hat sich gezeigt, dass eine Abnahme der taxonomischen Diversität zu einer größeren Abnahme der funktionellen und phylogenetischen Diversität führen kann, wenn einige Gruppen stärker betroffen sind als andere, sodass sich die Artenzusammensetzung verschiebt. Dadurch können Ökosystemfunktionen und die Diversitätsgeschichte in einer höheren Rate verloren gehen, als dies die Abnahme der taxonomischen Diversität allein erwarten ließe. Im Detail: In unserer Studie wurden also Schlüsselvariablen und Wechselwirkungen ermittelt, die die Reaktion der Vogelgemeinschaft auf den Urbanisierungsgrad beeinflussen. Dabei haben wir die zentrale Rolle des Arthropodenvorkommens als Beute für Vögel als Hauptvariable hervorgehoben, die das Vorkommen von Vögeln im Urbanisierungsgradienten noch am stärksten beeinflusst. Darüber hinaus zeigte die Analyse der funktionalen Merkmale, dass sich die mit dem Urbanisierungsgradienten verbundenen anthropogenen Störungen negativ auf Arten auswirken, deren Ernährung hauptsächlich auf Wirbellosen basiert, sowie auf Arten, die zumindest teilweise ziehen. Auf der Grundlage der Reaktion der Arten auf die Verstädterung identifizierten wir insgesamt drei eindeutige Gruppen in der städtischen Vogelgemeinschaft, analog zu den vorgeschlagenen "urban exploiters", "adapters" und "avoiders" (Blair, 1996; McKinney, 2002; Shochat et al., 2006), die die Beziehungen der Arten zur städtischen Umwelt erklären. Die urbane Gruppe (analog zu den "urbanen Ausbeutern") umfasste diejenigen Arten, die keinen Rückgang der Abundanz entlang des Urbanisierungsgradienten und keinen Einfluss von naturnahen Variablen zeigten. Diese Gruppe war mit nur 18,2 % der Arten (12 von 66 Arten) die kleinste Gruppe. Die Waldgruppe (analog zu den "Stadtanpassern") reagierte stark auf das Vorhandensein von Bäumen und das Vorkommen von Arthropoden, wobei letzteres der entscheidende Faktor für das Vorkommen der Arten in dieser Gruppe war, unabhängig vom Grad der menschlichen Störung. Auf diese Gruppe entfielen 27,3 % der Arten (18 von 66 Arten). Die Naturgruppe ("Stadtvermeider") bestand schließlich aus den Arten, die städtische Störungen meiden und meist in offenen Gebieten innerhalb unseres Untersuchungsgebiets leben, wobei die Häufigkeit der Arthropoden einen starken Einfluss auf die Häufigkeit der Vogelarten hat. Diese Gruppe war mit 54,5 % der Vogelarten (36 von 66 Arten) am zahlreichsten vertreten.

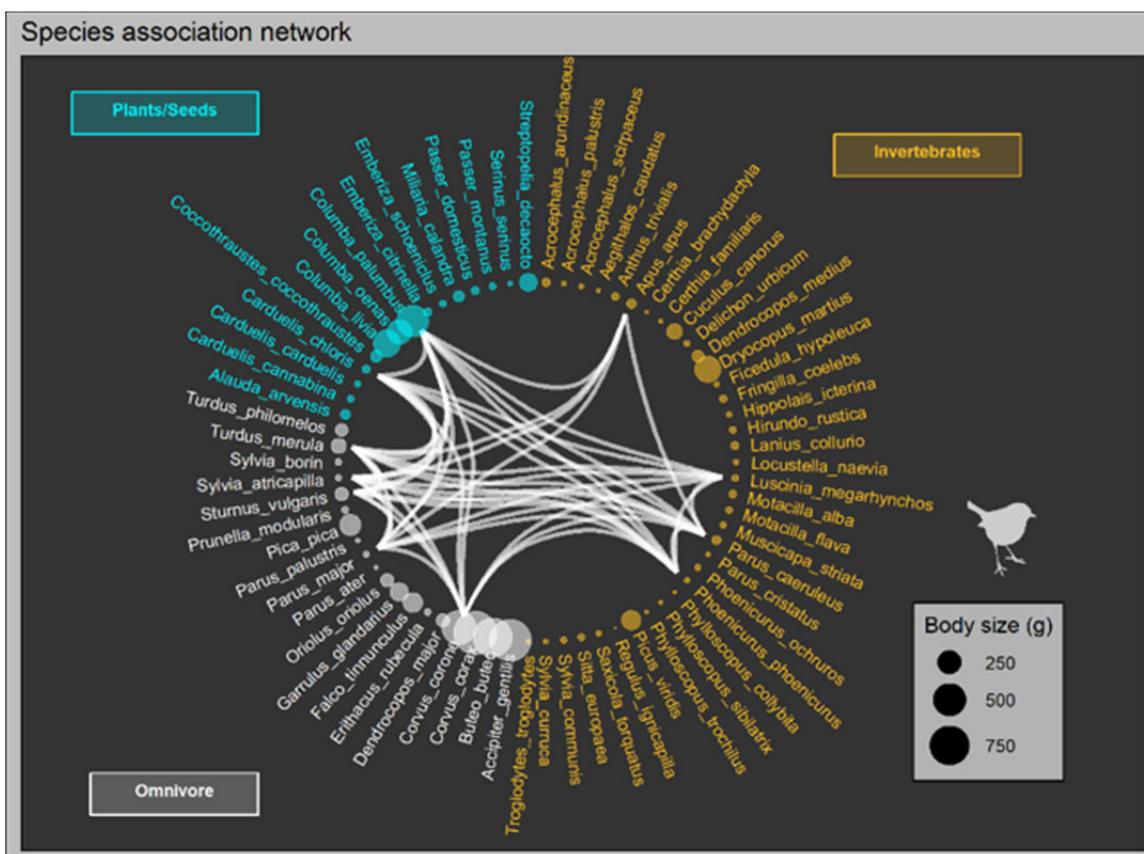


Abb. 3: Interspezifische Interaktionen innerhalb der Brutvogelgemeinschaft von Berlin. Die Vogelarten sind hier nach ihrer Ernährungsweise gruppiert. Die Größe der Punkte entspricht der Körpergröße der Arten. Die Linien stellen positive Assoziationen zwischen den Arten dar. In der Analyse wurde kein negativer Zusammenhang festgestellt. (adaptiert von Planillo et al. 2021).

Darüber hinaus untersuchten wir die funktionale Reaktion der Vogelgemeinschaft auf den Urbanisierungsgrad und verwendeten einen multi-skaligen Ansatz um festzustellen, welche Variablen im Zusammenhang mit dem Urbanisierungsgradienten den größten Einfluss auf die funktionale Vielfalt hatten und auf welcher räumlichen Ebene. Für diese Studie digitalisierten wir sorgfältig alle Vogelstandorte, die von den Freiwilligen während des Berliner Brutvogelmonitoringprogramms erfasst wurden (Abb. 4). Im Rahmen dieses Erfassungsprogramms werden in vorher genau festgelegten Transekten innerhalb eines 1 km<sup>2</sup>-Rasters verwendet, um die Anzahl der Brutreviere von Vogelarten entlang des Urbanisierungsgradienten zu schätzen. Nach Abzug von nicht brütenden Arten, die während des Monitorings zufällig erfasst wurden, und von zwei Arten, für die diese Methode zur Schätzung der Häufigkeit nicht geeignet ist (Haussperling und Mauersegler), bestand die gesamte in der Studie verwendete Vogelgemeinschaft aus 95 Arten.

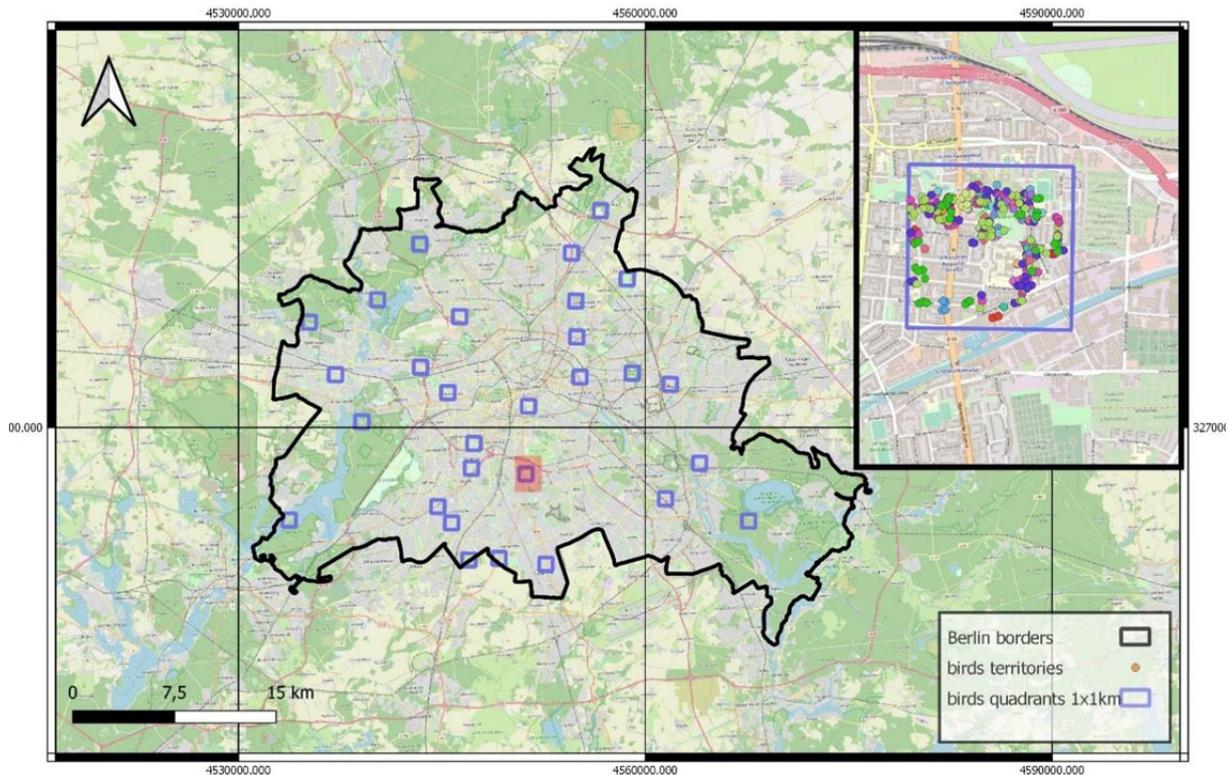


Abb. 4: Karte von Berlin mit der Lage der Raster für das Brutvogelmonitoring (blaue Quadrate), in denen die Transekte angelegt wurden. Rechte obere Ecke: Detail der Schwerpunktstandorte der Gebiete im markierten Quadranten, jede Vogelart ist in einer anderen Farbe dargestellt (Quelle: OpenStreetMap, ESPG: 3035).

Wir schätzten die funktionelle Vielfalt an jedem der Transekte anhand von funktionellen Merkmalen, die zuvor mit der Verstädterung in Verbindung gebracht wurden: Migrationsstatus, Ernährungsweise, Körpermasse und Nestbauweise. Anschließend wurde der gewichtete Durchschnittswert der Merkmale verwendet, um drei Indizes der funktionellen Vielfalt zu erhalten, die jedes Transekt charakterisieren: funktionelle Diversität (FRic), funktionelle Gleichmäßigkeit (FEve) und funktionelle Divergenz (FDiv). Als Umweltvariablen zur Charakterisierung des Urbanisierungsgradienten dienten die Vegetationsstruktur (ermittelt durch Fernerkundung und Verarbeitung von Satellitenbildern), der prozentuale Anteil der Baumbedeckung und der undurchlässigen Oberfläche (Versiegelungsgrad), die Bevölkerungsdichte, der Lärmpegel und die relative Helligkeit des künstlichen Lichts. Wir haben die Umweltvariablen auf zwei räumlichen Skalen extrahiert: eine lokale räumliche Skala, die sich auf einen Puffer von 100 m um den Schwerpunkt jedes Brutreviers bezog; und eine Quadrantenskala, die sich auf das 1 km<sup>2</sup>-Raster bezog, das die Transekte enthielt. Wir analysierten die direkten und indirekten Auswirkungen der menschlichen Störungsvariablen und die Auswirkungen der Vegetationsstruktur auf die drei Indizes der funktionalen Vielfalt auf den beiden räumlichen Skalen mit Hilfe von Strukturgleichungsmodellen (SEM) (Abb. 5). Dabei stellten wir fest, dass die Auswirkungen der Variablen im Zusammenhang mit der menschlichen Störung skalenabhängig waren. Genauer gesagt führte eine zunehmende menschliche Bevölkerungsdichte zu einem Verlust der funktionalen Vielfalt der Vögel (FDiv), und diese Wirkung war vor allem auf der groben räumlichen Skala nachweisbar, während die

Auswirkungen der Lärmbelastigung auf der sehr lokalen Skala stärker waren und sich überraschenderweise positiv auf die funktionale Vielfalt der Vögel (FRic, FEve und FDiv) auswirkten. Darüber hinaus zeigen unsere Ergebnisse, dass die anthropogenen Variablen die signifikantesten Prädiktoren für die funktionale Vielfalt der Vögel in der städtischen Umwelt sind.

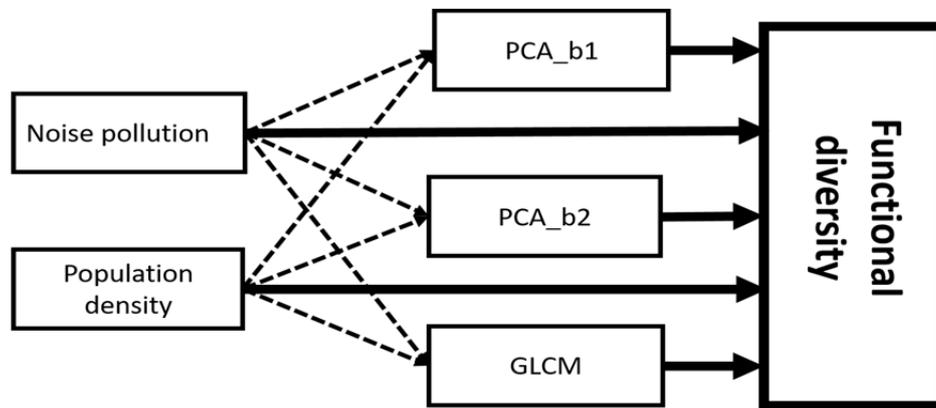


Abb. 5: Allgemeine Struktur des SEM, das für die Analyse der Reaktion der funktionalen Vielfalt der Vögel auf den Urbanisierungsgradienten verwendet wurde. PCA\_b1 und PCA\_b2 beziehen sich auf die Vegetationsstruktur, die durch die Analyse der Satellitendaten definiert wurde, und stellen einen Gradienten von hoher zu niedriger Vegetation bzw. von dichter zu offener Vegetation dar. GLCM stellt den Grad der Homogenisierung der Vegetation dar.

Den oben beschriebenen methodischen Ansatz zur Reaktion der Vogelmgemeinschaft auf den Urbanisierungsgrad haben wir auch auf die Säugetiergemeinschaft Berlins angewendet. Der Lockdown während der Covid-19 Pandemie war diesbezüglich Glück im Unglück, da wir zusätzlich den Effekt des Menschen bzw. menschlicher Störungen, die im Lockdown deutlich reduziert waren, auf die Wildtiergemeinschaft untersuchen konnten. Die Untersuchung der Interaktionen zwischen den Arten und der Nischentrennung unter dem Einfluss des Menschen lieferte wichtige Erkenntnisse über die Anpassungsfähigkeit der Arten, das Funktionieren von Gemeinschaften und die Stabilität von Ökosystemen. Aufgrund ihrer hohen Plastizität in Bezug auf Verhalten und Ernährung sind urbane Mesokarnivoren ideale Arten für die Untersuchung des Aufbaus von Gemeinschaften in neuartigen Lebensräumen. In der Studie analysierten wir die räumlichen und zeitlichen Arteninteraktionen einer städtischen Mesokarnivoren-Gemeinschaft, die sich aus dem Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) und dem Marder (*Martes foina* und *Martes martes*) als einheimische Arten, dem Waschbär (*Procyon lotor*) als invasive Art und der Hauskatze (*Felis catus*) als weitere einheimische Art zusammensetzte, in Kombination mit menschlichen Störungen, die durch den SARS-CoV-2-Abriegelungseffekt moduliert wurden, der während der Durchführung der Studie auftrat. Während fünf Probenahme-Saisons (Herbst 2018, Frühjahr 2019, Herbst 2019, Frühjahr 2020 und Herbst 2020) nahmen Berliner BürgerInnen freiwillig an dem Projekt WTImpact (<http://www.wtimpact.de>) teil, indem sie vier Wochen lang Kamerafallen in ihrem Garten oder privaten Kleingarten aufstellten, denn für wildlebende Tiere in der Stadt können private Gärten und Kleingärten eine wichtige Quelle für Nahrung und Unterschlupf darstellen. Für jede Probenahme-Saison dabei wurden neue BürgerwissenschaftlerInnen ausgewählt, wobei jedes Mal etwa 200 Freiwillige beteiligt waren. Wir analysierten Kamerafallendaten und wendeten ein Artenverteilungsmodell (jSDM - Vorgehensweise

siehe oben) an, um nicht nur die Umweltvariablen zu verstehen, die die Erfassung von Mesokarnivoren und ihre Nutzungsintensität von Umweltmerkmalen beeinflussen, sondern auch das gemeinsame Vorkommen der Arten unter Berücksichtigung der Umweltvariablen. Anschließend bewerteten wir anhand von Aktivitätsanalysen, ob die Sichtungen durch die Kameras eine zeitliche Nischenaufteilung aufweisen, und analysierten schließlich auf einer kleineren zeitlichen Skala die Zeitspanne, die *nach* der Entdeckung einer anderen Schwerpunkart vergeht. Dabei fanden wir heraus, dass die Arten während der SARS-CoV-2-Sperrzeit häufiger in Gärten nachgewiesen wurden und eine höhere Nutzungsintensität aufwiesen, während sie im selben Zeitraum eine kürzere zeitliche Verzögerung aufwiesen, was eine hohe vom Menschen verursachte räumlich-zeitliche Überlappung bedeutet. Alle drei Wildtierarten traten im Stadtgebiet räumlich gemeinsam auf, wobei Waschbären positiv auf Katzen reagierten (mehr Waschbärsichtungen, wenn auch Katzen anwesend), während Füchse einen negativen Trend gegenüber Katzen zeigten (Louvrier et al. 2022).

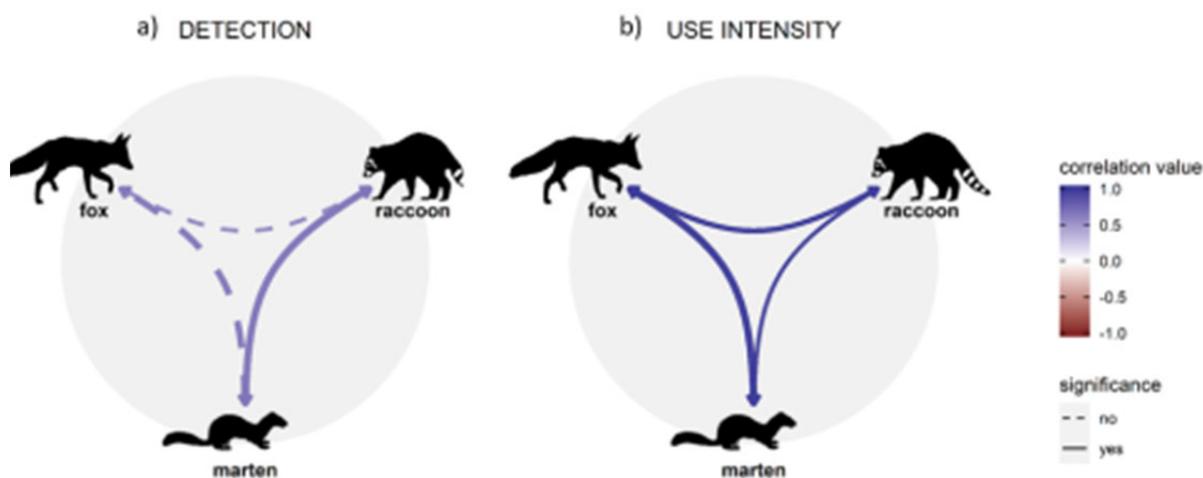


Abb. 6: Assoziation der Arten in der Restvarianz der JSDM-Analysen. Farbe und Breite der Pfeile stellen den Korrelationswert zwischen zwei Arten dar. Durchgehende Linien werden für signifikante Korrelationen verwendet und gestrichelte Linien für nicht-signifikante Korrelationen.

Bei der Bewertung der zeitlichen Aufteilung stellten wir fest, dass alle Wildarten überlappende nächtliche Aktivitäten zeigten. Alle Arten zeigten eine zeitliche Trennung auf der Grundlage der zeitlichen Verzögerung. Die Analyse der zeitlichen Verzögerung ergab, dass Katzen von allen Wildtierarten am meisten gemieden wurden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die wildlebenden Arten zwar räumlich positiv miteinander verbunden waren, die Meidung jedoch auf einer kleineren zeitlichen Skala stattfand und der menschliche Druck zusätzlich zu einer starken räumlich-zeitlichen Überlappung führte. Die Daten aus dem Kamarafallen-Projekt werden nun für den Methodenvergleich zwischen iDNA (siehe oben Task 4) und Kamerafallenstudien verwendet.

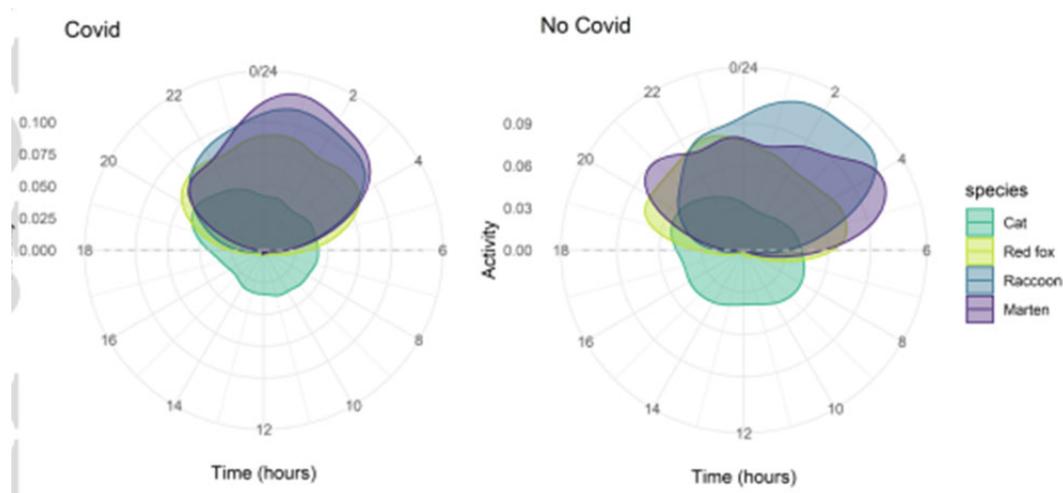


Abb. 7: Aktivitätsmuster der einzelnen Arten, die die Mesokarnivorengemeinschaft von Berlin, bevor die SARS-CoV-2-Abriegelungsmaßnahmen in Kraft waren (Covid) und nicht in Kraft waren (keine Covid).

Ein weiterer Schwerpunkt am IZW war die Zusammenarbeit mit CS-Projekten. In enger Kooperation mit dem Museum für Naturkunde und dem dort angesiedelten Citizen Science Projekt "Forschungsfall Nachtigall" untersuchten wir, wie die im CS-Projekt gesammelten Daten zur Verbreitung der Nachtigall im Berliner Stadtgebiet für Forschung und Planung genutzt werden können. Wir konzentrierten uns dabei auf Artenverbreitungsmodelle (SDMs) und nutzten verschiedene Arten von Citizen Science gesammelten Daten, um die Qualität und Herausforderungen der einzelnen Datensätze zu verstehen, zu vergleichen und optimale Lösungsansätze zur Verwertbarkeit der jeweiligen Daten zu finden. Anhand der Fallstudie der Nachtigall in einer städtischen Umgebung verglichen wir die Leistung von Verbreitungsmodellen, die auf strukturierten, halbstrukturierten und vollständig opportunistischen Daten basieren. Nach einer strengen Verzerrungskorrektur und Datenfilterung für alle unstrukturierten Datensätze zeigen unsere Ergebnisse deutlich, dass die Berücksichtigung des Stichprobenverfahrens notwendig ist, um zuverlässige Artenverbreitungsmodelle auf der für städtische Studien erforderlichen Detailstufe zu entwickeln. Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass vollständig opportunistische Daten aufgrund des Mangels an Informationen über den Erhebungsprozess unzuverlässig sind, wohingegen halbstrukturierte Daten durchaus Potenzial für die wissenschaftliche Nutzung haben. Sowohl die strukturierten als auch die halbstrukturierten Daten haben - nach einer strengen Verzerrungskorrektur - adäquat abgeschnitten. Daraus abgeleitet wurden Richtlinien für die Gestaltung zukünftiger CS-Projekte vorgeschlagen, die die Generierung qualitativ hochwertiger Daten für Forschung und Planung ermöglichen (Planillo et al. 2021b). Insbesondere im Hinblick auf Artenverbreitungsmodelle schlagen wir vor, den Beprobungsaufwand auch mit Informationen über die Abwesenheit von Arten als notwendige Grundlage für städtische SDMs zu erfassen.

In einer weiteren Studie untersuchten wir das Verhalten von Füchsen in Berlin. Dabei können städtische Gebiete als eine Art Labor betrachtet werden, in denen die Grenzen der Anpassungsfähigkeit von Wildtierarten an neue Umgebungen getestet werden können. In diesem Zusammenhang untersuchten wir die Lebensraumwahl des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*) in städtischen Gebieten und wie dieser opportunistische Mesokarnivore mit der Anwesenheit und Aktivität des Menschen zurechtkommt. Um diese Frage zu beantworten, analysierten wir hochauflösende

Bewegungsdaten von Telemetrie-Halsbändern städtischer Rotfüchse in Berlin in einer Vielzahl städtischer Lebensräume, die sich durch die Dichte der Bebauung und den Grad der menschlichen Aktivität unterschieden. Dabei wendeten wir sogenannte Schrittauswahlfunktionen (step selection functions) mit einer zeitlichen Auflösung von 20 Minuten für die Telemetriedaten und einer räumlichen Auflösung von 10 m für die Umweltvariablen an. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Füchse, obwohl sie in der Stadt allgegenwärtig waren, Störungen durch den Menschen vermieden, indem sie innerhalb der Stadt Gebiete mit geringerer menschlicher Präsenz (z.B. Brachflächen und Bahnlinien) bevorzugten und öffentliche Grünflächen und Stadtwälder mit regelmäßiger menschlicher Präsenz mieden. Gebiete mit sehr hoher Menschendichte wurden gemieden; künstliche (eher naturarme) Umgebungen wie bebaute Gebiete hingegen nicht. Wir kommen zu dem Schluss, dass die tatsächliche Anwesenheit des Menschen und seine Aktivitäten stärkere Grenzen für die Nutzung städtischer Lebensräume durch Mesokarnivoren setzen als anthropogene Strukturen, selbst bei etablierten Stadtbewohnern wie dem Rotfuchs (Kimmig et al. 2020b).

## Literatur

Blair RB (1996) Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological applications* 6(2): 506-519.

Kimmig SE et al. (2020a) Elucidating the socio-demographics of wildlife tolerance using the example of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Germany. *Conservation Science and Practice* 2(7): e212.

Kimmig SE et al. (2020b) Beyond the landscape: Resistance modelling infers physical and behavioural gene flow barriers to a mobile carnivore across a metropolitan area. *Molecular Ecology* 29(3): 466-484.

Louvrier JLP et al. (2022) Spatiotemporal interactions of a novel mesocarnivore community in an urban environment before and during SARS-CoV-2 lockdown. *Journal of Animal Ecology* 91(2): 367-380.

McKinney M (2002) Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52: 883-890.

Planillo A et al. (2021a) Arthropod abundance modulates bird community responses to urbanization. *DIV DISTRIB* 27(1): 34-49.

Planillo A et al. (2021b) Citizen science data for urban planning: comparing different sampling schemes for modelling urban bird distribution. *Landscape and Urban Planning* 211: 104098.

Shochat E et al. (2006) From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in ecology & evolution* 21(4): 186-191.

## 2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Personalkosten nahmen den größten Anteil am BIBS-Budget des Leibniz-IZW ein. Für Dienstreisen der CS-Koordinatorin, der Doktoranden und der Postdoc-Stelle des AP 3 wurden Reisemittel benötigt. Ebenso wurden Mittel für die Ausrichtung von Workshops für BürgerforscherInnen und die Öffentlichkeitsarbeit für verschiedene Projekte verwendet. Für die Programmierung der Webseiten wurden Aufträge an Dritte erteilt. Labor-Analysen und die Anschaffung eines Lastenfahrrads waren

weitere Ausgaben. Weitere Details der Verwendung des Budgets sind der Belegliste zu entnehmen.

Der bedeutendsten Posten im Teilprojekt des Leibniz IZW waren Personalkosten für:

- 1) CS-Koordinatorin (75%)
- 2) iDNA Postdoc, Renita Danabalan (50%)
- 3) studentische Hilfskräfte für die Feld- und Laborarbeiten zum iDNA-Projekt
- 4) Synthese Postdoc (100%)
- 5) studentische Hilfskräfte zur Unterstützung der komplexen Synthese-Analysen in den verschiedenen Teilprojekten

Als Investitionsmittel wurden Kosten für Ansauger von Mücken verausgabt. Sachmittel wurden im Dachprojekt für die Ausrichtung von Workshops sowie die Erstellung von Trainings- und Werbematerialien verwendet. Des Weiteren kamen für WP3 Kosten für diverse Verbrauchsmaterialien für Probensammlung im Feld, und Laborarbeiten hinzu (Aufgabe 3 in BIBS2 ohne weitere Personal- oder Reisekosten). Für die Programmierung der BBIB- und StadtWildTiere-Webseiten wurden Aufträge an Dritte erteilt. Für die Vorstellung von Projektergebnissen auf nationalen und internationalen Konferenzen wurden Reisemittel benötigt.

### 3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Besetzung der CS-Koordinationsstelle war notwendig um die vielfältigen Aufgaben des CS-Programmes zu bewerkstelligen (siehe oben Aufgaben CS-Koordinatorin). Da die Aufgaben innerhalb der CS-Projekte weit über die fachliche Datenaufnahme und -analyse hinausgingen und im Rahmen der Kommunikation und Koordinierung zwischen allen Projektbeteiligten (organisatorisch/technische Umsetzung als auch die aufwändigen Abstimmungen mit projektinternen und –externen Akteuren) zusätzliche Zeit und Expertise beanspruchten, war diese Position für die erfolgreiche Umsetzung der Projekte maßgeblich entscheidend.

Die iDNA Postdoc-Stelle im AP3 am IZW bzw dem assoziierten Partner BeGenDiv war notwendig für die Konzeption, Durchführung und Analyse der iDNA-Studie. Da die Datenaufnahmen und Analysen sehr umfangreich und zeitintensiv waren, war es nötig zusätzlich studentische Hilfskräfte einzustellen, die von der wissenschaftlichen Mitarbeiterin betreut wurden. Zudem diente diese Postdoc-Stelle wesentlich der Publikation von Ergebnissen der ersten und zweiten Projektphase und deren Koordination mit anderen Projektpartnern.

Der Synthese-Postdoc war notwendig um die gewonnenen Daten aus den Biodiversitätsexperimenten zu analysieren. Dafür erfolgte eine komplexe integrative Modellierung mit den Daten aus dem AP 3, aber auch arbeitspaketsübergreifende Besprechungen und Analysen der Ergebnisse um diese in einem größerem Zusammenhang zu betrachten. Eine solche ganzheitliche Betrachtung der Auswirkungen von schnellen Übergängen und Übergangszonen im städtischen Ökosystem wird für das Management der biologischen Vielfalt in Städten von großem Nutzen sein. Auch hier waren die Analysen so umfangreich, dass die kurzzeitige Einstellung von studentischen Hilfskräften, die von der Synthese-Wissenschaftlerin angewiesen und betreut wurden, ein Garant für die schnelle und

erfolgreiche Umsetzung der Projektziele.

Alle aufgeführten Kosten für Verbrauchsmaterialien (Feld und Labor), sowie Kosten für Reisen und Veranstaltungen (Workshops, Tagungen etc.) waren weiterhin Voraussetzung für die Umsetzung der Projektziele. Die Durchführung von Workshops, unter anderem in Zusammenarbeit mit der BiPoLabs-Koordinatorin und der CS-Stelle war angemessen, um die Projektziele und bereits erzielten Forschungsergebnisse nach außen zu kommunizieren und zu bewerben und auch konkrete Biodiversitätsdaten in Science-Policy Dialoge einzubinden.

#### **4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**

##### **AP Umbrella „Dachprojekt“: Citizen Science**

CS kann nicht nur für die Erzeugung wissenschaftlicher Daten hilfreich sein, sondern dient idealerweise auch als Werkzeug zum Wissensaustausch zwischen Forschung und Gesellschaft, indem sie den Teilnehmenden Wissen über das beforschte Thema vermittelt, Bewusstsein für gesellschaftlich relevante Probleme erzeugt und das Verständnis für den Forschungsprozess erhöht.

Die CS-Koordinatorin unterstützte die BIBS-WissenschaftlerInnen in ihren CS-Aktivitäten und trug so dazu bei, die BIBS-Forschung für eine breite Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die Beratung und Unterstützung zur Antragstellung trug zur Einreichung von verschiedenen Förderanträgen bei. Die Webseite „Berliner Stadtwildtiere“ bietet ein breites Informationsangebot und Möglichkeiten zur Beteiligung an Forschung mit unterschiedlichen Intensitäten. Eine wichtige Komponente von CS-Projekten ist die Interaktion mit BürgerInnen, denn nur so werden sie motiviert, über einen längeren Zeitraum mitzumachen. Für die Rekrutierung und Weiterbildung, sowie zur Bekanntmachung von CS-Projekten ist daher Öffentlichkeitsarbeit unerlässlich. Dafür organisierte die CS-Koordinatorin Workshops für BürgerInnen und nahm an Konferenzen und Veranstaltungen teil. Die CS-Koordinatorin trug zudem auch über BIBS hinaus zur konzeptionellen Weiterentwicklung von CS bei, z.B. im Rahmen der Plattform *„Bürger schaffen wissen“* und bei der Vorbereitung des Weißbuch-Prozesses für eine CS-Strategie für Deutschland. Die so generierte Aufmerksamkeit in der Bevölkerung und das ausgebaute Netzwerk in die Gesellschaft, zu VertreterInnen in Politik wie der Gemeinschaft der WissenschaftlerInnen bieten eine exzellente Plattform für den weiteren Dialog und um die Nutzung der Projektergebnisse in der praktischen Anwendung zu fördern. Die Internetplattform *„Stadtwildtiere.de“* wird auch nach Ende der Projektlaufzeit weitergeführt, so dass diese Aktivitäten nachhaltig verstetigt sind. Die Plattform wird auch weiterhin BIBS-Partnereinrichtungen und anderen Akteuren als Ressource zur Verfügung stehen.

##### **AP 3 „Rural-urbane Kopplung“**

###### **Aufgabe 3 (oxidativer Stress)**

Diese Studie sollte Aufschluss über die physiologische Reaktion wildlebender Säugetiere auf städtische Stressfaktoren geben. Ein zu hohes Maß an oxidativem Stress kann dazu führen, dass städtische Populationen auf der Metapopulationsebene zu Senkenpopulationen werden. Oxidativer

Stress kann dabei als geeigneter Indikator für die Vorhersage der Widerstandsfähigkeit städtischer Arten gegenüber der Herausforderung dienen, in einer neuen und potenziell feindlichen Umgebung zu leben, an die sie derzeit nicht angepasst sind. Auch wenn unsere Studie zum Einfluss von Lichtverschmutzung in urbanen Lebensräumen bisher keine Unterschiede im oxidativen Stresslevel zwischen den Gruppen (rural vs. urban) aufzeigen konnte, die auf eine erhöhte Belastung der städtisch vorkommenden Population schließen lassen könnten, so dient sie doch als Grundlage für kommende Untersuchungen mit ähnlichen Fragestellungen und möglicherweise anderen, weniger mobilen und somit den Stressoren eher ausgelieferten Zielarten. Auch die noch am IZW laufende Entwicklung artspezifischer Methoden zur Bestimmung der Telomerlängen kann in diesem Zusammenhang ein wertvolles Werkzeug für Folgestudien darstellen.

#### **Aufgabe 4 (iDNA)**

Diese Studie sollte die Verteilung und den Reichtums der biologischen Vielfalt in Städten im Rahmen einer systematischen Probenahme über den neuartigen Stressor-Gradienten hinweg aufzeigen. Studien zur Gewinnung und Verwertung von aus der Umwelt bzw. aus Invertebraten gewonnener DNA zum Biodiversitätsmonitoring sind seit ein paar Jahren auf dem Vormarsch. Die vorliegenden Studien stammen allerdings vorwiegend aus dem tropischen Raum; der Einsatz von aus der Umwelt entnommener DNA zur Artenerfassung in gemäßigten Breiten stellt jedoch ein Novum dar. Basierend auf den Erkenntnissen früherer Studien, die unter anderem auch am Leibniz-IZW durchgeführt wurden (z.B. Calvignac-Spencer 2013, Abrams et al. 2019, Axtner et al. 2019), wurde die Methode nun für die Erfassung einheimischer Säugetierarten erprobt. Obwohl es bezüglich der Durchführung (Probensampling, Auswahl der passenden Invertebratenarten für möglichst lückenlose Erfassung) und der erzielten Ergebnisse noch Optimierungsbedarf gibt, sind unsere Ergebnisse vielversprechend und bieten somit innovative und vergleichsweise kostengünstige Alternativen zum sonst sehr aufwändigen Biodiversitätsmonitoring unter anderen im urbanen Raum. In Zeiten des schnellen Wandels und fortschreitender Urbanisierung und somit schneller Veränderung von tierischen Lebensräumen stellt die von uns etablierte Methode zudem ein effektives Frühwarnsystem dar um dem Verschwinden möglicherweise bedrohter Arten und Verluste ganzer Ökosysteme entgegenwirken zu können.

#### **Aufgabe 5 (Synthese)**

Die erstellte Geodatenbank kann nun als Grundlage für sämtliche urbane Studien dienen und kam bereits vielfältig zum Einsatz. So konnte auch ein paralleles BMBF-finanziertes Projekt (WTImpact) auf die Datenbank zurückgreifen (Louvrier et al. 2022) bzw. konnten wir mit dem Museum für Naturkunde im 'Forschungsfall Nachtigall' bei der Datenauswertung kooperieren (Planillo et al. 2021b). Für ein weiteres assoziiertes Projekt, die Eichhörnchen-Citizen Science Kampagne, konnten wir die Geodaten und Algorithmen der Auswertung bereitstellen. Die Analyse-pipeline ist so weit ausgereift, dass wir auch eine methodische Veröffentlichung zum Umgang mit Citizen Science-Daten in der Modellierung für die Wissenschaftsgemeinschaft zur Verfügung stellen konnten (Grabow et al., accepted). Des Weiteren ist die Analyse-pipeline für Diversitätsdaten etabliert, so dass wir auch in Zukunft Änderungen im Diversitätsprofil stadtlebender Arten schnell ermitteln können.

## Literatur

Abrams J et al. (2019) Shifting up a gear with iDNA: From mammal detection events to standardised surveys. *Journal of Applied Ecology* 56.7: 1637-1648.

Axtner J et al. (2019) An efficient and robust laboratory workflow and tetrapod database for larger scale environmental DNA studies. *GigaScience* 8.4: giz029.

Calvignac-Spencer S et al. (2013) Carrion fly-derived DNA as a tool for comprehensive and cost-effective assessment of mammalian biodiversity. *Molecular ecology* 22.4: 915-924.

Grabow M et al. Data-integration of opportunistic species observations into hierarchical modelling frameworks improves spatial predictions for urban red squirrels. *FRONT ECOL EVOL*, accepted.

Louvrier JPL et al. (2022) Spatiotemporal interactions of a novel mesocarnivore community in an urban environment before and during SARS-CoV-2 lockdown. *Journal of Animal Ecology* 91.2: 367-380.

Planillo A et al. (2021b) Citizen science data for urban planning: comparing different sampling schemes for modelling urban bird distribution. *Landscape and Urban Planning* 211: 104098.

## 5. Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Es sind keine Fortschritte bekannt, die über die Durchführung von Citizen Science-Projekten sowie disziplinäre Beiträge zum besseren Verständnis von biotischen Interaktionen und Anpassungen im urbanen Raum hinausgehen.

## 6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

### Wissenschaftliche/ Peer Review Publikationen

Barthel LM, Hofer H, Berger A (2019) An easy, flexible solution to attach devices to hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) enables long-term high-resolution studies. *Ecology and Evolution* 9(1): 672-679.

Barthel LM, Wehner D, Schmidt A, Berger A, Hofer H, Fickel J (2020) Unexpected gene-flow in urban environments: The example of the European hedgehog. *Animals* 10(12): 2315.

Berger A, Barthel LMF, Rast W, Hofer H, Gras P (2020) Urban hedgehog behavioural responses to temporary habitat disturbance versus permanent fragmentation. *Animals* 10:2109. DOI: [10.3390/ani10112109](https://doi.org/10.3390/ani10112109).

Berger A, Lozano B, Barthel LM, Schubert N (2020) Moving in the Dark—Evidence for an Influence of Artificial Light at Night on the Movement Behaviour of European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animals* 10(8): 1306.

Grabow M, Louvrier JLP, Planillo A, Kiefer S, Drenske S, Börner K, Stillfried M, Hagen R, Kimmig S, Straka TM, Kramer-Schadt S Data-integration of opportunistic species observations into hierarchical modelling frameworks improves spatial predictions for urban red squirrels. *FRONT ECOL EVOL*, accepted.

Gras P, Knuth S, Börner K, Maescot L, Benhaïem S, Aue A, Wittstatt U, Kleinschmit B & Kramer-Schadt S (2018). Landscape structures affect risk of canine distemper in urban wildlife. *Frontiers in Ecology and Evolution* 6:136. DOI: [10.3389/fevo.2018.00136](https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00136).

Heger T, Aguilar-Trigueros AG, Bartram I, Braga RR, Dietl GP, Enders M, Gibson DJ, Gomez Aparicio L, Gras P, Jax K, Lokatis S, Lortie CJ, Mupepele AC, Schindler S, Starrfelt J, Synodinos AD & Jeschke JM (2020) The hierarchy-of-hypotheses approach: a synthesis method for enhancing theory development in ecology and evolution. *BioScience* 71:337–349. DOI: [10.1093/biosci/biaa130](https://doi.org/10.1093/biosci/biaa130).

Kimmig SE, Beninde J, Brandt, M, Schleimer A, Kramer-Schadt S, Hofer H, Boerner K, Schulze C, Wittstatt U, Heddergott M, Halczok T, Staubach C & Frantz A (2020a). Beyond the landscape: resistance modelling infers physical and behavioural gene flow barriers to a mobile carnivore across a metropolitan area. *Molecular Ecology* 29:466-484. DOI: [10.1111/mec.15345](https://doi.org/10.1111/mec.15345).

Kimmig SE et al. (2020b) Elucidating the socio-demographics of wildlife tolerance using the example of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Germany. *Conservation Science and Practice* 2.7: e212.

Louvrier JPL et al. (2022) Spatiotemporal interactions of a novel mesocarnivore community in an urban environment before and during SARS-CoV-2 lockdown. *Journal of Animal Ecology* 91.2: 367-380.

Planillo A, Kramer-Schadt S, Buchholz S, Gras P, von der Lippe M, Radchuk V (2021) Arthropod abundance modulates bird community responses to urbanization. *DIV DISTRIB* 27(1): 34-49. DOI: [10.1111/ddi.13169](https://doi.org/10.1111/ddi.13169).

Planillo A, Fiechter L, Sturm U, Heucke-Voigt S, Kramer-Schadt S (2021) Citizen science data for urban planning: Comparing different sampling schemes for modelling urban bird distribution. *LAND URB PLAN* 211. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2021.104098](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104098).

Rast W, Barthel L, Berger A (2019) Music Festival Makes Hedgehogs Move: How Individuals Cope Behaviorally in Response to Human-Induced Stressors. *Animals* 9(7): 455.

Rast W, Kimmig SE, Giese L, Berger A (2020) Machine learning goes wild: Using data from captive individuals to infer wildlife behaviours. *PLoS ONE* 15: e0227317. DOI: [10.1371/journal.pone.0227317](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227317).

Scholz C, Firozpoor J, Kramer-Schadt S, Gras P, Schulze C, Kimmig SE, Voigt CC, Ortmann S (2020) Individual dietary specialization in a generalistic predator: a stable isotope analysis of urban and rural red foxes. *Ecology and Evolution* 10: 8855-8870. DOI: [10.1002/ece3.6584](https://doi.org/10.1002/ece3.6584).

Straka T, Wolff M, Gras P, Buchholz S, Voigt CC (2019) Tree cover mediates the effect of artificial light on urban bats. *Frontiers in Ecology and Evolution*, DOI: [10.3389/fevo.2019.00091](https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00091).

Straka TM, von der Lippe M, Voigt CC, Gandy M, Kowarik I, Buchholz S (2021) Light pollution impairs urban nocturnal pollinators but less so in areas with high tree cover. *Science of the Total Environment* 778: 146244.

Voigt CC, Scholl JM, Bauer J, Teige T, Yovel Y, Kramer-Schadt S & Gras P (2020) Movement responses of common noctule bats to the illuminated urban landscape. *Landscape Ecology* 35: 189–201. DOI: [10.1007/s10980-019-00942-4](https://doi.org/10.1007/s10980-019-00942-4).

### **Wiss. Veröffentlichungen mit assoziierten Partnern (nicht nur Leibniz-IZW)**

Frigerio D, Pipek P, Kimmig S, Winter S, Melzheimer J, Diblikova L, Wachter B & Richter A (2018) Citizen science and wildlife biology: synergies and challenges. *Ethology* 124: 365-377. DOI: [10.1111/eth.12746](https://doi.org/10.1111/eth.12746).

Flemming D, Cress U, Kimmig S, Brandt M, Kümmerle J (2018) Emotionalization in Science Communication: The Impact of Narratives and Visual Representations on Knowledge Gain and Risk Perception. *FRONT COMM* 3(3): 1-9. DOI: [10.3389/fcomm.2018.00003](https://doi.org/10.3389/fcomm.2018.00003).

Bruckermann T, Greving H, Schumann A, Stillfried M, Börner K, Kimmig SE, Hagen R, Brandt M, Harms U (2021) To know about science is to love it? Unraveling cause–effect relationships between knowledge and attitudes toward science in citizen science on urban wildlife ecology. *Journal of Research in Science Teaching* 58: 1179-1202. DOI: [10.1002/tea.21697](https://doi.org/10.1002/tea.21697).

### **Weitere geplante wiss. Veröffentlichungen in Arbeit**

Danabalan R, Planillo A, Butschkau S, Deeg S, Gras P, Thion C, Calvignac-Spencer S, Kramer-Schadt S, Mazzoni C. Comparison of mosquito and fly derived DNA as a tool for sampling vertebrate biodiversity in suburban forests in Berlin, Germany. *Environmental DNA*. *Submitted*.

Planillo A, Danabalan R, Buenaventura E, Clausnitzler P, Einsiedler M, Johnson J, Zhang Y, Kramer-Schadt S, Mazzoni C. Hazards of iDNA: fly community composition determines the detection of mammal species in an urban area. *In prep*.

Kimmig SE, Planillo A, Wenzler-Meya M, Börner K, Brandt M, Hofer H, Kramer-Schadt S. Opportunistic mesocarnivores as sentinels for undisturbed places in highly urbanised areas. *In prep*.

### **Abschlussarbeiten (Master- und Bachelorarbeiten, Dissertationen)**

The ecology of red foxes (*Vulpes vulpes*) in anthropogenic landscapes. Carolin Scholz. 28.01.2021. Dr. rer. nat. Department of Biology, Chemistry and Pharmacy Freie Universität Berlin. Supervision: Hofer H, Kramer-Schadt S

The ecology of red foxes (*Vulpes vulpes*) in urban environments. Sophia Kimmig. 01.10.2021. Dr. rer. nat. Department of Biology, Chemistry and Pharmacy Freie Universität Berlin. Supervision: Hofer H, Jeschke J

Birds in the city: understanding direct and indirect effects of human disturbance and vegetation structure on functional diversity in Berlin. Bachelorarbeit Estelle Solem. 06.04.2022. BSc. Humboldt Universität zu Berlin. Geographie. Supervision: Planillo A, Kramer-Schadt S, Kümmerle T

Modelling Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris*) occurrence along urban gradients in Berlin. Marius Grabow. 29.09.2021. MSc. TU Berlin. Ecology and Environmental Planning. Supervision: Louvrier J (IZW), Kramer-Schadt S

Effect of artificial light at night (ALAN) on behaviour of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus Linnaeus, 1758*) in the urban area of Berlin. Briseida Lozano Granados. 15.05.2021. MSc. TU Berlin. Urban Ecology. Supervision: Berger A, Kramer-Schadt S.

Urban planning for animals and humans: An empirical investigation of planning approaches and their perception by Berlin citizens. Lisa Jäger. 23.02.2022. MSc. TU Berlin. Ecology and Environmental Planning. Supervision: Tanja Straka, Kramer-Schadt S

Einfluss einer Unterrichtseinheit über Wildbienen auf die Einstellungen, die Emotionen und das Wissen von Schülern. Sarah Festl. 25.02.2022. BSc. TU Berlin. Ecology and Environmental Planning. Supervision: Tanja Straka, Kramer-Schadt S

Wildtiere in deutschen Großstädten: ein Vergleich zwischen Medienpräsenz und Wahrnehmung von Stadtbewohnern. Henry Karsch. 15.05.2022. MSc. FU Berlin. Fachbereich Biologie/ Chemie/ Pharmazie. Supervision: Jonathan Jeschke (FU), Tanja Straka (TUB), S Kramer-Schadt

What contribution can non-standardized Citizen Science data make in biodiversity monitoring? Lena Fiechter. 21.01.2021. MSc. TU Berlin. Ecology and Environmental Planning. Supervision: Planillo A, Kramer-Schadt S, Heucke-Voigt S (MfN)

Inwiefern beeinflussen anthropogene Faktoren die Streifgebietsgrößen sowie täglichen Distanzen von Wildschweinen (*Sus scrofa*)? 08.08.2019. Bachelorarbeit: Elena Wernitz. Ökologie und Umweltplanung. TUB. Supervision: Stillfried M, Kramer-Schadt S

Usage of landscape metrics to predict spatial distribution of mammals in urban areas. 04.08.2018. BSc. Jessica Thimian. Biologie. Freie Universität Berlin. Supervision: Gras P, Kramer-Schadt S, Hofer H

### Öffentlichkeitsarbeit

- 6 (teil)öffentliche Workshops zum Thema Ausbildung als BürgerwissenschaftlerInnen für Citizen Science Projekte und Wissenstransfer und Vernetzung im Biodiversitätsschutz in Berlin wurden durchgeführt
- 2019 Teilnahme von IZW-WissenschaftlerInnen und der CS-Koordinatorin an der Berliner „Langen Nacht der Wissenschaften“ und dem „Langen Tag der Stadtnatur“.
- 2019 Das Citizen Science Projekt Berliner Stadtwildtiere wurde auf verschiedenen Veranstaltungen vorgestellt: Netzfest Berlin (04.- 05.05.2019), re:publica Berlin (06.- 08.05.2019), Forum Citizen Science (26.-27.09.2019)
- 09/2019: „Wissenschecker – Weltentdecker“ im FEZ: TED-Quiz zu den Themen Biodiversität, Wölfe, Wildtiere in der Stadt für Kinder und Erwachsene, Greifvogelquiz, Säugetier-Skelett-Quiz, Wildtier-Spurenquiz für Kinder
- 10/2019: Netzwerktreffen der „CS-AG Berliner Raum in Zusammenarbeit mit Bürger schaffen

Wissen“ und Erster Berliner Citizen Science-Tag im Experimentierfeld am MfN: Interaktives (TED-) Quiz zu den Themen Biodiversität, Wölfe, Fledermäuse, Wildtiere in der Stadt für Kinder und Erwachsene, Wildtier-Spurenquiz für Kinder, Dialog-Tisch mit A. Berger (Igel in Berlin)

- 01/2021 FedA-Kick-off Veranstaltung, 14.& 15.1.2021, Diskussionsrunde zu „Trendwende Artenvielfalt – die Relevanz von Monitoring und Citizen Science mit Prof. Heribert Hofer (BIBS, IZW Berlin)

### **Medienbeiträge**

- 07/2019 Interview über das MückenjägerInnen-Projekt vom IZW mit P. Clausnitzer, FluxFM
- 2019 Mücken jagen für die Wissenschaft. Arte TV, 2019 (<https://www.arte.tv/de/videos/092908-000-A/muecken-jagen-fuer-die-wissenschaft/>)
- 2021 Vernetzung und Kooperation ehrenamtlicher und akademischer Forschung im Rahmen des nationalen Biodiversitätsmonitorings: Herausforderungen und Lösungsstrategien. Eine Veröffentlichung von Mitgliedern des Leibniz-Forschungsverbundes Biodiversität (u.a. N. Sommerwerk, S. Kimmig, S. Kiefer). Erscheint 2021

### **Zeitungsartikel**

- 02/2021 Kleingärten: Refugium für Stadtwildtiere (S. Kiefer) Gartenfreund-Artikel Editorial
- 04/2020 Wohllebens Welt - Ein Naturmagazin von GEO und Peter Wohlleben, Ausgabe 1. April 2020, Wie der Garten zum Paradies wird: Stadtwildtiere.de erwähnt

### **Sonstige Vorträge**

- 11/2019 Vortrag und Diskussion über Wildtiere in Städten für das Studienmodul MA Landschaftsarchitektur der TU Berlin am Leibniz-IZW, A. Berger, S. Kiefer
- 11/2019 Vortrag und Diskussion: Citizen Science, N. Pernat und S. Kiefer
- 2021 Wissensstadt Berlin vor dem Roten Rathaus: Projekt Stadtwildtiere + Fuchsforscherin S. Kimmig
- Kramer-Schadt S: Joint BBIB and BioMove-Kolloquium: Patterns of urban wildlife diversity – movement-mediated processes and mechanisms. Universität Potsdam, 26.02.2021, Potsdam.
- Planillo A: Vertebrate diversity in rural-urban gradient. BIBS Final Meeting, 17.08.2021, online