
Zwerge unter Dach und Fach – über die Notwendigkeit winterlicher Schwärmkontrollen bei fledermauskritischen Gebäudesanierungen und -abrissen

Secret pipistrelle housemates – the need for winterly swarming inspections before bat-critical building renovations and demolitions

Jan Felix Rennack

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Masterarbeit im Studiengang Landschaftsarchitektur an der Hochschule Osnabrück wurden Untersuchungen zum winterlichen Schwärmverhalten der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) in Osnabrück (Niedersachsen) durchgeführt und Methoden zum ultraschallakustischen Nachweis von Gebäudequartieren erprobt und weiterentwickelt. Aus einer vorausgegangenen Online-Umfrage bei Mitarbeitenden Unterer Naturschutzbehörden in Niedersachsen ließen sich mögliche Defizite in der Qualität fledermauskundlicher Erfassungen bei fledermauskritischen Gebäudesanierungen und Abrissen, aber auch gravierende Kenntnislücken der zuständigen Behörden über solche Vorhaben ableiten.

Zwergfledermaus, Schwärmen, Winterquartiere, Artenschutz, Gebäude, Niedersachsen

Abstract

A master thesis within the study programme Landscape Architecture at University of Applied Sciences Osnabrück (Hochschule Osnabrück) investigated winterly swarming behavior of the common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) in the city of Osnabrück (Lower Saxony, Germany) with the objective of a trial and further development of acoustic methods for winter roost verification at building hibernacula. A previous web survey with employees of nature conservation authorities in counties and district-free cities in Lower Saxony revealed possible deficits in the quality of bat surveys as well as knowledge gaps concerning bat-critical building renovations and demolitions.

Common pipistrelle, Swarming, Building hibernacula, Species protection assessment, Lower Saxony

doi: 10.23766/NiPF.202301.01

Einleitung

Das Zusammenleben von Fledermäusen und Menschen ist von vielerlei Herausforderungen und Konflikten geprägt, insbesondere in menschlichen Siedlungen, wo sich gebäudebewohnende Fledermausarten ihre Ruhestätten mit Menschen teilen (Voigt et al. 2016; Voigt & Kingston 2016). Die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*, Schreber 1774) steht als häufigste und weit verbreitete Art in Deutschland stellvertretend für mehrere synanthrope Fledermausarten, deren versteckte Lebensweise in Spalten innerhalb von Außenfassaden ein Risiko gegenüber Abrissen und energetischen Sanierungsvorhaben darstellt (Dietz & Kiefer 2020), besonders wenn diese Maßnahmen während sensibler Ruhephasen wie der Überwinterung erfolgen (Simon et al. 2004). Alle europäischen Fledermausarten sind in Anhang IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) aufgeführt und damit durch die Zugriffsverbote des § 44 Abs. 1 BNatSchG geschützt. In Fachkreisen wird jedoch ein teils mangelhafter Umgang der Behörden sowie Gutachterinnen

und Gutachter bei der Sachverhaltsermittlung und -bewertung zur speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung (saP) beklagt (Meier 2021b). Häufig treten Quartiere erst während der Bauarbeiten zutage, was auf nicht oder nur unzureichend durchgeführte Bestandserfassungen zurückzuführen ist.

Im Rahmen einer Masterarbeit im Studiengang Landschaftsarchitektur an der Hochschule Osnabrück (Rennack 2022) wurde mithilfe einer Behördenumfrage untersucht, welche Defizite diesbezüglich in der derzeitigen Verfahrenspraxis in Niedersachsen bestehen. Auf Grundlage eigener Freilanduntersuchungen in der Stadt Osnabrück wurde daraufhin eine Weiterentwicklung der Erfassungsmethodik erprobt und diskutiert, ob sie zum besseren Nachweis von Gebäudequartieren geeignet ist. Der Fokus liegt hierbei auf dem bisher wenig beachteten Aspekt der Winteraktivität von Zwergfledermäusen. Entgegen der landläufigen Meinung



unterbrechen viele Fledermäuse die Torporphasen ihres Winterschlafes mit euthermischen Phasen, um – je nach Bedingungen – zu trinken, jagen, oder in ein klimatisch günstigeres Quartier zu wechseln (z. B. Sendor 2002; Boyles et al. 2006; Ben-Hamo et al. 2013; Zahn & Kriner 2016). Die Aktivität wird mitunter von Schwärmverhalten vor dem Quartier begleitet (Korsten et al. 2016); die Beobachtung solchen Verhaltens bei Frost wurde daher schon länger für die Nachweisführung empfohlen, obgleich noch offene Fragen bestanden (Giese 2018).

Methoden

Die Überwachung der Vorschriften des besonderen Artenschutzes obliegt in Niedersachsen gem. § 2 Abs. 1 NNatSchG in Ergänzung zu § 3 Abs. 2 BNatSchG den Unteren Naturschutzbehörden (UNB). Diese standen daher als Verantwortliche im Fokus der Online-Umfrage (LimeSurvey Version 3.27.31+220104, Lizenzserver der HS Osnabrück, Fakultät WiSo). In einem dreiwöchigen Zeitraum nahmen Personen aus 17 der 51 UNB in Niedersachsen teil, die dort zuständig für den Bereich Artenschutz und/oder Fledermäuse waren. 13 Teilnehmende beantworteten den Fragebogen vollständig. Die Behörden wurden zuvor telefonisch kontaktiert. Die experimentelle Erprobung bisheriger Methodenempfehlungen für akustische Winterschwärmkontrollen (Giese 2018; Korsten et al. 2016) sah die Auswahl einer Suchkulisse vor, in der sieben Suchräume durch den Bearbeiter mit Ultraschall-Detektor (Petersson D230) und Nachtsichtgerät (Coolife NV3180) zu Fuß auf Quartiere überprüft werden konnten (genauere Methodenbeschreibungen s. Rennack 2022). Daneben wurde ein seit 2011 bekanntes Zwergfledermaus-Massenwinterquartier in der Fassade einer Seniorenwohneinrichtung in Osnabrück mittels passiv-automatischer Ultraschall-Dauererfassung (Anabat Express, Fa. Titley Scientific; Zero-Crossing-Technik) auf Aktivität und insbesondere Schwärmverhalten während der wesentlichen Überwinterungszeit hin untersucht. Kürzere Erfassungsreihen an zwei weiteren Quartiersstandorten ergänzten die Datenreihe. Mithilfe von Witterungsdaten der Wetterstation am Campus Haste sowie integrierter Sensordaten im Anabat wurden Zusammenhänge zwischen Aktivitätsspitzen und Witterungsverlauf identifiziert.

Vermutlich hohe Dunkelziffer artenschutzrechtswidriger Gebäudesanierungen und -abriss in Niedersachsen

Die Ergebnisse der Behörden-Umfrage sind aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht statistisch repräsentativ und daher nur eingeschränkt belastbar (für detaillierte Angaben s. Rennack 2022). Dennoch befördern die Beantwortungen den Verdacht, dass es in Niedersachsen erhebliche Vollzugsdefizite der artenschutzrechtlichen Bestimmungen in Bezug auf synanthrope Fledermäuse bei Abriss- und Sanierungsvorhaben gibt. Mögliche Mängel liegen nicht nur, wie anfangs vermutet, in der unter-

schiedlichen Qualität der Bestandserfassungen, sondern auch in der Kenntnislücke der zuständigen Behörden über entsprechende fledermauskritische Vorhaben. Von den 17 befragten Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeitern gaben neun Personen an, Kenntnis über eine Zerstörung von Zwergfledermausquartieren im Zusammenhang mit Fassadenrenovierungen oder Abrissen in ihrem Zuständigkeitsgebiet zu besitzen. Die Häufigkeit der den Naturschutzbehörden jährlich vorliegenden Fälle variiert zudem stark („nie“ bis „ca. 20 Fälle“). Diese Spannweite ist zu groß, um auf regionalen Unterschieden in der Verbreitung der Zwergfledermaus (vgl. BfN 2019) oder entsprechender Sanierungs- und Abrissvorhaben zu beruhen (vgl. co2online GmbH 2021; Metzger et al. 2019).

Obwohl die artenschutzrechtlichen Zugriffsverbote verfahrensunabhängig gelten, sind die bezeichneten Vorhaben gem. § 60 Abs. 1 u. 2 Nr. 5 i. V. m. Anhang Nr. 13 ff. NBauO meist verfahrensfrei und eine formale Beteiligung der zuständigen Naturschutzbehörde nur bei einer Planaufstellung oder einem Eingriff nach § 14 BNatSchG vorgeschrieben (vgl. § 4 BauGB). Deshalb kommt es häufig womöglich erst gar nicht zu einer artenschutzrechtlichen Überprüfung der Vorhaben. Die örtliche Planungskultur scheint daher einen wesentlichen Einfluss auf den Vollzug der Bestimmungen zu haben. Neben der Zusammenarbeit mit Fledermausregionalbetreuerinnen und -betreuern sowie Naturschutzverbänden haben schließlich informelle Kommunikationswege und die Aufklärung von Vorhabenträgerinnen und Vorhabenträgern aktuell eine hohe Bedeutung, um die bezeichneten Fälle den Behörden anzuzeigen. Zwar können gut gestaltete Informationsbroschüren dazu führen, dass die Naturschutzbehörden vor Maßnahmendurchführung kontaktiert werden. Dies zielt aber auf eine hohe Eigenverantwortlichkeit ab, welche im Falle einer Beibringungspflicht von Unterlagen zur saP zudem mit Mehrkosten und möglichen zeitlichen Verzögerungen für Vorhabenträger und -trägerinnen verbunden ist. Auch im Umgang mit den rechtlichen Bestimmungen scheint zwischen einigen der befragten Behörden Uneinigkeit zu herrschen, bspw. in Bezug auf die möglichen Rechtsfolgen der saP. Dass sich die der Umfrage zugrundeliegenden Fälle in ihrem Charakter derart unterscheiden, dass sie in manchen Landkreisen mithilfe entsprechender Artenschutzmaßnahmen als zulässiger Eingriff galten und andernorts nur über Ausnahmen (§ 45 Abs. 7 BNatSchG) und Befreiungen (§ 67 Abs. 2 BNatSchG) genehmigungsfähig waren, ist zumindest anzuzweifeln. Gerade für Ausnahme und Befreiung sind die Hürden bei fledermauskritischen Gebäudesanierungen und Abrissen hoch, verglichen mit der relativ niedrigen Schwelle geeigneter Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Beeinträchtigungen. Beispielsweise stellt eine Verschiebung eines Abrisses in einen weniger kritischen Zeitraum keineswegs eine „unzumutbare Belastung“ als Befreiungsgrund i. S. d. § 67 Abs. 2 BNatSchG dar (vgl. Breuer 2021). Davon ausgenommen werden können lediglich die durch die Befragten benannten, kurzfristigen Vorhaben an einsturzgefährdeten Gebäuden, sofern „Gefahr im Verzug“ besteht.



Auch im Umgang mit dem Störungsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) gegenüber Fledermausvorkommen in umliegenden Gebäude(teile)n besteht möglicherweise ein Verbesserungsbedarf, da nur wenige Befragte hierin eine Gefahr sahen. Fledermäuse können während der Überwinterung als besonders störungsempfindlich gelten (u.a. Speakman et al. 1991). Deshalb sollten benachbarte Vorkommen nicht pauschal von der Sachverhaltsermittlung ausgeschlossen werden, sofern mit einem Abriss oder einer Sanierung während sensibler Zeiten geplant wird. Die Freigabe einer Vorhabensumsetzung im Winter mit dem Ziel einer Schonung von Wochenstubenkolonien greift angesichts der Unwägbarkeiten phänologischer Quartiersnutzungen ebenfalls zu kurz.

Akustische Wintererfassungen (s. u.) können bessere Aussagen über eine aktuelle Quartiersnutzung liefern, als die bloße Suche nach Spuren oder anwesenden Tieren am Gebäude. Sie finden ausgehend von der Umfrage derzeit noch keine nennenswerten Anwendung in Niedersachsen. Generell kann bezweifelt werden, dass standardisierte Erfassungsmethoden für Fledermäuse (z. B. BVF 2018; Runkel et al. 2018) hierzulande regelmäßig Eingang in Planungsverfahren haben oder zumindest explizit als Grundlage zur Ermittlung der Erfassungstiefe dienen.

Fünf neue Winterquartiere der Zwergfledermaus in Osnabrück entdeckt

Die Methodenerprobung zeigte, dass es mit geringem Aufwand möglich war, noch während des Dezembers eine Nutzung durch Zwergfledermäuse an fünf zuvor unbekanntem Gebäudequartieren in Osnabrück festzustellen. In gleich drei Fällen lagen die Fundorte nahe dokumentierter Einflüge von größtenteils jungen Zwergfledermäusen in die Innenräume benachbarter Gebäude(teile) während des Spätsommers (vgl. Smit-Viergutz & Simon 2000), meist durch gekippte Fenster (sog. „Invasionen“, Review in Nusová et al. 2019). Besonders häufig kommt es in der Nähe von größeren Quartieren zu diesem Phänomen, bei dem die Tiere vermutlich während des Auskundschaftens von Winterquartieren verunglücken (Godmann & Rackow 1995; Rackow 2002). Entsprechende Hinweise aus der Bevölkerung sollten also unbedingt im Zuge von Fledermausuntersuchungen hinzugezogen oder erfragt werden (vgl. Dense & Rahmel 1999).

Alle Quartiersfunde gelangen während einer mehrtägigen Hochdruckwetterlage mit Frost, in der auch tagsüber die Temperaturen nicht oder nur geringfügig über dem Gefrierpunkt lagen. Die Ergebnisse der fortgesetzten passiven bioakustischen Dauererfassung vor bekannten Quartieren offenbarten hingegen, dass es keineswegs nur bei Frost zu erhöhter Aktivität mit Schwärmen am Quartier kam.



Abbildung 1: Zwei Zwergfledermäuse, die an einer Fassade landen und durch eine Lüftungsfuge in die dahinter liegende Hohlschicht gelangen; s. Tier links) (Foto: J. F. Rennack).

Methodenempfehlungen: Schwärmkontrollen nach Wetterumschwung

Einen Überblick über die Aktivitätsverteilung der Zwergfledermaus am Quartier der Seniorenwohnanlage vermittelt das nachfolgende Phänogramm (Abbildung 2) auf Grundlage bereinigter Rohdaten, welches alle aufgezeichneten Minuten mit Aktivität als Punktwolke darstellt. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurde in nahezu allen Nächten Aktivität vor dem Quartier aufgezeichnet. Neben einer für Zwergfledermäuse typischen hohen Grundaktivität im Winter (Avery 1985), drücken sich Phasen mit besonders hoher Aktivität im Nachtverlauf im Phänogramm als

senkrechte Linien aus. Sie zeigten sich insbesondere im Dezember, wo die Aktivitätsphasen teilweise fast ununterbrochen zwischen Sonnenuntergang und -aufgang andauerten. In den übrigen Zeiträumen konzentriert sich ein Großteil längerer Aktivitätsphasen zeitlich eher auf die früheren Nachtstunden, welche bevorzugt für Schwärmkontrollen genutzt werden sollten. Im Februar ging erwartungsgemäß die Aktivität in Phasen mit hohem Niederschlag und starkem Wind deutlich zurück (Klüg-Baerwald et al. 2016).

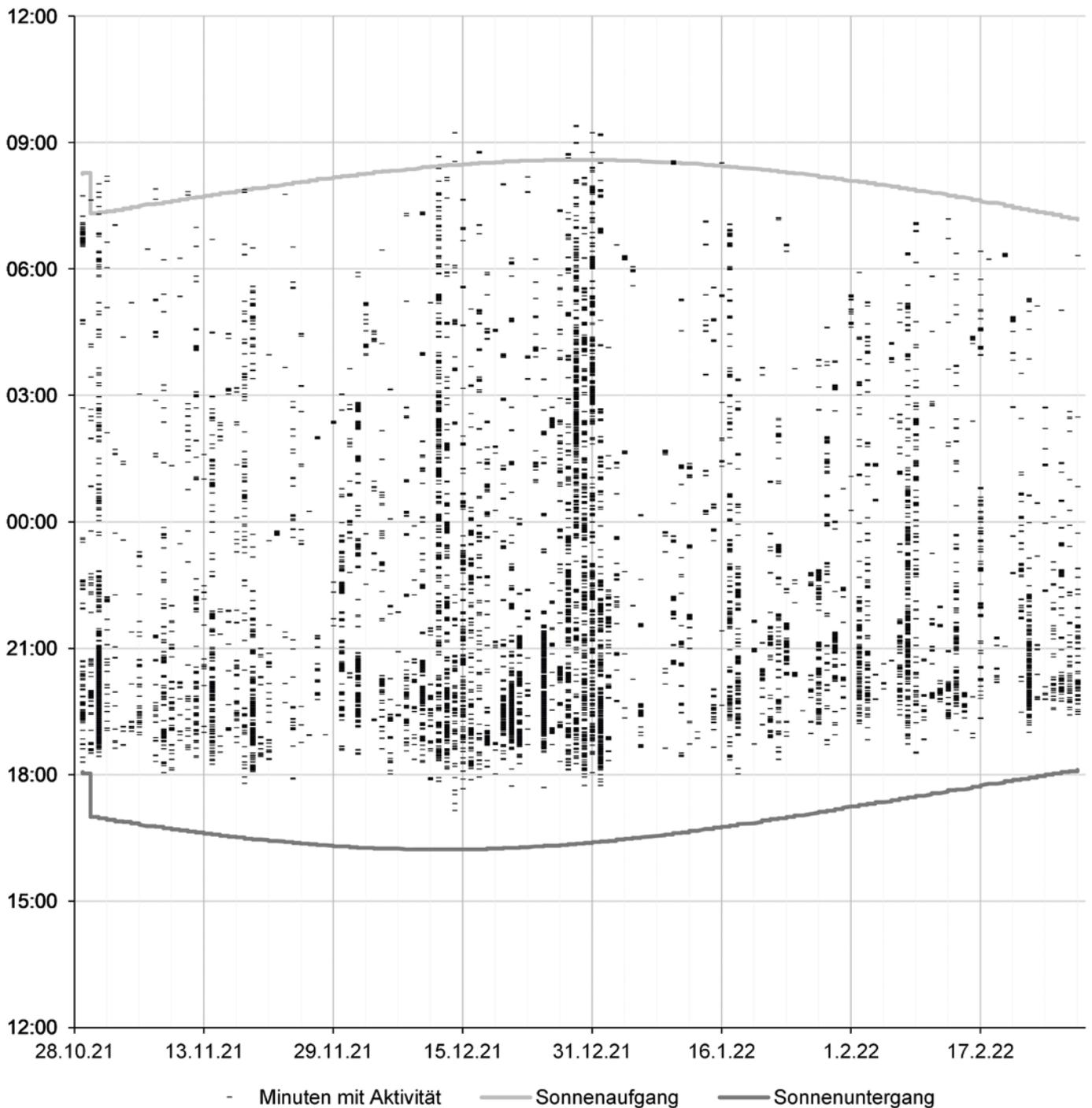


Abbildung 2: Phänogramm der Rufaktivität am Paulusheim auf Grundlage der Minuten mit Aktivität.

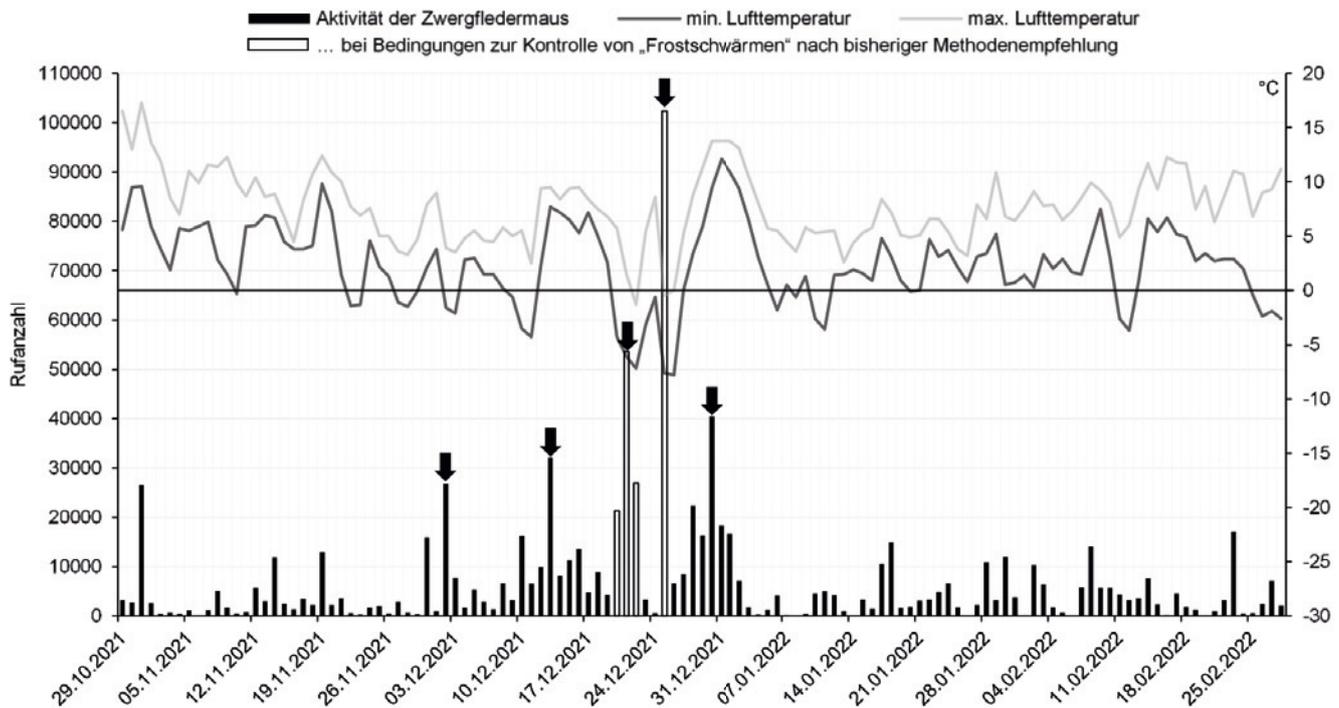


Abbildung 3: Rufaktivität am Paulusheim im Winterverlauf auf Grundlage der Rufanzahl und Stationsmesswerte der Lufttemperatur am Campus Haste; mit Pfeilen gekennzeichnet sind die fünf Nächte mit der höchsten gemessenen Rufanzahl.

In Abbildung 3 ist die Rufaktivität dem hypothetisch wichtigsten Einflussfaktor der Lufttemperatur gegenübergestellt. Der Zusammenhang ist allerdings nicht trivial; eine hohe Aktivität wurde sowohl bei niedrigen als auch bei vergleichsweise hohen Temperaturen aufgezeichnet. Unter den fünf Nächten mit der höchsten Rufanzahl, die mit einem Pfeil gekennzeichnet sind, lagen zwei in Phasen mit deutlichen Plusgraden. Die bisherige Definition von „Frostschwärmen“ (Korsten et al. 2016; Giese 2018) trifft insgesamt nur auf einige wenige Nächte im Untersuchungszeitraum zu. Daraus lässt sich ableiten, dass Schwärmkontrollen nicht per se nur bei Frost erfolgreich sein können.

Das Über- oder Unterschreiten einer artspezifischen Temperaturschwelle könnte eine Rolle für die Unterbrechung von Torporphasen von Fledermäusen spielen, wie bereits an verschiedenen Arten nachgewiesen wurde (Speakman et al. 1991; Park et al. 2000; Klüg-Baerwald et al. 2016). Empfohlen wird daher, an mehreren Terminen im Winterverlauf mit wenig Wind und ohne Niederschlag das Untersuchungsgebiet abzulaufen. Bevorzugt sollte dies in den ersten Nächten nach einem drastischen Temperatursturz bis unter den Gefrierpunkt erfolgen, aber auch nach plötzlichen Temperaturanstiegen bis oberhalb von 10 – 11 °C nachts. Letzteres entspricht Bedingungen, bei denen Fledermäuse üblicherweise aufgrund von Insektenaktivität zum Jagen das Quartier verlassen (Mas et al. 2022) oder aber klimatisch kühlere Quartiere aufsuchen (Sendor 2002). Auch ein zu warmes Quartier kann sich negativ auf den Überwinterungserfolg auswirken, da dort mittels passiver Aufwärmung der Stoffwechsel auf einem ungünstig hohen Niveau gehalten wird, was zu viele Energie- und Wasserreserven verbraucht (Simon & Kugelschafter 1999). Ein sich abzeichnender Zusammenhang von Winteraktivität und steigendem

Luftdruck, wie er von verschiedenen Autorinnen und Autoren für andere Fledermausarten festgestellt wurde (Berková & Zukal 2010; Bender & Hartman 2015), bleibt zu untersuchen. Wie der Aktivitätsverlauf bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen aussehen kann, ist in Abbildung 4 beispielhaft dargestellt.

Fazit und Ausblick – Licht ins Dunkel bringen

Offen sind nach wie vor die Fragen, was genau die zahlreichen Aktivitätsphasen von Zwergfledermäusen steuert, welche räumlich-funktionalen Beziehungen zwischen mehreren Quartieren im Verbund bei unterschiedlichen Wetterlagen bestehen, oder wie kleinere Zwergfledermausquartiere und weitere gebäudebewohnende Fledermausarten, die kein Schwärmverhalten zeigen, im Winter nachgewiesen werden können.

In vielen Fällen können weder die aktuelle Verfahrenspraxis in Niedersachsen noch die bestehenden Methodenempfehlungen des BVF (2018) mit einer Beschränkung auf die Suche nach Spuren am Gebäude und/oder Schwärmkontrollen im Spätsommer und Herbst als ausreichend zum sicheren Nachweis von Winterquartieren der Zwergfledermaus angesehen werden. Witterungsbedingte Quartierswechsel, geringere Kottausscheidungen während der Torporphasen und versteckte Aufenthaltsorte erschweren den Nachweis einer tatsächlichen Quartiersnutzung im Winter (Nelson 1989 in Ben-Hamo et al. 2013; Giese 2018; Lustig 2021). Sichere Negativnachweise können mithilfe akustischer Fledermauserfassungen zwar nicht erbracht werden (BVF 2018; Runkel et al. 2018), weshalb nach Möglichkeit fledermauskritische Vorhaben gar nicht erst in diesem sensiblen Zeitraum stattfinden sollten

(Meier 2021a). Winterschwärmkontrollen mit einem Methodenmix aus akustischen und nicht-akustischen Methoden (Wärmebildkameras) stellen jedoch die derzeit beste Möglichkeit dar, die vorhandenen Methodenempfehlungen sinnvoll zu ergänzen, um phänologische Quartiersfunktionen von Pipistrellen aufzudecken.

Weitere aktuelle Erkenntnisse zur Winteraktivität von Pipistrellen finden sich beispielsweise in Giese (2022). Die niederländische Forschungsgruppe um Jansen et al. (2022) hat in ihrer ebenfalls 2022 erschienenen Publikation sehr genaue Empfehlungen auf Grundlage langjähriger Erfahrungen in den Niederlanden veröffentlicht, die über die hier und in Rennack (2022) dargestellten Vorschläge hinausgehen. Sie verdeutlichen im Sinne einer vorsorgeorientierten Planung die Notwendigkeit großräumiger Er-

hebungen zu wichtigen Massenwinterquartieren. Diese könnten in Niedersachsen von Unteren Naturschutzbehörden beauftragt und in einem Kataster aktualisiert werden, was bei geplanten Vorhaben hinzugezogen werden und als Datengrundlage für eine erste Gefährdungseinschätzung fungieren kann. Als Vorbild kann ein von der Stadt Osnabrück beauftragtes Projekt dienen, in dem bereits seit 2015 großräumige Untersuchungen zur Statusbestimmung der Breitflügelgedermäus durchgeführt werden (Dense et al. 2016). Auch die Mithilfe Ehrenamtlicher im Sinne des Citizen-Science-Gedankens wäre zu begrüßen und würde zudem zu einer besseren Akzeptanz von Fledermäusen als „Botschafter“ des Artenschutzes im vom Menschen besiedelten Raum beitragen (Voigt et al. 2016).

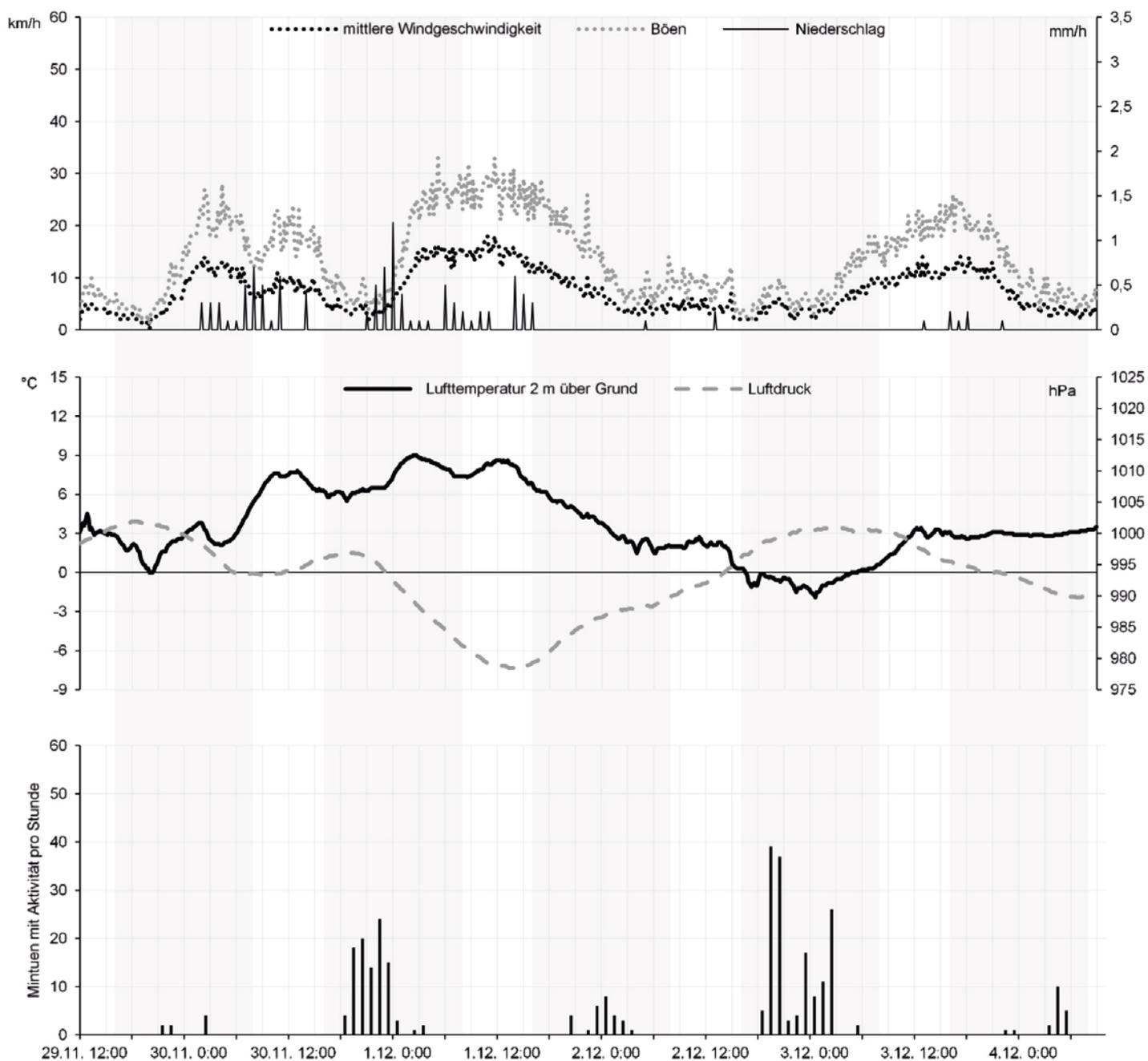


Abbildung 4: RUFaktivität am Paulusheim zwischen dem 29.11.21 und 05.12.21 auf Grundlage der Minuten mit Aktivität pro Stunde und ausgewählte Stationsmesswerte am Campus Haste; Nächte grau hinterlegt.



Quellenverzeichnis

- AVERY, M. (1985): Winter Activity of Pipistrelle Bats. – The Journal of Animal Ecology, 54 (3): 721-738.
- BENDER, M. & HARTMAN, G. (2015): Bat Activity Increases with Barometric Pressure and Temperature during Autumn in Central Georgia. – Southeastern Naturalist, 14 (2): 231-242.
- BEN-HAMO, M., MUÑOZ-GARCIA, A., WILLIAMS, J., KORINE, C. & PINSHOW, B. (2013): Waking to drink: rates of evaporative water loss determine arousal frequency in hibernating bats. – The Journal of experimental biology, 216 (4): 573-577.
- BERKOVÁ, H. & ZUKAL, J. (2010): Cave visitation by temperate zone bats: effects of climatic factors. – Journal of Zoology, 280 (4): 387-395.
- BfN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2019): Arten - Anhang IV FFH-Richtlinie - Säugetiere - Fledermäuse - Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) - Verbreitungskarte nach FFH-Bericht 2019. URL: <https://ffh-anhang4.bfn.de/arten-anhang-iv-ffh-richtlinie/saeugetiere-fledermaeuse/zwergfledermaus-pipistrellus-pipistrellus.html> (gesehen am: 17.02.2022).
- BOYLES, J., DUNBAR, M. & WHITAKER, J. (2006): Activity following arousal in winter in North American vespertilionid bats. – Mammal Review, 36 (4): 267-280.
- BREUER, W. (2021): Ausgewählte naturschutzrechtliche Aspekte des Fledermausschutzes. Beitrag zu der Fachtagung für Fledermaus-Regionalbetreuerinnen und -betreuer des Landes Niedersachsen am 13. März 2021 an der Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz: 5 S.
- BVF (2018): Bundesverband für Fledermauskunde - Methodenstandards Akustik, Stand März 2018: 34 S. URL: <https://bvffledermaus.de/wp-content/uploads/2018/03/BVF-AG-Akustik-Methodenstandards-M%C3%A4rz-2018.pdf> (gesehen am: 28.03.2022).
- co2ONLINE GMBH (2021): Wohnen und Sanieren. Wohngebäude-Statistiken 2002 bis heute - Sanieren - Gebäudehülle - Anteil Wohngebäude nach Sanierungsmaßnahmen (Niedersachsen, 1995-2020). URL: <https://www.wohngebaeude.info/daten/#/sanieren/niedersachsen;main=gebaeudehuelle> (gesehen am: 17.02.2022).
- DENSE, C. & RAHMEL, U. (1999): Fledermäuse. In: Schlumprecht, H. (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandbezogenen Honorarermittlung. Selbstverlag der VUBD. Nürnberg: 95-107.
- DENSE, C., KLÜPPEL-HELLMANN, R., WÜRTELE, I., SCHWERING, T. & MÄSCHER, G. (2016): Statusbestimmung von Breitflügelfledermäusen in der Stadt Osnabrück - Pilotprojekt Eversburg. Stadt Osnabrück, Fachbereich Umwelt & Klimaschutz (Hrsg.). Osnabrück. 28 S.
- DIETZ, C. & KIEFER, A. (2020): Die Fledermäuse Europas. 2. Aufl. Kosmos. Stuttgart. 399 S.
- GIESE, C. (2018): Landesfachausschuss Fledermausschutz NRW - Frostschwärmen von Zwergfledermäusen. URL: <https://www.fledermausschutz.de/2018/12/14/schwaermen-und-wechselnden-massenwinterquartieren-der-zwergfledermaeuse-auf-der-spur/> (gesehen am: 13.10.2021).
- GIESE, C. (2022): Landesfachausschuss Fledermausschutz NRW - Winteraktivität von Zwergfledermäusen. URL: <https://www.fledermausschutz.de/fledermausschutz/winteraktivitaet-von-zwergfledermaeusen/> (gesehen am: 31.01.2023).
- GODMANN, O. & RACKOW, W. (1995): Invasionen der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) in verschiedenen Gebieten Deutschlands. – Nyctalus, 5: 395-408.
- JANSEN, E.A., KORSTEN, E., SCHILLEMANS, M.J., BOONMAN, M. & LIMPENS, G.J.A. (2022): A method for actively surveying mass hibernation of the common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) in the urban environment. – Lutra, 65 (1): 201-219.
- KLÜG-BAERWALD, B., GOWER, L., LAUSEN, C. & BRIGHAM, R. (2016): Environmental correlates and energetics of winter flight by bats in southern Alberta, Canada. – Canadian Journal of Zoology, 94 (12): 829-836.
- KORSTEN, E., JANSEN, E., LIMPENS, H., BOONMAN, M. & SCHILLEMANS, M. (2016): Swarm and switch: on the trail of the hibernating common pipistrelle. – Bat News: 8-10.
- MAS, M., FLAQUER, C., PUIG-MONTSERRAT, X., PORRES, X., REBELO, H. & LÓPEZ-BAUCELLS, A. (2022): Winter bat activity: The role of wetlands as food and drinking reservoirs under climate change. – The Science of the total environment, 828: 154403.
- MEIER, B. (2021A): Ein unerwartetes Zwergfledermaus-Massenwinterquartier in Bielefeld. Posterbeitrag zur Tagung „Fledermäuse in der Eingriffsplanung“ am 02.12.2021. Online (LLUR Landesamt für Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen; NUA Natur und Umweltschutzakademie NRW). 1 S.
- MEIER, F. (2021B): Aus der Praxis: unzureichende Berücksichtigung der Fledermauslebensstätten-Zerstörung und der Umsetzung von CEF-Maßnahmen bei Gebäudeabbrüchen und -sanierungen. Posterbeitrag zur Tagung „Fledermäuse in der Eingriffsplanung“ am 02.12.2021. Online (LLUR Landesamt für Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen; NUA Natur und Umweltschutzakademie NRW). 2 S.
- METZGER, S., JAHNKE, K., WALIKIEWITZ, N., OTTO, M., GRONDEY, A. & FRITZ, S. (2019): Wohnen und Sanieren - Empirische Wohngebäudedaten seit 2002. Hintergrundbericht. Climate Change 22: 131 S. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/hintergrundbericht-wohnen-sanieren> (gesehen am: 17.02.2022).
- NUSOVÁ, G., FULIN, M., UHRIN, M., UHROVIČ, D. & KAŇUCH, P. (2019): Spatiotemporal pattern in the autumn invasion behaviour of the common pipistrelle, *Pipistrellus pipistrellus*: Review with a case study. – Mammalian Biology, 97: 13-21.
- PARK, K., JONES, G. & RANSOME, R. (2000): Torpor, Arousal and Activity of Hibernating Greater Horseshoe Bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). – Functional Ecology, 14 (5): 580-588.
- RACKOW, W. (2002): Invasionsartiger Einflug von Zwergfledermäusen, *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774), zu ungewöhnlicher Jahreszeit. – Nyctalus, 8 (2): 182-186.
- RENNACK, J.F. (2022): Winteraktivität von Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*) in der Stadt Osnabrück (Niedersachsen) – Methodenentwicklung und -erprobung zum besseren Nachweis



von Gebäudequartieren. – Masterarbeit an der Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur. Osnabrück. 106 S. + Anhang. URL: https://opus.hs-osnabrueck.de/frontdoor/deliver/index/docId/3420/file/MA_Rennack_Jan_Felix.pdf (gesehen am: 31.01.2023).

RUNKEL, V., GERDING, G. & MARCKMANN, U. (2018): Handbuch: Praxis der akustischen Fledermauserfassung. Tredition. Hamburg. 260 S.

SENDOR, T. (2002): Population ecology of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774): the significance of the year-round use of hibernacula for life histories. – Dissertation Philipps-Universität Marburg. Marburg. 148 S.

SIMON, M., HÜTTENBÜGEL, S. & SMIT-VIERGUTZ, J. (2004): Ecology and conservation of bats in villages and towns. Results of the scientific part of the testing & development project "Creating a network of roost sites for bat species inhabiting human settlements". Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 77. Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz). 263 S.

SIMON, M. & KUGELSCHAFTER, K. (1999): Die Ansprüche der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) an ihr Winterquartier. – Nyctalus, 7 (1): 102-111.

SMIT-VIERGUTZ, J. & SIMON, M. (2000): Eine vergleichende Analyse des sommerlichen Schwärmverhaltens der Zwergfledermaus (45 kHz Ruftyp, *Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) an den Invasionsorten und am Winterquartier. – Myotis, 38: 69-89.

SPEAKMAN, J., WEBB, P. & RACEY, P. (1991): Effects of Disturbance on the Energy Expenditure of Hibernating Bats. - Journal of Applied Ecology, 28 (3): 1087.

VOIGT, C., PHELPS, K., AGUIRRE, L., SCHOEMAN, M., VANITHARANI, J., ZUBAID, A. (2016): Bats and Buildings: The Conservation of Synanthropic Bats. In: Voigt, C., Kingston, T. (Hrsg.): Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Cham (Springer International Publishing): 427-462.

VOIGT, C., KINGSTON, T. (2016): Bats in the Anthropocene. In: Voigt, C., Kingston, T. (Hrsg.): Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Cham (Springer International Publishing): 1-12.

ZAHN, A., KRINER, E. (2016): Winter foraging activity of Central European Vespertilionid bats. - Mammalian Biology, 81 (1): 40-45.

Kontakt

Jan Felix Rennack, M.Eng.

DBU Naturerbe GmbH

An der Bornau 2

49090 Osnabrück

j.rennack@dbu.de

