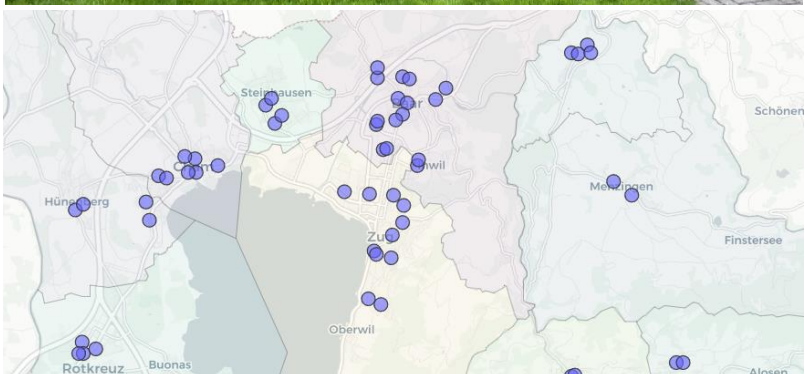


Wilde Nachbarn Zug: Fledermäuse im Siedlungsraum

Ein Citizen Science Projekt zum Schutz und zur Förderung von
Fledermäusen im Siedlungsraum



Wilde Nachbarn Zug

Dezember 2024

Impressum

Projektdurchführung und -Koordination

Wilde Nachbarn Zug, c/o SWILD, Sandstrasse 2, 8003 Zürich, zug@wildenachbarn.ch

Träger des Projekts Wilde Nachbarn Zug

Wilde Nachbarn Zug wird von sechszehn lokalen Organisationen und Institutionen getragen: Kanton Zug, Lebensraum Landschaft Cham LLC, Pro Natura Zug, WWF Zug, Zuger Vogelschutz ZVS, Einwohnergemeinde Baar, Einwohnergemeinde Cham, Einwohnergemeinde Menzingen, Einwohnergemeinde Oberägeri, Gemeinde Hünenberg, Gemeinde Neuheim, Gemeinde Risch, Gemeinde Unterägeri, Gemeinde Walchwil, Gemeinde Steinhausen und die Stadt Zug.

Autorinnen des Berichts

Katja Rauchenstein, Anouk Taucher

Zitativorschlag

Rauchenstein K., Taucher A. 2024. Wilde Nachbarn Zug: Fledermäuse im Siedlungsraum. Schlussbericht, Wilde Nachbarn Zug, 26 Seiten.

Dank

Wir danken allen Freiwilligen, die am Projekt «Wilde Nachbarn Zug: Fledermäuse im Siedlungsraum» mitgearbeitet haben. Für die Unterstützung bei den Feldarbeiten danken wir folgenden Freiwilligen herzlich: Zoe Badcock, Maria Betschart, Henriette Cataldo, Tanja Cavegn, Monica Clavadetscher, Heidi Day, Carmen Dubacher, Claudia Eichenberger, Julia Felber, Steffen Franz, Patricia Frison, Cathi Furegati, Jeanine Dürig, Loretta Grenzebach, Noemi Guolo, Timo Guolo, Peter Haupt, Rainer Henrich, Corinne Graf, Mona Isenschmid, Claudia Isenschmid, Vivien Keiser, Marco Kohler, Stefanie Kurtz, Sandrine Müller, Martin Moser, Yves Nater, Ute Richarz, Samuel Rigert, Franziska Wiget, Alea Roth-Douglas, Linus Potter, Daniel Rotzetter, Cécile Rutishauser, Carla Rutishauser, Ruth Schenk, Beatrice Schmid, Ursula Steger, Marc Vetter, Sonja Weber, Christoph Dittli, Katja Wipfli-Willeschek, Thomas Wipfli-Willeschek, Urs Zumsteg, Katharina Müller.

Ein herzlicher Dank geht an die Praktikantin Salomé Stauffer, die in allen Phasen des vorliegenden Projekts mitgearbeitet und zu dessen Gelingen entscheidend beigetragen haben. Wir danken Kathi Märki von SWILD für die bioakustische Auswertung der Fledermausrufe.

Für die Finanzierung des Projekts danken wir herzlich folgenden Institutionen: Lotteriefonds Zug, Stiftung zur Förderung der Freiheit von Mensch und Natur, Hürlimann-Wyss Stiftung Zug, sowie den Trägerorganisationen von Wilde Nachbarn Zug.

© 2024 Verein StadtNatur, Zürich – Dieser Bericht darf ohne schriftliche Zusage des Vereins StadtNatur weder als Ganzes noch auszugsweise publiziert werden.

Zusammenfassung

Mit Hilfe von **Citizen Science** wurde im Projekt «Wilde Nachbarn Zug: Fledermäuse im Siedlungsraum» die Fledermausvielfalt in verschiedenen Grünflächen und Innenhöfe der Zuger Gemeinden untersucht. Ziel des Projektes war es, die Bevölkerung für die heimlichen Königinnen der Nacht zu sensibilisieren, Nachweise von Fledermausarten zu generieren und die Nutzung von Wohnsiedlungen durch Fledermäuse als Jagdgebiete zu erfassen. Die Resultate ermöglichen es, Empfehlungen für fledermausfreundliche Wohnsiedlungen zu erarbeiten.

Vom Juni bis August wurden in **70 Untersuchungsgebieten** mit bioakustischen Geräten die Fledermausrufe aufgezeichnet. Die Feldarbeiten wurden von über 45 Freiwilligen sowie von Praktikantinnen des Projekts Wilde Nachbarn Zug durchgeführt.

Bei der Analyse der Ultraschallaufnahmen wurden **8'844 Fledermäusesequenzen** identifiziert. In jedem der 70 Innenhöfe wurden Fledermausrufe aufgenommen, jedoch in unterschiedlicher Anzahl (4 – 496 Sequenzen, durchschnittlich 128 Sequenzen). Die meisten Rufe stammten von **Zwergfledermäusen** *Pipistrellus pipistrellus*. Es konnten aber auch an einigen Standorten das Vorkommen von **Grossen Abendseglern** *Nyctalus noctula* und Rauhautfledermäusen *P. nathusii* bestätigt werden. Weiter konnten auch lichtsensible Fledermausarten wie **Wasserfledermäuse** *Myotis daubentonii* oder **Langohren** *Plecotus sp.* durch die bioakustischen Aufnahmen nachgewiesen werden. Im Rahmen des Projekts gelangen zudem mit den Alpen- und Mopsfledermaus **zwei regionale Erstnachweise**. Die Mopsfledermaus ist dabei besonders interessant, da die stark gefährdete Fledermausart ungewohnt nahe der Siedlung aufgenommen wurde und es bei Baar noch keine Nachweise dieser Art gab.

Die Fledermausaktivität nahm tendenziell mit zunehmender Anzahl Bäume, abnehmendem Versiegelungsgrad sowie abnehmender Anzahl Aussenleuchten in den Innenhöfen zu.

Bäume mit einem Stammdurchmesser von über 80cm haben eine positive Wirkung auf die Präsenz jagender Fledermäuse. Zur Förderung der städtischen Fledermausfauna empfiehlt es sich deshalb, bestehende Bäume zu erhalten und neue Bäume zu pflanzen. Als nachtaktive Tiere sind Fledermäuse besonders von der Lichtverschmutzung betroffen und profitieren von **reduzierter nächtlicher Beleuchtung** in den Siedlungsgebieten sowie der Landschaft.

Die Resultate des Projekts sind neben den Darstellungen im vorliegenden Bericht auch in einer interaktiven [Online-Darstellung](#) zugänglich.

Inhaltsverzeichnis

1. HARMLOSE INSEKTENFRESSER UND VERSIERTE FLUGAKROBATINNEN.....	5
1.1 DREISSIG FLEDERMAUSARTEN: EINE ERSTAUNLICHE VIELFALT	5
1.2 FLEDERMÄUSE SICHTBAR UND ERLEBBAR MACHEN	5
1.3 DER EINFLUSS VON KÜNSTLICHEM LICHT AUF FLEDERMÄUSE	6
1.4 QUARTIERE VON FLEDERMÄUSEN	7
2. ZIELE DES PROJEKTS «FLEDERMÄUSE IM SIEDLUNGSRAUM».....	7
3. METHODEN FÜR EIN FLEDERMAUS-MONITORING	8
3.1 CITIZEN SCIENTISTS ERFORSCHEN FLEDERMÄUSE IM KANTON ZUG	8
3.2 DATENAUSWERTUNG: BIOAKUSTIK UND GENERALISIERTE LINEARE MODELLE	11
3.3 QUARTIERKONTROLLEN MIT FREIWILLIGEN	12
3.4 VIELFÄLTIGES RAHMENPROGRAMM FÜR 2024 MIT FÜNF EXKURSIONEN	12
3.5 MEDIENECHO UND WERBUNG	13
4. RESULTATE.....	15
4.1 FLEDERMAUSAUFNAHMEN	15
4.3 AUSTAUSCHTREFFEN UND RÜCKMELDUNG FÜR DIE FREIWILLIGEN	17
5. DISKUSSION DER RESULTATE	19
6. FAZIT UND EMPFEHLUNGEN.....	20
7. ZITIERTER LITERATUR.....	21
8. ANHANG.....	22
8.1 STATISTISCHE AUSWERTUNG IM DETAIL.....	22
8.2 RESULTATE	22

1. Harmlose Insektenfresser und versierte Flugakrobatinnen

1.1 Dreissig Fledermausarten: Eine erstaunliche Vielfalt

Fledermäuse bilden die grösste Säugetierordnung Mitteleuropas: In der Schweiz alleine kommen 30 verschiedene Fledermausarten vor. Rund ein Drittel aller einheimischen Säugetierarten sind Fledermäuse. Auch in Siedlungsgebieten ist die Fledermausvielfalt hoch.

Fledermäuse sind die einzigen Wirbeltiere neben Vögeln, welche aktiv fliegen können. Ausserdem sind sie bei uns mehrheitlich nachtaktiv. Alle bei uns vorkommenden Fledermausarten ernähren sich ausschliesslich von Insekten und sind versierte Flugakrobatinnen, die sich in der Nacht dank Echoortung orientieren und gleichzeitig jagen können.

Aufgrund der nächtlichen und fliegenden Lebensweise ist die Artbestimmung der Fledermäuse sehr schwierig. Hinzu kommt, dass die verschiedenen Fledermausarten sehr ähnlich aussehen. Oft ist die Artbestimmung nur möglich, wenn man das Tier in der Hand hält und vermessen oder das Gebiss genauer anschauen kann oder mittels Auswertung der Ultraschallrufe. Trotzdem scheinen diese nächtlichen Insektenjäger zu faszinieren.

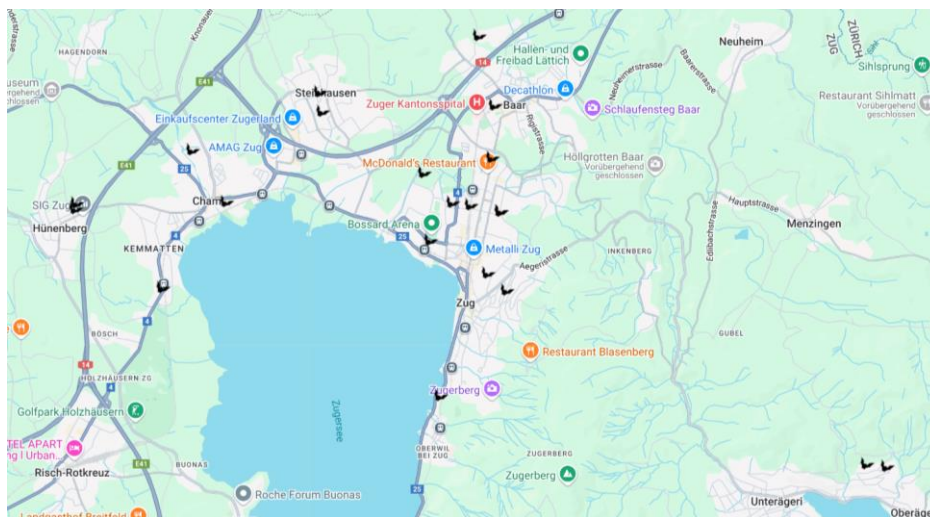


Abb. 1: Fledermäuse sind ein bedeutender Teil der Säugetierfauna im Siedlungsraum. Fledermausbeobachtungen im Kanton Zug, gemeldet auf Wilde Nachbarn (Stand 15. November 2024).

1.2 Fledermäuse sichtbar und erlebbar machen

Die bisherigen Meldungen zeigen, dass Fledermäuse an vielen Orten im Siedlungsraum beobachtet werden können (Abb. 1). Den meisten Menschen fallen die versteckt und heimlich lebenden Flattertiere kaum auf. Mit diesem Projekt wurde die Zuger Bevölkerung auf die Vielfalt der Fledermäuse aufmerksam gemacht.

Die verschiedenen Fledermausarten, die im Siedlungsraum wohnen, haben unterschiedliche Ansprüche an ihren Lebensraum. Während z.B. die Rauhaufledermaus entlang von Strukturen, wie Stadtbäumen und Büschen, nach Insekten jagen, nutzt der Grosse Abendsegler den offenen Luftraum über Wasserflächen wie der Lorze oder dem Zugersee. Einige Arten profitieren von den angelockten Insekten an Strassenlaternen, andere hingegen meiden künstliche Lichtquellen (Straka et al. 2019). Daher kommen Fledermäuse nicht gleichmässig über den Siedlungsraum verteilt vor. Grünräume entlang von Wasser, dunkle Parks und Bäume sind besonders wichtig für

die Diversität und Aktivität von Fledermäusen (Scanlon and Petit 2008). Untersuchungen aus Zürich aus dem Projekt BiodiverCity und einem früheren StadtWildTiere-Projekt zeigten zudem, dass das Vorkommen von Fledermausarten durch Umweltvariablen, wie räumliche Beschaffenheit und Nahrungsverfügbarkeit erklärt werden kann (Sattler et al. 2013). In unserem Projekt wollten wir deshalb das Vorkommen von Fledermäusen in unterschiedlich «grünen» bis zu mehrheitlich versiegelten «grauen» Innen-, Hinterhöfen und Grünanlagen vergleichen.

1.3 Der Einfluss von künstlichem Licht auf Fledermäuse

Mehr als die Hälfte aller Tierarten sind dämmerungs- oder nachtaktiv. Da wir Menschen überwiegend am Tag aktiv sind, entgeht vielen von uns so ein faszinierender Teil der biologischen Vielfalt. Die nachtaktiven Fledermäuse gehören zu dieser lebendigen Nacht. Ein Teil der Arten profitiert von künstlichem Licht, da dieses Insekten anzieht. Diese Arten, etwa die Zwergfledermaus, nutzen diesen Umstand für ihre Jagd (Voigt et al. 2021).



Abb. 2: Strassen in Siedlungsgebieten sind oft hell ausgeleuchtet und erhellen damit unnötigerweise Bereiche z.B. von angrenzenden Gärten. Damit beeinträchtigt das künstliche Licht die Qualität dieser Grünräume als Lebensräume für Wildtiere. © Sandra Gloor / stadtwildtiere.ch

Viele Fledermausarten sind jedoch stark lichtempfindlich. Ihr Lebensraum kann durch Lichtemissionen zerschnitten, ihr Aktionsradius eingeschränkt und das Nahrungsangebot reduziert werden (Stone et al. 2015, Russo et al. 2019, Barré et al. 2021). Diese Fledermausarten meiden z.B. mit künstlichem Licht beleuchtete Gebiete und können so eigentlich geeignete Jagdgebiete oder Quartiere nicht nutzen. Deshalb wurde im Projekt auch die Lichtsituation beim Untersuchungsgebiet aufgenommen.

1.4 Quartiere von Fledermäusen

Die meisten der im Siedlungsraum vorkommenden Fledermausarten haben Quartiere in Gebäuden. Dabei kommen sie entweder in Spaltquartieren vor, wie die weitverbreitete Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), oder auch frei im Dachstock, wie das seltenere Grosse Mausohr (*Myotis myotis*). Im Kanton Zug werden alle gemeldeten Fledermausquartiere erfasst. Die regelmässige Kontrolle dieser Quartiere ist aber sehr aufwändig, weshalb der Erhaltungszustand und die Nutzung der meisten Quartiere unbekannt sind. In Zusammenarbeit mit der Fledermausschutz-Beauftragten des Kantons Zug Silvana Dober konnten Quartiere von Freiwilligen kontrolliert werden, bei welchen man nicht weiss, ob sie aktuell noch von Fledermäusen bewohnt werden.

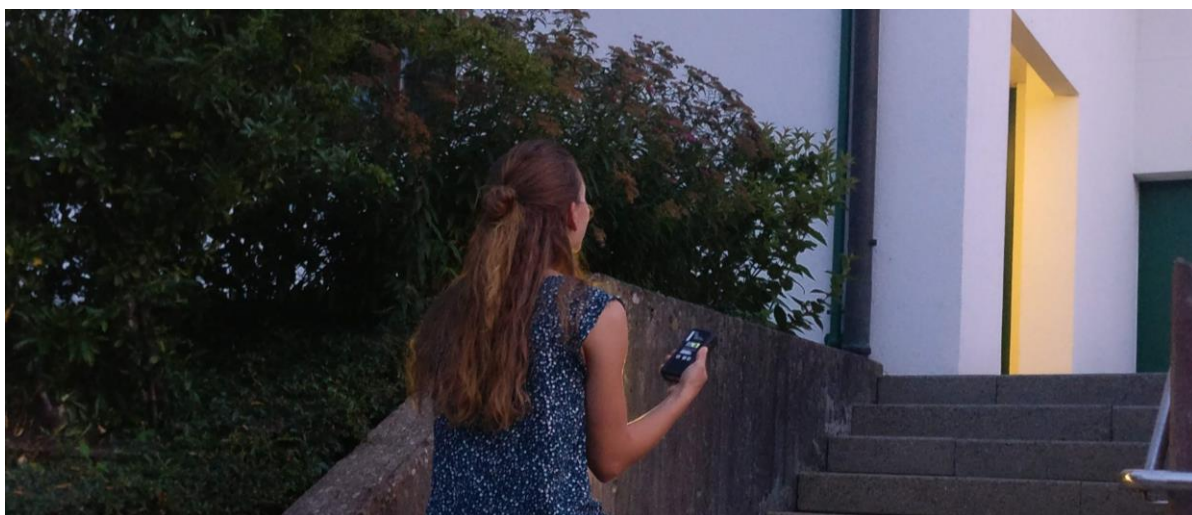


Abb. 3: Kontrolle eines bekannten Fledermausquartier mittels Fledermausdetektor.

© wildenachbarn.ch

2. Ziele des Projekts «Fledermäuse im Siedlungsraum»

Folgende Ziele sollten im Rahmen des Projektes erreicht werden:

Wissenslücken schliessen

1. Nachweise von Fledermausarten im Siedlungsraum des Kantons Zug erbringen
2. Bestimmen der Umgebungsvariablen, welche das Vorkommen von Fledermäusen beeinflussen
3. Einfluss von «grünen» bis zu mehrheitlich versiegelten «grauen» Untersuchungsgebieten auf das Vorkommen der Fledermäuse untersuchen.
4. Quartiere auf die Bewohnung von Fledermäusen untersuchen

Sensibilisierung / Information

5. Vielfalt der Fledermäuse im Siedlungsraum erlebbar machen
6. Bevölkerung auf Schutzbedarf der Fledermäuse und deren Lebensraumanprüche sensibilisieren
7. Über die ökologischen Auswirkungen von Kunstlicht in der Nacht informieren

3. Methoden für ein Fledermaus-Monitoring

3.1 Citizen Scientists erforschen Fledermäuse im Kanton Zug

Um das Vorkommen der Fledermausarten im Siedlungsgebiet des Kantons Zug zu untersuchen, führten über 45 Freiwillige sowie das Team von Wilde Nachbarn Zug bioakustische Aufnahmen von Fledermäusen in 70 Untersuchungsgebieten durch.

Um die Aktion bei der Zuger Bevölkerung bekannt zu machen, wurden Medienmitteilungen und diverse Beiträge auf Social Media publiziert. Zudem wurden Flyer an Anlässen und über die Trägerorganisationen an Interessierte verteilt und an öffentlichen Orten aufgelegt.

3.1.1 Weiterbildung für die Freiwilligen

Am Weiterbildungsanlass, am 6. Mai 2024, wurden die Freiwilligen und Interessierten von Katja Rauchenstein in die Biologie und Lebensweise der Fledermäuse eingeführt. Die rund 80 Teilnehmenden erfuhren so viel Wissenswertes über die einheimischen Fledermäuse.

Anschliessend stellte Salomé Stauffer den Interessierten das Projekt vor und erläuterte die Mitmachmöglichkeiten und das Vorgehen bei den bioakustischen Aufnahmen.



Abb. 4: Die Praktikantin Salomé Stauffer zeigte an der Weiterbildung, wie man im Projekt mitmachen kann. © Katja Rauchenstein / wildenachbarn.ch

3.1.2 Auswahl der Gebiete

Für die Auswahl der Untersuchungsgebiete wurde der Kanton Zug mit einem Raster von 1 km Grösse unterteilt (Abb. 5). In jeder Gemeinde sollte es mehrere solcher Quadrate haben. Pro Rasterquadrat wurden zwei Untersuchungsgebiete von je ca. ca. 1000 m² Grösse als Aufnahmestandorte ausgewählt: Einen Innen- oder Hinterhof mit viel "grün" und ein Innen- oder Hinterhof, welcher stärker versiegelt war und der Kategorie "grau" zugeordnet wurde. Interessierte aus der breiten Bevölkerung konnten sich online über ein neu entwickeltes Einschreibetool auf der Aktionsseite (zug.wildenachbarn.ch/zugfledermaus) für ihr Wunsch-Untersuchungsgebiet eintragen.

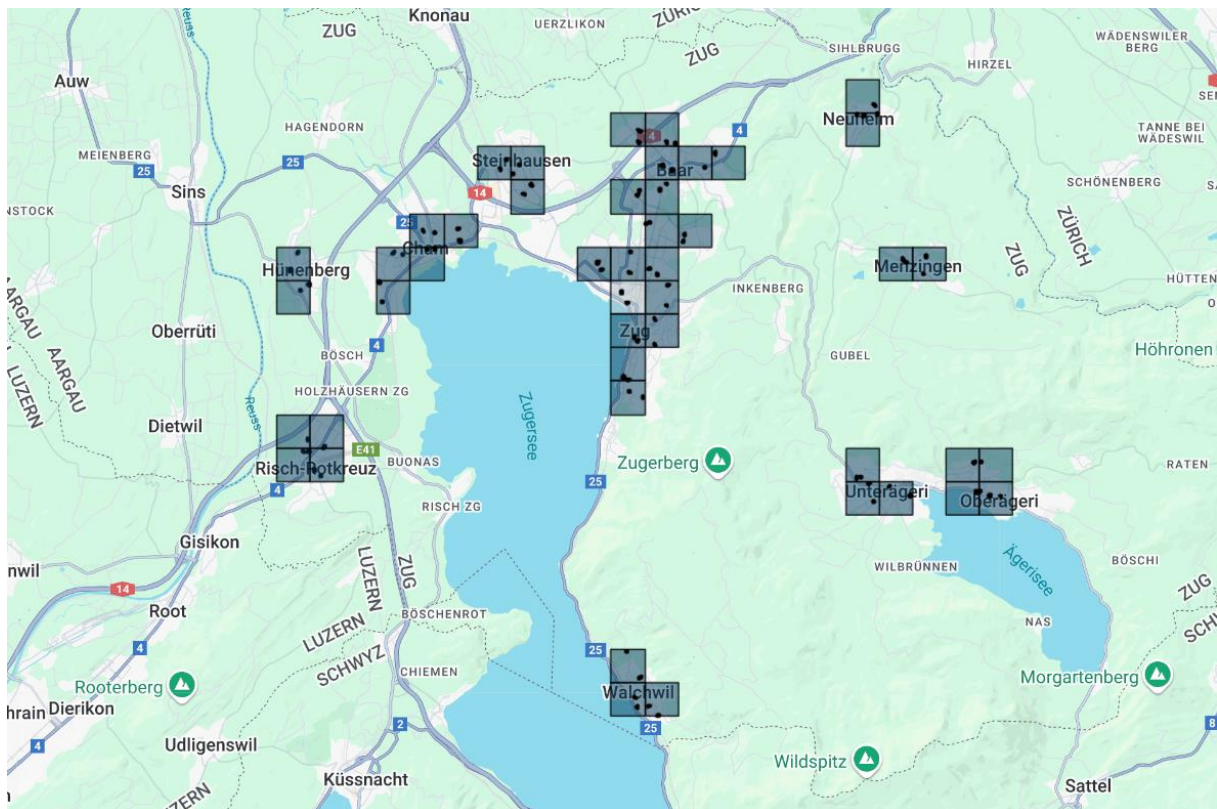


Abb. 5: Aufnahmequadrate im Kanton Zug mit Quadratkilometer-Raster (grau) mit den 34 Hinterhöfen (schwarz), in welchen Fledermausaufnahmen durchgeführt wurden.

3.1.3 Messung der Fledermausaktivität und Analyse der Ultraschallaufnahmen

Die Fledermausaufnahmen wurden jeweils 30 Minuten vor Sonnenuntergang gestartet und während zwei Stunden fortgeführt. Als Aufnahmegeräte wurden sogenannte Batlogger (Elekon AG) (Abb. 6) benutzt, welche die Ultraschalllaute der Fledermäuse aufnehmen. Die Aufnahmegeräte wurden möglichst in der Mitte des Untersuchungsgebiets platziert und in einem 45° Winkel auf die Vegetation gerichtet (Abb. 7). Zudem wurde in 15 Minuten-Intervallen notiert, ob Fledermäuse gesichtet wurden.

Die Aufnahmen wurden anschliessend von einer spezialisierten Fachperson entsprechend des Standards der Swiss Bat Bioacoustics Group SBBG (weiterführende Informationen zur SBBG unter: www.sbbg.ch) ausgewertet, um zu identifizieren, welche Arten in den Wohnsiedlungen unterwegs waren.

Die Batlogger konnten an drei Stellen im Kanton Zug abgeholt werden. Beim Polizeiamt der Einwohnergemeinde Cham, bei der Gemeindeverwaltung Unterägeri und beim Amt für Raum und Verkehr des Kantons Zug. Die Batlogger wurden vor Ort wieder aufgeladen und die Daten auf einen online-Server übertragen. Dank des tollen Einsatzes der Personen bei den Abgabestellen verlief der Ausleiprozess effizient.



Abb. 6: Aufnahmegerät für Fledermausrufe (Batlogger M, Elekon AG) © wildenachbarn.ch.



Abb. 7: Die Aufnahmegeräte wurden jeweils auf einer Höhe von einem Meter über Boden und ungefähr in der Mitte des Untersuchungsgebiets aufgestellt © Alea Roth-Douglas / wildenachbarn.ch.

3.1.4 Lebensraumfaktoren in den Innenhöfen

Neben den Ultraschallaufnahmen wurden verschiedene Faktoren der Untersuchungsgebiete aufgenommen:

1. Versiegelungsgrad des Bodens (wasserdurchlässig oder wasserundurchlässig)
2. Bäume: Anzahl Bäume, Art der Bäume, Stammumfang der Bäume
3. Anzahl künstliche Lichtquellen und generelle Lichtfarbe (Lichtverschmutzung)
4. Wasserstellen (Teich, Pool, Brunnen etc.)
5. Höhe der Gebäude (Anzahl Stockwerke)
6. Wolkenbedeckung über dem Untersuchungsgebiet
7. Temperatur

Neu stand den Teilnehmenden ein Onlineformular zur Verfügung, um die Angaben zu der Fledermausaktivität und den Lebensraumfaktoren direkt auf der Aktionsseite der Meldeplattform einzutragen (Abb. 8).



Standortfaktoren

WOLKENBEDECKUNG ÜBER DEM UNTERSUCHUNGSGEBIET

- Nicht festgelegt/ausgewählt - ▾

HÖCHSTE STOCKWERKZAHL DER UMLIEGENDEN GEBÄUDE

ANZAHL BÄUME TOTAL

☐ VERSIEGELTE FLÄCHE AUF KARTE EINGEZEICHNET

Abb. 8: Das neu programmierte Eingabeformular auf der Aktionsseite ermöglichte es den Freiwilligen, die von ihnen erhobenen Daten digital an Wilde Nachbarn Zug zu übermitteln.

3.2 Datenauswertung: Bioakustik und generalisierte lineare Modelle

Gewisse Ultraschallsequenzen können bioakustisch einer Art zugewiesen werden, bei gewissen Sequenzen ist die Zuweisung nur für Artenkomplexe möglich. Im vorliegenden Projekt wurden die Rufe soweit möglich den einzelnen Arten zugeordnet, um Artnachweise zu erhalten.

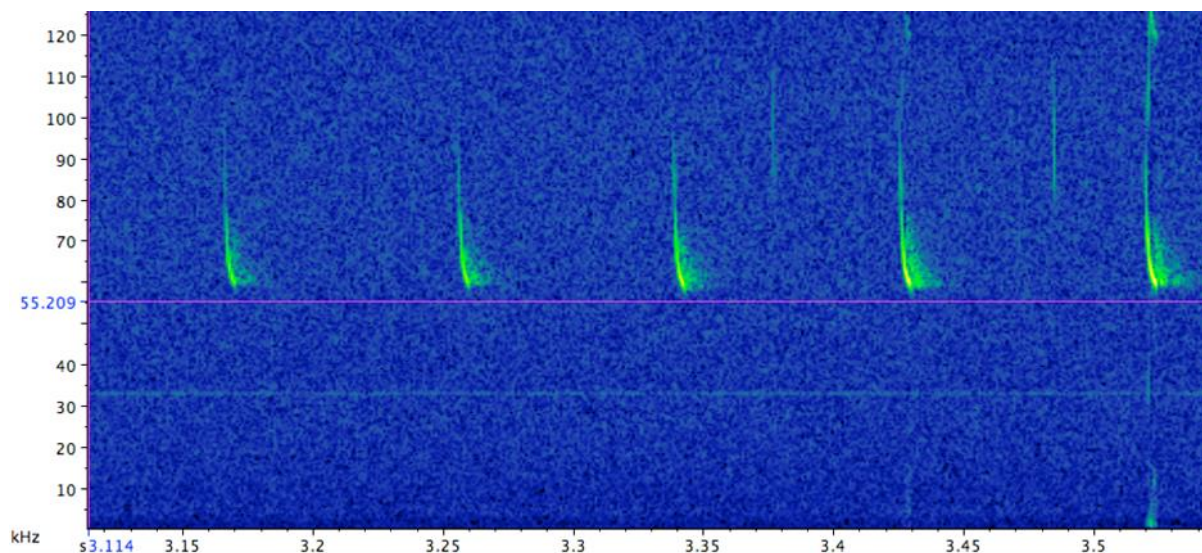


Abb. 9: Sonogramm von Rufen einer Mückenfledermaus (x-Achse: Zeit [s], y-Achse: Frequenz [KHz]). Frequenzbereich und Länge und Form der Rufe sind arttypisch.

Für die weiteren Auswertungen und Modellrechnungen wurden die Rufe folgenden zwei Gruppen zugeteilt: Myotoide (Gattungen Mausohren und Langohren: ab hier «Mausohren+») und Pipistrelloide (Gattung Zwergfledermäuse und Alpenfledermaus: ab hier «Zwergfledermäuse+»).

Um den Einfluss der Habitatvariablen auf das Vorkommen der verschiedenen Fledermausarten zu untersuchen, wurde je ein generalisiertes lineares Modell (GLMs) für die Gattung der Zwergfledermäuse+ (*Pipistrelloide*) und eines für die Gruppe der Mausohren+ (*Myotoide*) berechnet. Die

untersuchten Variablen, Details zum Vorgehen und die Detail-Resultate der Modelle werden in der Tabelle im Anhang genauer beschrieben (Anhang 8.1 & 8.2).

3.3 Quartierkontrollen mit Freiwilligen

Ziel der Quartierkontrollen war es, zu kontrollieren, ob bekannte Fledermausquartiere noch genutzt werden. Ausserdem konnten bisher unbekannte Fledermausquartiere gefunden und neu erfasst werden. Um die Quartiere mit Freiwilligen zu kontrollieren, wurde von der Kantonalen Fledermausschutzbeauftragten Silvana Dober eine Liste mit Quartieren zusammengestellt, bei denen eine Kontrolle der Nutzung von Fledermäusen interessant war. Die Freiwilligen konnten bei den Abholstellen einen Batscanner abholen, welcher die Rufe der Fledermäuse hörbar macht. Durch diese akustische Hilfe ist es einfacher, die flinken Fledermäuse zu entdecken. Bei warmem und trockenem Wetter (kein Regen, nicht zu windig (<18 km/h) und wärmer als 7° Celsius) konnten die Kontrolle an einem von den Freiwilligen ausgewählten Standort durchgeführt werden. Dabei wurde das gewählte Gebäude von der Strasse aus / auf öffentlichem Grund beobachtet und der Ausflugsort der Fledermäuse möglichst genau bestimmt und fotografisch festgehalten.

An sieben Standorten wurden Quartierkontrollen durchgeführt, wobei an zwei Standorten keine ausfliegenden Fledermäuse beobachtet werden konnten. Bei drei Standorten konnte der Ausflugsort nicht sicher eruiert werden, es könnten aber Quartiere vorhanden sein. Bei einem Standort wurde der Ausflug unter dem Dach eines alten Holzhauses beobachtet. Ein zusätzlicher Standort wurde als Zufallsbeobachtung auf der Meldeplattform gemeldet. Die Ergebnisse der Quartierkontrollen wurden der Fledermausschutzbeauftragten des Kantons zur weiteren Abklärung weitergeleitet.

3.4 Vielfältiges Rahmenprogramm für 2024 mit fünf Exkursionen

Neben den Feldarbeiten fand ein abwechslungsreiches Rahmenprogramm mit fünf Exkursionen zu Fledermäusen statt, durchgeführt von Isabelle Bögli, Fledermausschutz Zug. Die Exkursionen fanden in verschiedenen Gemeinden statt. Isabelle Bögli erzählte den Teilnehmenden viel über die spannende Lebensweise der Fledermäuse und konnte die heimlichen Wildtiere sicht- und hörbar und somit sehr nah erlebbar machen. Die Exkursionen waren sehr gut besucht mit total über 150 Teilnehmenden.

- 4. Juli 2024: Exkursion in Steinhausen
- 3. August 2024: Exkursion in der Stadt Zug
- 19. August 2024: Exkursion in Menzingen
- 26. August 2024: Exkursion in Unterägeri
- 10. September 2024: Exkursion in Risch/Rotkreuz



Abb. 10: Die Exkursionsleiterin Isabelle Bögli konnte die Teilnehmenden an den fünf Exkursionen für Fledermäuse begeistern und in der Dunkelheit Fledermäuse sicht- und hörbar machen.

3.5 Medienecho und Werbung

Um auf die diesjährige Aktion aufmerksam zu machen, wurden mit Flyer, Plakaten und Medienmitteilungen Werbung gemacht. Ausserdem wurden auch während der Aktionsdauer auf Social Media regelmässig Beiträge und Reels aufgeschaltet.

Die Beiträge wurden in verschiedenen Zeitungen aufgenommen, wie beispielsweise bei zentralplus mit Fokus auf die Fledermaus-Exkursionen, im ChomerBär und in der Zuger Zeitung mit dem Titel «die Fledermaus ist Zugerin des Tages». Ausserdem wurde im Bulletin «Alternative – die Grünen» ein langer Artikel über das Projekt Wilde Nachbarn Zug und die diesjährige Fledermaus-Aktion veröffentlicht.



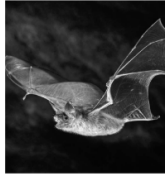
Abb. 11: Artikel über unser Projekt «Fledermäuse im Siedlungsraum» wurden im ChomerBär und bei zentralplus aufgenommen.

Nachtschwärmer unterwegs

Antonia Martine Durisch

Das Projekt Wilde Nachbarn Zug vereint eine breite Allianz aus lokalen Organisationen und Gemeindeverwaltungen, um das Bewusstsein für die Fledermäuse zu schärfen und ihren Schutz zu intensivieren.

Mit Einbruch der Dämmerung im Kanton Zug beginnt das heimliche Leben der Fledermäuse, jener unheimlichen Akrobaten der Lüfte, die als natürliche Schädlingsbekämpfer fungieren. Fledermäuse, die Meister



Die Fledermaus «Myotis Myotis» gleitet mit ausgestreckten Flügeln lautlos durch die Luft, ihre feinen Sinne offen für jede der nächtlichen Beute. © Marko Koenig wild

der Echoortung, sind dank ihrer verborgenen Lebensweise oft nur den wachsamen Augen der Wissenschaft bekannt. Sie durchstreifen die nächtlichen Himmel und regulieren durch ihren unersättlichen Appetit auf Insekten natürliche Schädlingspopulationen. Das gegenwärtige Forschungsprojekt nimmt sich der Aufgabe an, die Artenvielfalt dieser Geschöpfe mittels bioakustischer Aufnahmen zu katalogisieren – ein Unterfangen, das nicht nur der Wissenschaft dient, sondern auch eine Brücke zur lokalen Bevölkerung schlägt.

Offenes Projekt

Katja Rauchenstein, Wildtierbiologin und Mitglied des Projektteams, erläutert die Möglichkeiten der Teilnahme:

«Sie können allein, zu zweit oder zusammen mit Ihrer Familie an diesem spannenden Projekt teilnehmen und sollen für einen erlebnisreichen Abend etwa zwei bis drei Stunden einplanen.»

Historisch gesehen sind die Quartiere der Fledermäuse im Kanton Zug gut dokumentiert, doch moderne Zeiten fordern ihren Tribut. Die Veränderungen durch bauliche Eingriffe und ökologische Verschiebungen hinterlassen Wissenstücken, die nur durch die engagierte Mithilfe von Bürgerinnen und Bürgern und lokalen Fledermausschützern geschlossen werden können. Es besteht zudem auch ausserhalb des Projektes bereits eine weitere Gruppe.

Keine Kulisse

Zugleich bemüht sich das Projekt um die Aufklärung der Öffentlichkeit durch die Organisation von Exkursionen und Informationsveranstaltungen. Diese Initiativen eröffnen faszinierende Einblicke in das Leben der Fledermäuse und fördern ein tiefgehendes Verständnis für die Notwendigkeit ihres Schutzes. Sie sind zugleich ein Appell, die natürliche Welt, die uns umgibt, nicht nur als Kulisse, sondern als Lebensraum zu begreifen, der unserer Achtsamkeit bedarf.

Um die städtischen Lebensräume der Fledermäuse zu verbessern, empfehlen Studien die Erhaltung bestehender sowie die Pflanzung neuer Bäume, die Förderung von Insekten, die Reduktion des Lichtes und die Anlage von Wasserstellen. Diese Massnahmen sollen die Biodiversität im städtischen Raum fördern und den Fledermäusen die Jagd und das Überleben in diesen veränderten Landschaften erleichtern. Die Fledermäuse im Kanton Zug verkörpern die delicate Balance des

urbanen Naturmanagements und veranschaulichen, wie integral die Biodiversität für die städtische Planung ist. Durch kontinuierliche Forschung, engagierte Bürgerbeteiligung und zielgerichtete Schutzstrategien setzt sich das Projekt aktiv dafür ein, dass unsere Region auch weiterhin ein sicherer Lebensraum für diese eleganten Nachtjäger bleibt. ■



Der Halflager, ein fortschrittliches Gerät zur Erfassung von Fledermausaktivitäten, wird eingesetzt, um die nächtlichen Flugmuster und Rufe dieser faszinierenden Tiere zu dokumentieren. © Anouk Taucher wildnachbarn.ch

Exkursionen

In fünf Gemeinden sind im Sommer Fledermaus-Exkursionen geplant. Mehr Informationen finden sich in der Agenda von Wilde Nachbarn Zug.

- zug.wildenachbarn.ch/zugfledermaus
- 2. Juli in Steinhausen
 - 2. August in der Stadt Zug
 - 19. August in Menzingen
 - 26. August in Unterägeri
 - 10. September in Risch-Rotkreuz

BULLETIN | NUMMER 2 | JUNI 2024

WILDE NACHBARN

© Marko Koenig

MITFORSCHEN: NACHTSCHWÄRMER GESUCHT!

Möchten Sie mehr über Fledermäuse erfahren und bei einem Freiwilligenprojekt im Sommer 2024 mithelfen?

Bei «Wilde Nachbarn Zug» werden in diesem Jahr die Fledermäuse im Siedlungsraum mittels Ultraschallaufnahmen erforscht. Die Aufnahmen werden an warmen Sommerabenden im Siedlungsgebiet durchgeführt und dauern pro Abend rund zwei Stunden. Haben Sie Interesse, aktiv bei den akustischen Fledermausaufnahmen oder Quartierkontrollen mitzumachen?

Alle Infos zum Mitmachen finden Sie unter:
zug.wildenachbarn.ch

Einwohnergemeinde Cham

29. April

- Batman-Fans aufgepasst! 🦇 Wir brauchen euch auf der Suche nach Nachtschwärmern! 🦇
 Unterstützt uns dabei, Fledermäuse zu beobachten und zu erforschen. 🔍
 Mit der Hilfe von Freiwilligen möchte die Gemeinde Cham mit der Trägerschaft «Wilde Nachbarn Zug» bioakustische Aufnahmen in Innen- und Hinterhöfen sowie auf öffentlichen Grünflächen machen, um herauszufinden, welche Fledermaus-Arten in den Zuger Gemeinden vorkommen. 🦇

Ebenso können Interessierte dabei mithelfen... Mehr anzeigen



Abb. 12: Verschiedene Medienberichte über das Projekt wurden gedruckt, links ein Beitrag des Bulletins «Alternative - die Grünen». Oben ein Beitrag auf Social Media mit einem Kurzvideo, um die Aktion zu bewerben. Unten die Vorder- und Rückseite des Projektflyers.

FLEDERMAUS-VERANSTALTUNGEN WILDE NACHBARN ZUG 2024

Mo. 6.5.	Informationsanlass «Mitforschen: Nachtschwärmer gesucht», Lorzensaal Cham
Di. 2.7.	Fledermaus-Exkursion in Steinhausen
Fr. 2.8.	Fledermaus-Exkursion in Zug
Mo. 19.8.	Fledermaus-Exkursion in Menzingen
Mo. 26.8.	Fledermaus-Exkursion in Unterägeri
Di. 10.9.	Fledermaus-Exkursion in Rotkreuz
Di. 12.11.	Melder:innen-Anlass in Menzingen

Informationen und Anmeldung unter:

zug.wildenachbarn.ch/agenda



4. Resultate

4.1 Fledermausaufnahmen

Zwischen dem 3. Juni und dem 2. September 2024 konnten in 70 Innenhöfen Fledermausaufnahmen durchgeführt werden. 45 interessierte Freiwillige waren dafür im Einsatz. Insgesamt wurden 8844 Fledermäusesequenzen aufgezeichnet (Tab. 1). In allen Innenhöfen wurden Fledermausrufe aufgezeichnet. Durchschnittlich konnten 128 Sequenzen (4 – 496 Sequenzen) pro Innenhof nachgewiesen werden. Diese Rufsequenzen stammen von mindestens 8 Arten: Die Zwergfledermaus, Rohhautfledermaus, Mückenfledermaus, der Grosse Abendsegler, die Wasserfledermaus, Alpenfledermaus, eine Art der Langohrfledermäuse, und die Mopsfledermaus. Tabelle 1 zeigt die Anzahl aufgenommener Rufsequenzen pro nachgewiesener Fledermausart resp. Artenkomplex.

Tab. 1: Verteilung der Anzahl Sequenzen pro Art bzw. Artenkomplex. *Quelle: Bohnenstengel et al. 2014 / Gruppen sinnvoll angepasst.

Art / Artenkomplex	Rote Liste Status *	Anzahl Sequenzen	Kunstlicht
Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Nicht gefährdet	5247	tolerant
Rauhautfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	Nicht gefährdet	22	tolerant
Artenkomplex: Zwerg-, Rohhaut- & Weissrandfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i> , <i>P. nathusii</i> & <i>P. kuhlii</i>)	Nicht gefährdet	509	tolerant
Artenkomplex: Rohhaut- & Weissrandfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i> & <i>P. kuhlii</i>)	Nicht gefährdet	2692	tolerant
Mückenfledermaus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	Potenziell gefährdet	60	tolerant
Artenkomplex: Mücken- & Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i> , <i>P. pipistrellus</i>)	Nicht gefährdet bis verletzlich	7	tolerant
Grosser Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Potenziell gefährdet bis verletzlich	101	tolerant
Artenkomplex: Kleiner & Grosser Abendsegler, Zweifarbfledermaus (<i>Nyctalus leisleri</i> , <i>N. noctula</i> , <i>Vespertilio murinus</i>)	Potenziell gefährdet bis verletzlich	59	tolerant
Artenkomplex: Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbfledermaus (<i>Nyctalus noctula</i> , <i>N. leisleri</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>E. nilssonii</i> & <i>Vespertilio murinus</i>)	Potenziell gefährdet bis verletzlich	113	tolerant
Gattung Mausohrfledermäuse (<i>Myotis</i> sp.)	Nicht gefährdet bis stark gefährdet	14	scheu
Wasserfledermaus (<i>Myotis Daubentonii</i>)	Potenziell gefährdet	6	scheu
Artenkomplex: Brandt-, Kleine Bart-, Bechstein- & Wasserfledermaus (<i>Myotis mystacinus</i> , <i>M. brandtii</i> , <i>M. bechsteinii</i> , <i>M. daubentonii</i>)	Potenziell gefährdet bis verletzlich	11	scheu
Alpenfledermaus (<i>Hypsugo savii</i>)	Potenziell gefährdet	1	tolerant
Gattung Langohren (<i>Plecotus</i> sp.)	Verletzlich - vom Aussterben bedroht	1	scheu
Mopsfledermaus (<i>Barbastella barbastellus</i>)	stark gefährdet	1	scheu
Total Sequenzen		8844	

Die allermeisten im Projekt aufgenommenen Rufe (96.5%) stammen von Fledermäusen aus der Gattung Zwergfledermäuse. Davon konnte die überwiegende Mehrheit der nicht gefährdeten Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* zugeordnet werden, die restlichen Sequenzen aus dieser Gruppe stammen von Rauhaut-, Weissrand- oder Mückenfledermaus (*Pipistrellus nathusii*, *P. kuhlii*, *P. pygmaeus*). Sichere Nachweise der aus dem Mittelmeerraum stammenden Weissrandfledermaus wurden nicht erbracht.

273 Rufe (3.1%) stammen von der Gruppe der Nyctaloiden, zu der unter Anderem der Grosse und Kleine Abendsegler (*Nyctalus noctula* & *N. leisleri*) zählen. Die restlichen 0.4% stammen von verschiedenen Fledermausarten- und Artkomplexen der Mausohrfledermäuse *Myotis sp.*, Langohrfledermäuse *Plecotus sp.* und der Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus*.

Die Nachweise der Arten und Artkomplexen aller Untersuchungsgebiete können auf der interaktiven Karte abgerufen werden. Die Karte wurde allen Freiwilligen zur Ansicht zur Verfügung gestellt, sodass sie das Fledermausvorkommen an ihren eigenen Untersuchungsstandorten anschauen können.

Die Karte ist hier online abrufbar:

https://rpubs.com/WildeNachbarn/WNZG_Resultate_Fledermaeuse

4.1.1 Lokaler Erstnachweis

Durch die bioakustischen Aufnahmen gelangte zudem ein lokaler Erstnachweis (vergl. Info Fauna Kartenserver, Abfrage 11. Oktober 2024). In Baar wurde zum ersten Mal eine Mopsfledermaus aufgenommen. Ein Nachweis der lichtscheuen und hauptsächlich im Wald lebenden Mopsfledermaus ist sehr besonders. Ausserdem ist die Fledermausart auf der Roten Liste der gefährdeten Tierarten als stark gefährdet (EN) eingestuft.

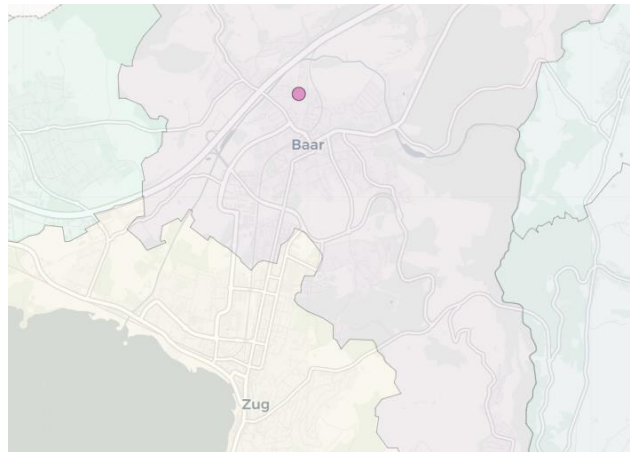


Abb. 13: Aufnahmestandort, an dem der lokale Erstnachweis der Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus* (pinker Punkt) erbracht wurde.



Abb. 18: Die Mopsfledermaus konnte durch das Projekt zum ersten Mal bei Baar nachgewiesen werden. © fledermausschutz.ch

4.1.2 Grüne versus graue Untersuchungsstandorte

Über die gesamte Fledermausaktivität hinweg konnten wir einen signifikanten Unterschied (Wilcoxon Signed Rank Test, $p = 0.015$) zwischen versiegelten und unversiegelten Standorten nachweisen. An mehrheitlich unversiegelten, also grünen Standorten wurden im Durchschnitt 159 Sequenzen nachgewiesen, an mehrheitlich versiegelten, also grauen Standorten waren es im Durchschnitt bloss 90 Sequenzen. Die Fledermausaktivität ist also deutlich höher über unversiegelten Flächen (Anhang 8.22, Tab. 2, Abb. 21). Dieser Effekt zeigte sich besonders in den Artengruppen der *Pipistrelloide* (Wilcoxon Signed Rank Test, $p = 0.017$) und war ebenfalls ersichtlich bei den *Myotoiden* ($p=0.382$). Für die *Nyctaloiden* konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

4.1.3 Welche Faktoren erklären das Vorkommen der Fledermäuse?

Um den Einfluss der Umgebungsvariablen auf die Aktivität der verschiedenen Fledermausarten zu untersuchen, wurden je ein generalisiertes lineares Modell (GLMs) für alle Fledermausarten gemeinsam, eines für die Gruppe der Zwergfledermäuse+ (*Pipistrelloide* und *Hypsugo savii*) und ein GLMM für die Gruppe der Myotoide+ (enthält die Gattungen *Myotis* und *Plecotus*) berechnet (Anhang 8.23, Abb. 22). Die untersuchten Variablen, sowie das Vorgehen und die Resultate der Modelle im Detail werden in der Tabelle im Anhang genauer beschrieben (Anhang 8.23, Tab. 2).

Über alle Artengruppen hinweg erklärten die signifikanten Variablen «Anzahl Bäume > 80cm» und «Standort-Versiegelung» das Vorkommen aller Fledermausarten am besten (Anhang 8.23, Tab. 3). Das Gesamtmodell zeigt, dass je höher die Anzahl Bäume mit einem Stammumfang >80cm und je niedriger der Grad der Versiegelung, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, Fledermäuse im Innenhof nachzuweisen.

Beim Modell der Pipistrelloiden+ wurde das Vorkommen am besten durch die «Anzahl Bäume > 80cm» (Anhang 8.23, Tab. 4).

Das Vorkommen der Mausohrfledermäuse+ (*Myotoide*) wurde durch die Zahl der Aussenleuchten am besten erklärt: Je weniger Aussenleuchten vorhanden waren, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, Mausohrfledermäuse anzutreffen (Anhang 8.23, Tab. 5).

4.3 Austauschtreffen und Rückmeldung für die Freiwilligen

Um den Teilnehmenden die Resultate vorzustellen, organisierte das Team von Wilde Nachbarn Zug am 12. November 2024 ein Wilde Nachbarn-Anlass in Menzingen. Dabei wurden die Resultate der diesjährigen Aktion von Katja Rauchenstein vorgestellt. Ausserdem hielt Madeleine Geiger einen Vortrag über die «Lebendige Nacht – Wildtiere in nächtlichen Siedlungsgebieten». Der Anlass war mit über 60 Teilnehmenden gut besucht und an einem Apéro konnten sich die Freiwilligen und die Projektmitarbeiterinnen austauschen (Abb. 19).

Um zusätzliches Feedback von den Freiwilligen zu erhalten, wurde eine Online-Umfrage an alle Freiwilligen versendet.

Einige Rückmeldungen der Freiwilligen lauten wie folgt:

- Der Abend war herrlich, da drei Fledermäuse in 3m Abstand zu ihrem Apero für gut 20 Minuten vor der Bank, auf der ich sass kreisten 🦇🦇🦇
- Es war richtig toll! Wir haben 2 Fledermäuse gesehen beim Jagen. Und ein Igel war auch noch unterwegs.
- Gegrüsst sei das Fledermaus- Fieber 🦇
- Herzlichen Dank für die tolle Exkursion, die gespickt war mit vielen Informationen zu den Fledermäusen!
- Es war eine unglaublich schöne Erfahrung, die wir machen durften - vielen Dank dafür!
- Es hat Spass gemacht und war interessant mitzumachen. Ich hoffe, dass die Aufnahmen gut sind, dass es geklappt hat. Ich freue mich auf die Fledermausexkursion in August.



Abb. 19: Der Wilde Nachbarn – Anlass in Menzingen war mit über 60 Personen sehr gut besucht. © Katja Rauchenstein / wildenachbarn.ch

5. Diskussion der Resultate

Fledermäuse in allen Innenhöfen nachgewiesen

Fledermäuse wurden in allen Innenhöfen nachgewiesen, teilweise mit hoher Flugaktivität (bis zu 496 Durchflüge in zwei Stunden). Von den meisten Siedlungsbewohner:innen werden sie kaum wahrgenommen, bieten jedoch überraschende Gelegenheiten für spannende nächtliche Naturbeobachtungen direkt vor der Haustüre. Durch die Aufnahmen konnten mindestens 8 Fledermausarten nachgewiesen werden. Mit der Mopsfledermaus gelang ein lokaler Erstnachweis von einer seltenen Fledermausart, die auf der Roten Liste der gefährdeten Arten als «stark gefährdet» gelistet ist und selten im Siedlungsraum vorkommt.

Stadtbäume für die Fledermäuse

Die Modelle zeigten, dass vor allem die Anzahl Bäume einen positiven Einfluss auf die Fledermausaktivität hatte. Alte und grosse Bäume bieten bessere Bedingungen für die Nahrungsinsekten der Fledermäuse, was deren positiven Einfluss auf die Fledermausaktivität erklären könnte (Oprea et al. 2009).

Lichter aus für die Fledermäuse

Bei den Mausohrfledermäusen zeigte sich die Tendenz, dass sich nächtliches Kunstlicht (hier in Form der Anzahl leuchtende Aussenlampen) negativ auf deren Aktivität auswirkt. Der negative Effekt von Kunstlicht auf die Fledermäuse ist durch wissenschaftliche Studien gut belegt, wobei nicht alle Arten gleich empfindlich reagieren (Stone et al. 2015, Azam et al. 2018, Russo et al. 2019, Barré et al. 2021, Voigt et al. 2021). Besonders die lichtsensiblen Fledermausarten wie Mausohr- oder Langohrfledermäuse reagieren lichtempfindlich und kommen in hell beleuchteten Gebieten nicht vor. Fassadenbeleuchtungen bei Wochenstubenquartieren können die Tiere stören und den nächtlichen Ausflug verzögern, so dass ihnen dadurch weniger Zeit für die Nahrungssuche bleibt. Erhellte Jagdgebiete in Siedlungen und in der Landschaft sowie durch Licht gestörte Flugkorridore schränken die Fledermäuse weiter in der Nahrungssuche ein.

Bei den Zwergfledermausarten zeigte der Einfluss des Kunstlichts im Modell keinen signifikanten Effekt. Diese Fledermausarten reagieren oftmals deutlich weniger lichtsensibel und profitieren teilweise sogar von durch Licht angezogenen Insekten. Diese Arten sind im Gegensatz zu vielen lichtsensiblen Fledermausarten oftmals weniger stark gefährdet.

Beim Modell der Myotoiden zeigte jedoch die Variable «Anzahl Aussenleuchten» den allerstärksten, signifikanten Effekt. Bei diesen seltenen und häufig sehr lichtsensiblen Arten ist die Reduktion der Lichtemissionen sehr wichtig, damit diese Fledermausarten im Siedlungsraum vorkommen. Damit auch lichtsensible Fledermausarten wie die Mopsfledermaus, Langohrfledermäuse oder Wasserfledermäuse weiterhin im Siedlungsraum vorkommen können, müssen weiterhin dunkle Gebiete im Siedlungsraum erhalten bleiben und geschaffen werden.

6. Fazit und Empfehlungen

- **Der Siedlungsraum als Lebensraum für Fledermäuse:** Im Kanton Zug lebt eine erstaunliche Artenvielfalt von Fledermäusen. Unter den in diesem Projekt nachgewiesenen 8 Arten / Artkomplexen befinden sich mit der Mopsfledermaus, dem Grossen Abendsegler, der Wasserfledermaus, der Alpen- und der Mückenfledermaus und der Langohrfledermaus auch **seltene und gefährdete Arten**.
- **Unversiegelte Innen- und Hinterhöfe sind wertvolle Jagdgebiete für Fledermäuse:** Die Resultate der Feldaufnahmen zeigen, dass die Untersuchungsgebiete im Siedlungsraum von verschiedenen Fledermausarten häufig als Jagdgebiete genutzt werden. Dabei sind **unversiegelte «grüne» Standorte** signifikant häufiger von Fledermäusen besucht. Versiegelte Gebiete im Siedlungsraum bieten Fledermäusen einen schlechteren Lebensraum.
- **Bäume fördern und erhalten:** Die Resultate zeigen, dass **grosse und alte Bäume** für die Fledermäuse eine entscheidende Rolle spielen. Daher empfehlen wir, bestehende Bäume in den Wohnsiedlungen zu erhalten und neue Bäume zu pflanzen. Bei den Baumarten ist darauf zu achten, besonders ökologisch wertvolle Baumarten zu pflanzen, die Insekten Lebensraum und Nahrung bieten, welche wiederum Beuteinsekten für Fledermäuse sind.
- **Plan Lumière für Fledermäuse und anderen lichtempfindliche Wildtiere:** Fledermäuse sind durch nächtliches Kunstlicht besonders betroffen. Werden Fledermausquartiere, Grün- und Freiräume im Siedlungsgebiet und Landschaften in der Nacht beleuchtet, führt dies dazu, dass die Fledermäuse später zum Jagen ausfliegen und Flugkorridore oder Jagdgebiete teils nicht mehr nutzen können. Fledermäuse und andere Wildtiere profitieren von der **Reduktion nächtlicher Lichtemissionen**. Eine gezielte Planung des künstlichen Lichts in privaten und öffentlichen Räumen sollte zum Ziel haben, dass Licht nur zu Zeiten eingesetzt wird, wenn es gebraucht wird und nur dorthin gelangt, wo es einen Zweck erfüllt.

7. Zitierte Literatur

- ANCILLOTTO, L., L. SANTINI, N. RANC, L. MAIORANO, AND D. RUSSO. 2016. EXTRAORDINARY RANGE EXPANSION IN A COMMON BAT: THE POTENTIAL ROLES OF CLIMATE CHANGE AND URBANISATION. *SCIENCE OF NATURE* 103.
- ANCILLOTTO, L., A. TOMASSINI, AND D. RUSSO. 2015. THE FANCY CITY LIFE : KUHLL'S PIPISTRELLE, PIPISTRELLUS KUHLLII, BENEFITS FROM URBANISATION. *WILDLIFE RESEARCH* 42:598–606.
- ARLETTAZ, R., S. GODAT, AND H. MEYER. 2000. COMPETITION FOR FOOD BY EXPANDING PIPISTRELLE BAT POPULATIONS (PIPISTRELLUS PIPISTRELLUS) MIGHT CONTRIBUTE TO THE DECLINE OF LESSER HORSESHOE BATS (RHINOLOPHUS HIPPOSIDEROS). *BIOLOGICAL CONSERVATION* 93:55–60.
- AZAM, C., I. LE VIOL, Y. BAS, G. ZISSIS, A. VERNET, J.-F. JULIEN, AND C. KERBIRIOU. 2018. EVIDENCE FOR DISTANCE AND ILLUMINANCE THRESHOLDS IN THE EFFECTS OF ARTIFICIAL LIGHTING ON BAT ACTIVITY. *LANDSCAPE AND URBAN PLANNING* 175:123–135.
- BARRÉ, K., K. SPOELSTRA, Y. BAS, S. CHALLÉAT, R. KIRI ING, C. AZAM, G. ZISSIS, D. LAPOSTOLLE, C. KERBIRIOU, AND I. LE VIOL. 2021. ARTIFICIAL LIGHT MAY CHANGE FLIGHT PATTERNS OF BATS NEAR BRIDGES ALONG URBAN WATERWAYS. *ANIMAL CONSERVATION* 24:259–267.
- OPREA, M., P. MENDES, T. B. VIEIRA, AND A. D. DITCHFIELD. 2009. DO WOODED STREETS PROVIDE CONNECTIVITY FOR BATS IN AN URBAN LANDSCAPE? *BIODIVERSITY AND CONSERVATION* 18:2361–2371.
- RUSSO, D., AND L. ANCILLOTTO. 2015. SENSITIVITY OF BATS TO URBANIZATION: A REVIEW. *MAMMALIAN BIOLOGY* 80:205–212.
- RUSSO, D., F. COSENTINO, F. FESTA, F. DE BENEDETTA, B. PEJIC, P. CERRETTI, AND L. ANCILLOTTO. 2019. ARTIFICIAL ILLUMINATION NEAR RIVERS MAY ALTER BAT-INSECT TROPHIC INTERACTIONS. *ENVIRONMENTAL POLLUTION* 252:1671–1677.
- SATTLER, T., M. K. OBRIST, R. ARLETTAZ, M. MORETTI, AND F. BONTADINA. 2013. BAT'S EXPLOITATION OF CITIES: THE IMPORTANCE OF SPATIAL AND ENVIRONMENTAL VARIABLES. UNPUBLISHED:15.
- SCANLON, A. T., AND S. PETIT. 2008. EFFECTS OF SITE, TIME, WEATHER AND LIGHT ON URBAN BAT ACTIVITY AND RICHNESS : CONSIDERATIONS FOR SURVEY EFFORT. *WILDLIFE RESEARCH* 35:821–834.
- STONE, E. L., S. HARRIS, AND G. JONES. 2015. IMPACTS OF ARTIFICIAL LIGHTING ON BATS: A REVIEW OF CHALLENGES AND SOLUTIONS. *MAMMALIAN BIOLOGY* 80:213–219.
- STRAKA, T. M., M. WOLF, P. GRAS, AND S. BUCHHOLZ. 2019. TREE COVER MEDIATES THE EFFECT OF ARTIFICIAL LIGHT ON URBAN BATS 7:1–11.
- SWILD. 2023. FACHBERICHT DUNKELRÄUME – WISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN UND KONZEPTUELLES VORGEHEN ZUR SICHERUNG VON DUNKELRÄUMEN. IM AUFTRAG DER FACHSTELLE NATURSCHUTZ DES KANTONS ZÜRICH. VERSION VOM NOVEMBER 2023, 35 SEITEN.
- VOIGT, C. C., J. DEKKER, M. FRITZE, S. GAZARYAN, F. HÖLKER, G. JONES, D. LEWANZIK, H. J. G. A. LIMPENS, F. MATHEWS, J. RYDELL, K. SPOELSTRA, AND M. ZAGMAJSTER. 2021. THE IMPACT OF LIGHT POLLUTION ON BATS VARIES ACCORDING TO FORAGING GUILD AND HABITAT CONTEXT. *BIOSCIENCE* 71:1103–1109.
- SWILD. 2014. FLEDERMÄUSE IN DER STADT ZÜRICH - FELDAUFNAHMEN, ANALYSEN UND FOLGERUNGEN FÜR DEN FLEDERMAUSSCHUTZ. ABSCHLUSSBERICHT IM AUFTRAG VON GRÜN STADT ZÜRICH VOM DEZEMBER 2014, 54 SEITEN.

8. Anhang

8.1 Statistische Auswertung im Detail

Die erklärenden Variablen wurden auf ihre Normalverteilung überprüft, wo nötig logarithmisch transformiert und für die Vergleichbarkeit der Effektgrößen zentriert und skaliert. Mittels einer Korrelationsmatrix wurden die Umgebungsvariablen auf Korrelationen getestet. Bei korrelierenden Variablen wurde jeweils nur eine davon ins Modell aufgenommen.

Als Zielgrösse wurde die Anzahl Rufsequenzen der jeweiligen Artengruppe pro Innenhof verwendet. Nach einer logarithmischen Transformation folgten die Zielgrößen einer Normalverteilung. Das beste Modell wurde ermittelt durch eine schrittweise Vorwärts- und Rückwärtsauswahl, wobei in jedem Schritt jeweils die am wenigsten signifikante Variable entfernt wurde. Dies wurde entsprechend dem AIC-Wert (Akaike Information Criterion) durchgeführt. Für alle im Modell verbleibenden Variablen wurde die Kollinearität unter Verwendung von Variations-Inflationsfaktoren (VIFs) überprüft (wobei Werte von $VIF > 4$ auf Kollinearität und Werte von $VIF > 10$ starke Kollinearität bedeuten würden).

Für jedes Modell wurde der Determinationskoeffizient (R^2) berechnet, um zu sehen welchen Anteil der Variabilität durch das Modell erklärt wird. Danach wurden die Modelle mittels der Residuenanalyse evaluiert.

8.2 Resultate

8.2.1 Fledermausaktivität

Die bioakustischen Aufnahmen begannen jeweils 30 Minuten vor Sonnenuntergang und wurden während 2 Stunden fortgeführt. Die Fledermausaktivität begann in der Regel nach Sonnenuntergang. Die höchste Aktivität wurde in allen drei Artengruppen rund 15-60 min nach Sonnenuntergang registriert (Abb. 20)

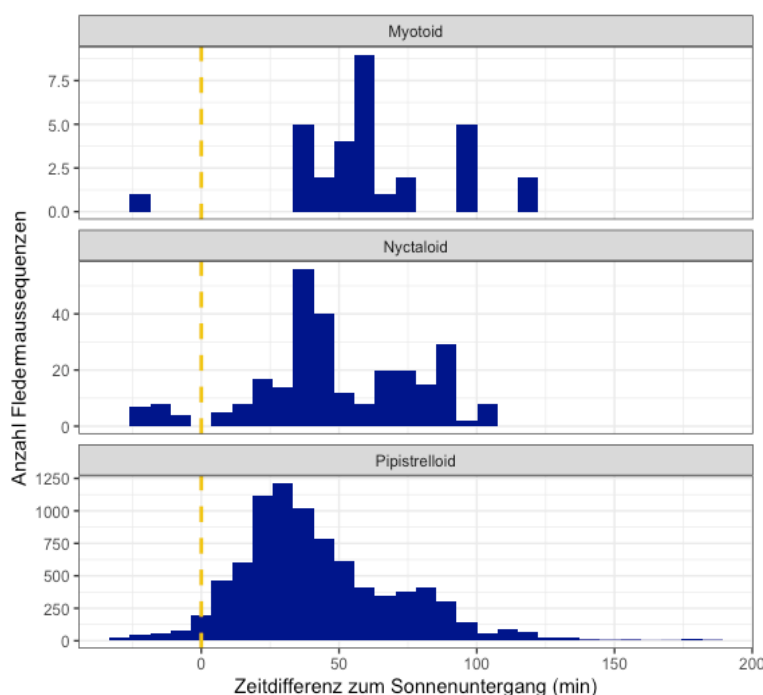


Abbildung 20: Fledermausaktivität über die Zeit. Dargestellt ist die zeitliche Differenz zum Sonnenuntergang (gestrichelte gelbe Linie) der aufgenommenen Fledermaussequenzen für die drei Artengruppen Myotoid, Nyctaloid und Pipistrelloid.

8.2.2 Grüne versus graue Standorte

Über die gesamte Fledermausaktivität hinweg konnten wir einen signifikanten Unterschied ($p=0.015$) zwischen unversiegelten und versiegelten Standorten nachweisen.

Tab. 2: Mean und p-Werte des Wilcoxon Signed Rank Test zum Vergleich der Aktivität von Fledermäusen an unversiegelten und versiegelten Standorten.

Wilcoxon Signed Rank Test

	Mean Grün	Mean Versiegelt	W	p-value	n
Gesamtaktivität	158.95	89.79	817	0.015 *	70
Pipistrelloide	153.86	86.21	813.5	0.017 *	70
Nyctaloide	10.44	7.07	122	0.952	29
Myotoide	3.00	1.71	31.5	0.382	14

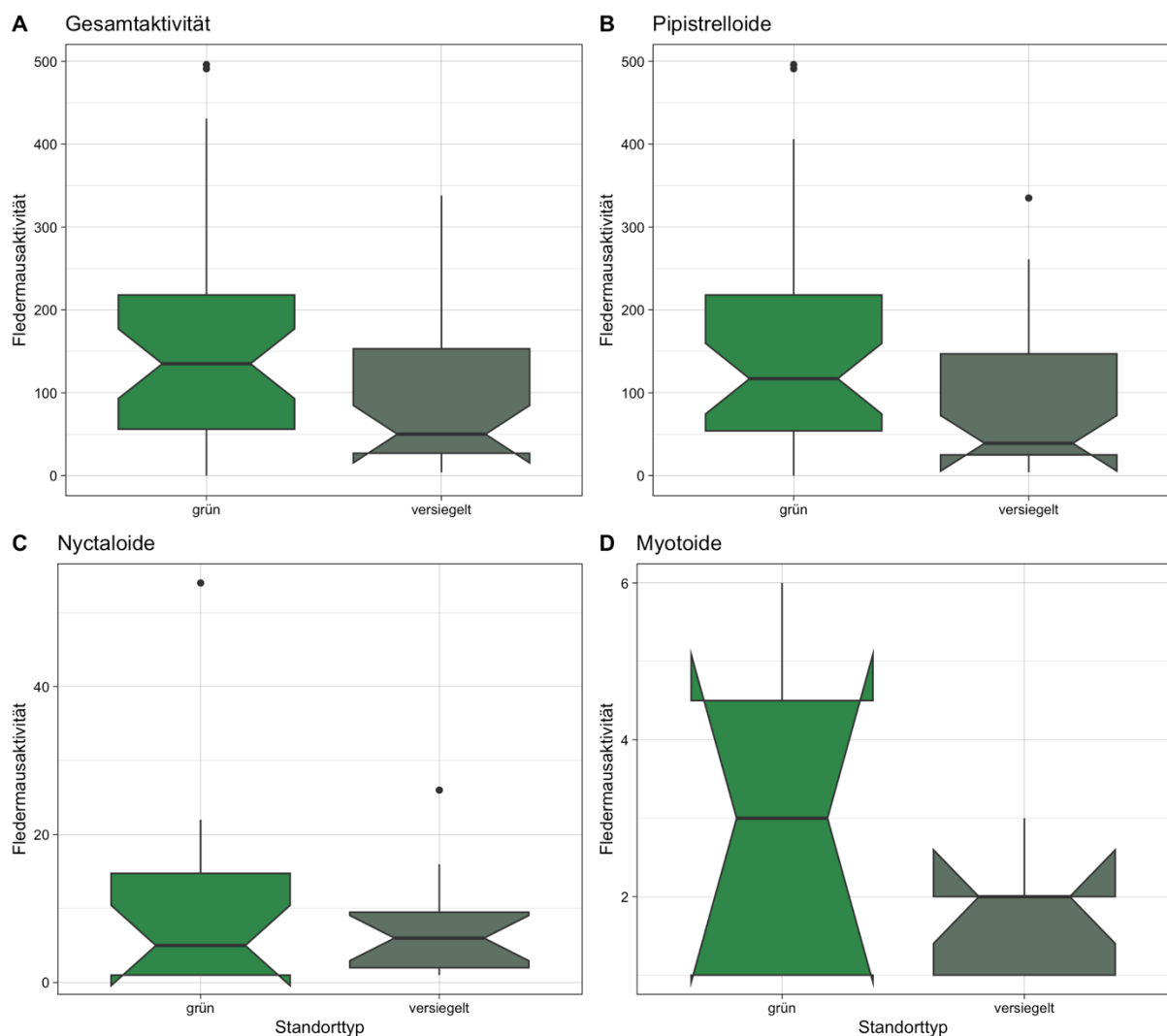


Abbildung 11: Boxplots der Anzahl Fledermaussequenzen an grünen sowie versiegelten Standorten für die Gesamtaktivität (A), alle *Pipistrelloide* (B), alle *Nyctaloide* (C) sowie alle *Myotoide* (D). Einkerbungen zeigen das 95%-Vertrauensintervall rund um den Medianwert.

8.2.3 Welche Faktoren erklären das Vorkommen der Fledermäuse?

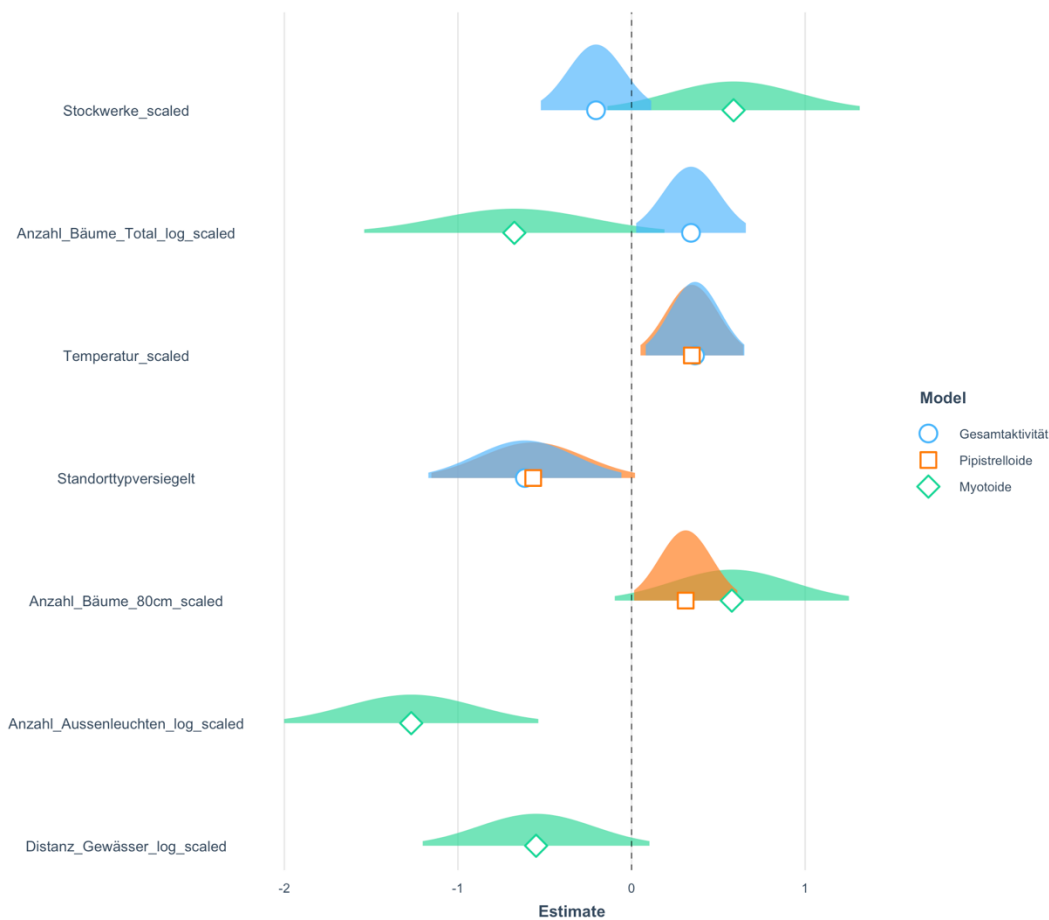


Abbildung 22: Effektgrößen mit 95%-Vertrauensintervallen der Habitatvariablen in den generalisierten linearen Modellen der Gesamtaktivität sowie aufgeschlüsselt für die Pipistrelloide sowie die Myotoide.

Über alle Artengruppen hinweg erklärten die Variablen «Anzahl Bäume > 80cm» ($p = 0.038$) und «Standort-Versiegelung» ($p=0.034$) das Vorkommen der Fledermäuse am besten (Tab. 3), beide Variablen sind signifikant (<0.05). Das Gesamtmodell zeigt, dass je höher die Anzahl Bäume mit einem Stammumfang >80cm und je niedriger der Grad der Versiegelung, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, Fledermäuse im Innenhof nachzuweisen.

Beim Modell, welches nur die Pipistrelloiden umfasst, wurde das Vorkommen der Pipistrelloiden+ am besten durch die «Anzahl Bäume > 80cm» ($p=0.044$) und die «Standort-Versiegelung» ($p=0.063$) erklärt (Tab. 4). Die Anzahl Bäume hatte dabei einen signifikant positiven Effekt, der Versiegelungsgrad einen tendenziell negativen.

Bei den Myotoiden+ hatte die Zahl der Aussenleuchten den stärksten signifikanten Effekt ($p=0.001$). Das bedeutet, je weniger Aussenleuchten vorhanden waren, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, Myotoide anzutreffen (Tab. 5).

Tab. 3: Generalisiertes lineares Modell (glm) für die Fledermäusesequenzen aller Artengruppen. Dargestellt sind die Werte für das reduzierte Modell. Die bei der schrittweisen Reduktion entfernten Variablen sind durchgestrichen dargestellt.

GLM – Gesamtaktivität, reduziert

<i>R</i> ²	0.22		<i>Observations</i>	68		
<i>AIC</i>	219.34		<i>BIC</i>	232.66		
Coefficients:						
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		VIF
(Intercept)	4.596	0.194	23.756	<0.001	***	
Stockwerke_scaled	-0.205	0.162	-1.262	0.212		1.32
Anzahl_Bäume_Total_log_scaled	0.342	0.161	2.124	0.038	*	1.31
Temperatur_scaled	0.366	0.145	2.525	0.014	*	1.06
Standorttypversiegelt	-0.614	0.284	-2.166	0.034	*	1.02
Anzahl_Bäume_Total_log_scaled						
Anzahl_Aussenleuchten_log_scaled						
Lichtquellen_Leuchtend_Total_log_scaled						
Distanz_Gewässer_log_scaled						
Distanz_Wald_log_scaled						
Wasserfläche_2m2Nein						
Farbtemperaturkaltweisses_Licht						
Farbtemperaturkein_Licht						
Farbtemperaturwarmweisses_Licht						

Tab. 4: Generalisiertes lineares Modell (glm) für die Fledermäusesequenzen der Pipistrelloiden. Dargestellt sind die Werte für das reduzierte Modell. Die bei der schrittweisen Reduktion entfernten Variablen sind durchgestrichen dargestellt.

GLM - Pipistrelloide, reduziert

<i>R</i> ²	0.2		<i>Observations</i>	68		
<i>AIC</i>	224.74		<i>BIC</i>	235.83		
Coefficients:						
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		VIF
(Intercept)	4.498	0.203	22.120	<0.001	***	
Anzahl_Bäume_80cm_scaled	0.312	0.152	2.056	0.044	*	1.05
Temperatur_scaled	0.347	0.151	2.300	0.025	*	1.04
Standorttypversiegelt	-0.567	0.299	-1.893	0.063	.	1.04
Stockwerke_scaled						
Anzahl_Bäume_Total_log_scaled						
Anzahl_Aussenleuchten_log_scaled						
Lichtquellen_Leuchtend_Total_log_scaled						
Distanz_Gewässer_log_scaled						
Distanz_Wald_log_scaled						
Wasserfläche_2m2Nein						
Farbtemperaturkaltweisses_Licht						
Farbtemperaturkein_Licht						
Farbtemperaturwarmweisses_Licht						

Tab. 5: Generalisiertes lineares Modell (glm) für alle Myotoide. Dargestellt sind die Werte für das reduzierte Modell. Die bei der schrittweisen Reduktion entfernten Variablen sind durchgestrichen dargestellt.

GLMM - Myotoide, reduziert

<i>R</i> ²			<i>Observations</i>	68
<i>AIC</i>	109.6		<i>adj.R</i> ²	
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> t)
(Intercept)	-1.657	0.393	-4.222	<0.001 ***
Stockwerke_scaled	0.588	0.371	1.586	0.113
Anzahl_Bäume_80cm_scaled	0.578	0.344	1.679	0.093 .
Anzahl_Bäume_Total_log_scaled	-0.675	0.441	-1.530	0.126
Anzahl_Aussenleuchten_log_scaled	-1.269	0.374	-3.397	0.001 ***
Distanz_Gewässer_log_scaled	-0.550	0.333	-1.650	0.099 .
Temperatur_scaled				
Lichtquellen_Leuchtend_Total_log_scaled				
Distanz_Wald_log_scaled				
Standorttypversiegelt				
Wasserfläche_2m2Nein				
Farbtemperaturkaltweisses Licht				
Farbtemperaturkein Licht				
Farbtemperaturwarmweisses Licht				