

## Neun Jahre akustisches Fledermausmonitoring im Nationalpark Thayatal – Möglichkeiten und Limits

Guido Reiter & Markus Milchram

**Zusammenfassung:** Auf Eigeninitiative der Koordinationsstelle für Fledermausschutz und -forschung in Österreich (KFFÖ) wurde 2012 ein akustisches Monitoring von Fledermäusen im Nationalpark Thayatal initiiert. Mit dem Projekt sollte ausgelotet werden, welche Fledermausarten mit akustischen Methoden erfassbar und welche Analysemethoden dabei anwendbar sind. Bei vorangegangenen umfangreichen Erhebungen im Nationalpark Thayatal waren mittels automatischer Registriereinheiten (batcorder) 74 Standorte bearbeitet worden. Von diesen wurden für die vorliegende Untersuchung 19 zufällig ausgewählt und als Monitoringstandorte etabliert. Die vorhandenen Ressourcen erlaubten es, davon jeweils 6-12 Standorte pro Jahr zu bearbeiten. Zur Berechnung von Bestandstrends wurden zwei Methoden angewendet: 1) Die Rufaktivität (Anzahl Rufsequenzen) wurde mittels des Modellierungsprogramms rtrim 2.0.6 bearbeitet und 2) Generalized Random Encounter Modelle (GREM) dienten dazu, anhand automatisch erhobener Rufdaten Populationsdichten zu berechnen und nachfolgend eine mögliche Ab- oder Zunahme der Populationen mittels linearer Regressionsmodelle zu überprüfen. Trendberechnungen waren für die Zwergfledermaus, die Mückenfledermaus, die Nymphenfledermaus und die Mopsfledermaus möglich, wobei die beiden Analysemethoden größtenteils vergleichbare Ergebnisse lieferten. Die Ergebnisse für die Nymphenfledermaus stellen die bislang einzigen systematischen und längerfristigen Daten für diese Fledermausart in Österreich dar. Es werden Vorschläge für eine Optimierung des Monitoringprogramms dargelegt, wodurch sowohl die Aussagekraft für die hier behandelten Arten verbessert werden würde, als auch Trends für einige weitere Fledermausarten berechnet werden könnten.

### Using acoustic devices to monitor bats in the Thayatal National Park – opportunities and limits

**Abstract:** In 2012, the Coordination Centre for Bat Conservation and Research in Austria (KFFÖ) initiated an acoustic monitoring scheme of bats in the Thayatal National Park. The aim of the project was to evaluate which bat species can be monitored by using acoustic methods and which methods can be used for analysing the data. During previous extensive studies in the National Park Thayatal, 74 sites had been surveyed using automatic recording units (batcorder). Of these sites, 19 were randomly selected for the present study and established as monitoring sites. The available resources allowed 6-12 sites to be surveyed per year. Two methods were used for calculating population trends: 1) Call activity (number of recorded call sequences) was processed with the programme rtrim 2.0.6 and 2) Generalised Random Encounter Models (GREM) were used to calculate population densities on the basis of automatically collected call data. Subsequently, linear regression models were applied to detect a possible population decrease or increase. The data obtained allowed trend calculations for the Common Pipistrelle, the Soprano Pipistrelle, the Alcaethoe Whiskered Bat and the Barbastelle. The two analysis methods provided largely comparable results. The results for the Alcaethoe Whiskered Bat represent the only systematic long-term data for this bat species in Austria so far. We present suggestions for optimising the monitoring programme in order to improve the statistical significance for the populations' trends of the four species and to allow trend-estimations for further bat species.

**Key words:** Bats, Chiroptera, National Park Thayatal, Acoustic Monitoring

### Akustický monitoring netopýrů vNP Thayatal

**Shrnutí:** Z vlastní iniciativy koordináčního místa pro ochranu a výzkum netopýrů v Rakousku (KFFÖ) byl iniciován akustický monitoring netopýrů v národním parku. Projektem mělo být zjištěno, jaké druhy netopýrů lze akustickým způsobem zjistit, a jaké metody analýzy jsou přitom použitelné. Při předcházejících rozsáhlých šetření bylo za pomoci automatických registračních jednotek (batcorder) zpracováno množství stanovišť. Z těchto bylo pro stávající výzkum náhodně vybráno 20 a tato byla zavedena jako stanoviště monitoringu. Zdroje, které jsou k dispozici nám umožnili, zpracovat vždy 6-12 stanovišť ročně. K výpočtu vývojové tendence stavu byly použity dvě metody: 1) Signální aktivita (počet signálních frekvencí) byla zpracována modelačním programem rtrim 2.0.6 a 2) Generalized Random Encounter Modelle (GREM) sloužily k tomu, spočítat podle automaticky zjištěných signálních údajů hustotu populace a následně posoudit úbytek a přírůstek populace na základě regresních modelů. Výpočty vývojových tendencí byly možné u netopýra hvízdavého, netopýra nejmenšího, netopýra alcaethoe a netopýra černého, přičemž obě metody analýz přinesly z větší části srovnatelné výsledky. Výsledky u netopýra alcaethoe představují doposud jediné systematické a dlouhodobé údaje pro tento druh netopýra v Rakousku. Byly uvedeny návrhy na optimalizaci programu monitoringu, čímž by došlo ke zlepšení vypovídací schopnosti u zpracovávaných druhů, a také k výpočtu vývojových tendencí několika dalších druhů netopýrů.

## Einleitung

Basierend auf den Ergebnissen einer umfangreichen Kartierung der Fledermausfauna im Nationalpark Thayatal in den Jahren 2009 und 2010 (HÜTTMEIR & REITER 2010, HÜTTMEIR et al. 2010) wurde im Jahr 2012 auf Eigeninitiative der Koordinationsstelle für Fledermausschutz und -forschung in Österreich (KFFÖ) ein akustisches Monitoring der Fledermäuse im Nationalpark Thayatal initiiert.

Innerhalb der Nationalparkgrenzen konnten 20 der 28 in Österreich aktuell bekannten Fledermausarten festgestellt werden (HÜTTMEIR & REITER 2010, HÜTTMEIR et al. 2010). Damit ergibt sich eine sehr günstige Ausgangssituation für ein Monitoring, da im Nationalpark Thayatal in Österreich seltene Fledermausarten regelmäßig vorkommen, wie beispielsweise die Nymphenfledermaus (*Myotis alcaethoe*, REITER et al. 2015).

Waldgebiete wie im Thayatal gehören zu den wichtigsten Lebensräumen für Fledermäuse. Einerseits bieten sie Quartiermöglichkeiten, z. B. in Form von Baumhöhlen oder Blitzspalten, andererseits dienen sie den meisten europäischen Arten als Jagdlebensräume. Intensive forstwirtschaftliche Praktiken und zunehmende Fragmentierung der Wälder setzen Fledermauspopulationen unter Druck (LAW et al. 2016). So sind in Österreich nur 3% der Waldflächen natürlich und 8% sehr naturnah (KIRCHMEIR et al. 2020), was die starke Beeinflussung dieses Lebensraums durch Menschen verdeutlicht. Populationsveränderungen durch anthropogene Einflüsse sind daher wahrscheinlich. Ein umfassendes Monitoring erlaubt diese Veränderungen zu antizipieren, um mit entsprechenden Maßnahmen reagieren zu können.

Traditionellerweise werden Bestandsänderungen bei Fledermäusen vor allem durch die Erfassung der Individuenanzahl in den Winter- oder Wochenstubenquartieren berechnet (VAN DER MEIJ et al. 2015, MESCHÉDE & RUDOLPH 2010). Alternativ wurden im angrenzenden Nationalpark Podyjí in Tschechien am Schwärmquartier „Ledové sluje“ regelmäßige Netzfänge durchgeführt, um so Aussagen über Bestandsänderungen treffen zu können (REITER et al. 2010). Es gibt jedoch keine Methode, mit der alle Arten gut erfassbar wären. Daher sollte im vorliegenden Projekt ausgelotet werden, welche Fledermausarten mit akustischen Methoden erfassbar, und welche Analysemethoden anwendbar sind.

## Material und Methoden

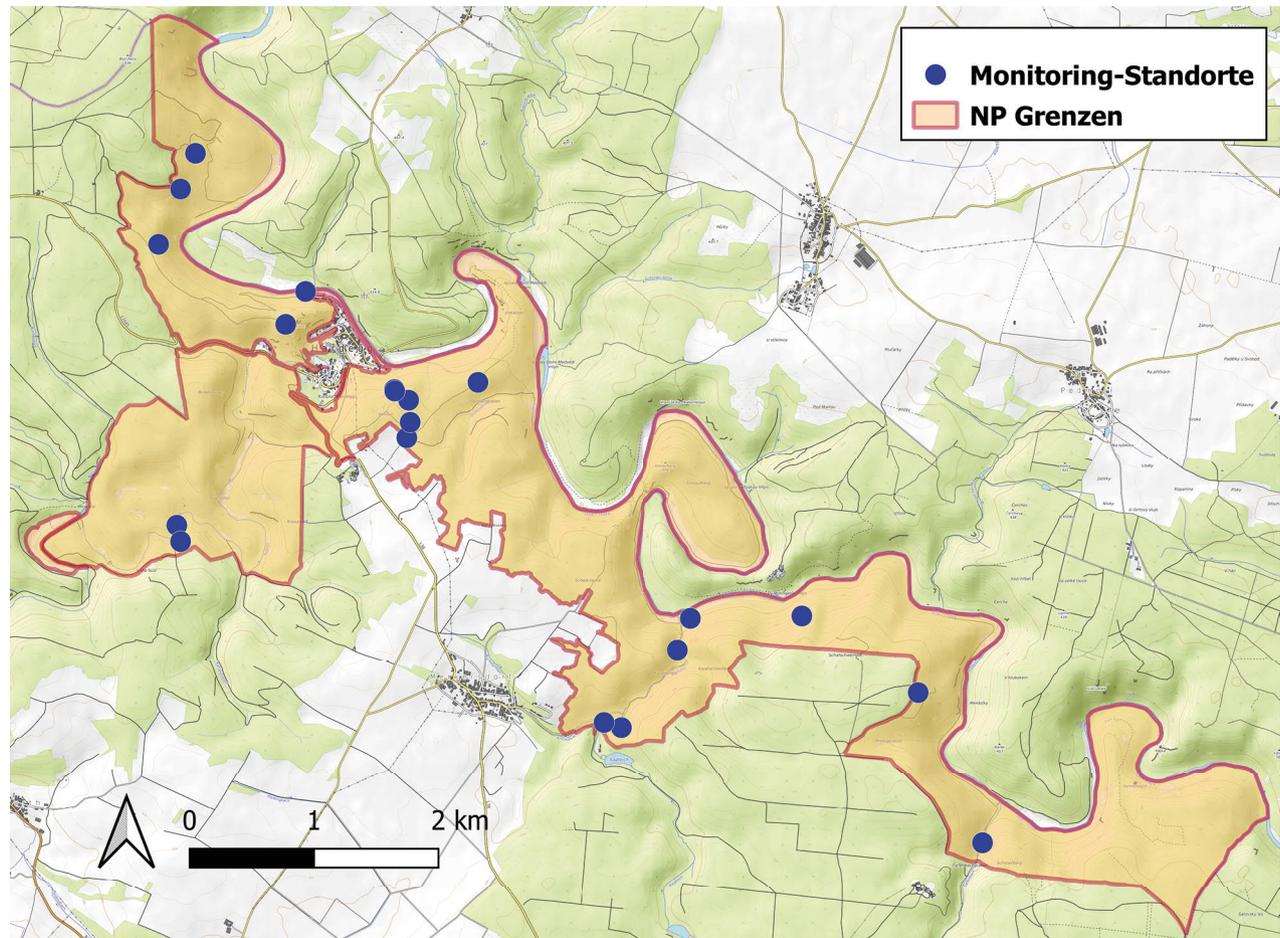
Im Rahmen der Fledermauserhebungen im Nationalpark Thayatal in den Jahren 2009 und 2010 wurden umfangreiche akustische Erhebungen mittels automatischer Aufzeichnungsgeräte (batcorder, ecoObs GmbH, Nürnberg, Deutschland) durchgeführt (HÜTTMEIR & REITER 2010, HÜTTMEIR et al. 2010, PLANK et al. 2012). Von den 74 dort bearbeiteten Standorten wurden 19 zufällig ausgewählt und als Monitoringstandorte für die vorliegende Studie weiter verwendet. Die Verteilung der Standorte deckt dabei den Nationalpark relativ gut ab (Abb. 1). Es wurden damit auch die wichtigsten Jagdhabitats für Fledermäuse im Nationalpark erfasst: Wald und Gewässer.

Aufgrund eingeschränkter Ressourcen war es nicht möglich, alle 19 Standorte jedes Jahr zu bearbeiten, und es wurden daher jedes Jahr 12 Standorte wiederum zufällig ausgewählt. Von den so ausgewählten Standorten für ein Erhebungsjahr konnten in manchen Jahren nicht alle bearbeitet werden oder es gab Geräteausfälle, sodass die Anzahl von Standorten mit Daten in einem Erhebungsjahr von 6-12 reichte (Tab. 1). Insgesamt lagen 93 Aufnahmeächte mit Daten vor. Die Erhebungen erfolgten in den Monaten Juli und August, in drei Jahren auch Anfang bis Mitte September.

Wir verwalteten und vermaßen die aufgezeichneten Rufe mit dem Programm bcAdmin4 (Version 1.1.5, ecoObs GmbH). Die vermessenen Rufe wurden mit dem Programm batIdent (ecoObs GmbH) automatisch klassifiziert. Die Ergebnisse wurden nachfolgend auf ihre Plausibilität überprüft und mittels bcAnalyze Pro 1.06 (ecoObs GmbH) im Spektrogramm validiert.

Die Mikrophone der batcorder wurden jährlich neu kalibriert und es wurden die Standardeinstellungen verwendet (400 ms post-trigger, -27 dB threshold level). Aufgezeichnet wurde jeweils die gesamte Nacht.

FRITSCH & BRUCKNER (2014) zeigten, dass Ergebnisse der Rufbestimmung stark durch die bearbeitende Person beeinflusst werden kann. Daher erfolgte die Auswertung der aufgezeichneten Rufe nur durch eine Person (Guido Reiter), sodass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse bestmöglich gegeben war. Rufsequenzen mit Sozialrufen wurden nicht in die Analysen mit einbezogen. Da Sozialrufe aufgrund ihrer niedrigen Frequenz eine deutlich größere Reichweite haben als Jagdrufe und nicht gleichmäßig über die Standorte und Jahre verteilt sind, können sie die Ergebnisse verfälschen.



**Abb. 1:** Verteilung der 19 Monitoringstandorte für das akustische Monitoring im Nationalpark Thayatal. Kartenhintergrund: OpenTopoMap

**Tab. 1:** Übersicht über die Aufnahmenächte an den Standorten im Rahmen des Projektes. 1 = vollständige Aufnahmenacht mit Daten, 0 = Aufnahmenacht ohne Daten (Geräteausfall)

| ID      | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Anzahl |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| TTH 002 | 1    | 1    | 1    | 1    |      |      | 1    | 1    |      | 6      |
| TTH 003 |      |      | 1    |      | 1    | 1    | 1    |      |      | 4      |
| TTH 004 |      |      | 1    | 1    |      |      | 1    | 0    |      | 3      |
| TTH 005 | 1    | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 8      |
| TTH 006 | 1    |      | 1    |      | 1    | 1    |      |      |      | 4      |
| TTH 007 | 1    |      |      |      | 1    | 1    |      |      | 1    | 4      |
| TTH 008 | 1    | 1    | 1    |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 6      |
| TTH 009 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 8      |
| TTH 010 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |      |      | 1    | 1    | 7      |
| TTH 011 | 1    | 1    | 1    | 1    |      | 1    |      | 1    |      | 6      |
| TTH 012 | 1    | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    |      | 6      |
| TTH 013 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |      |      |      | 6      |
| TTH 014 | 1    | 1    |      | 1    | 1    | 1    |      | 1    | 1    | 7      |
| TTH 015 | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      |      |      |      | 4      |
| TTH 016 |      | 1    | 1    | 1    |      | 1    |      |      | 0    | 4      |
| TTH 017 |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1      |
| TTH 018 |      |      |      | 1    | 1    |      |      |      | 1    | 3      |
| TTH 019 |      |      | 0    |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 3      |
| TTH 020 |      | 1    |      | 1    |      |      |      | 1    |      | 3      |
| Summe   | 12   | 12   | 11   | 12   | 11   | 11   | 6    | 10   | 8    | 93     |

Verwendet man die Anzahl an Rufsequenzen als Parameter für die relative Häufigkeit der einzelnen Arten bzw. Artengruppen, so können diese Werte analog zu den Individuenzahlen in den Sommer- und Winterquartieren mittels des Modellierungsprogramms TRIM (PANNEKOEK et al. 2005, VAN STRIEN et al. 2004) bzw. im vorliegenden Fall in der Version für das Statistikprogramm R 3.6.2. (R CORE TEAM 2021), „rtrim 2.0.6“ bearbeitet werden.

Das Programm analysiert Zählreihen nach den Regeln einer log-linearen Poisson-Regression, einer Form von GLM (Generalized Linear Model). Es errechnet – ausgehend von einem Basisjahr mit dem Wert 100 – jährliche Indexwerte. Der Vorteil dieses Analyseprogramms liegt in der Tatsache, dass Erfassungslücken auf der Zahlenbasis der kontrollierten Quartiere rechnerisch aufgefüllt werden. Die Stärke

dieses Programms liegt also in der Fähigkeit, Zeitreihen (Monitoringdaten) für Trendanalysen so einzusetzen, dass fehlende Kontrollen ausgeglichen werden. Das begünstigt die Einbeziehung „unvollständiger“ Zeitreihen und erhöht die Stichprobe. TRIM wurde für die Analyse von Zählungen aus Monitoringprojekten wild lebender Populationen entwickelt und findet schon seit einigen Jahren Anwendung durch den European Bird Census Council (EBCC) beim europäischen Vogelmonitoring (GREGORY et al. 2007, 2008). Auch für die Berechnung eines Indikators für Populationstrends in Fledermaus-Winterquartieren in Europa wurde TRIM verwendet, wobei auch österreichische Daten in die Berechnungen eingeflossen sind (VAN DER MEIJ et al. 2015).

Generalized random encounter Modelle (GREM) können verwendet werden, um anhand automatisch erhobener Rufdaten Populationsdichten zu berechnen (LUCAS et al. 2015, MILCHRAM et al. 2020). Die Modelle basieren auf der Annahme, dass ein Rufsignal eine hypothetische Linie kreuzen muss, um vom batcorder aufgezeichnet zu werden. Die Länge dieser Linie variiert mit der Einfallsrichtung des Rufsignals. Da das Rufsignal aus vielen verschiedenen Richtungen kommen kann, wird eine durchschnittliche Länge der Linie berechnet. Sie ergibt sich aus dem Erfassungswinkel des batcorders, dem Rufwinkel der Fledermäuse und der Detektionsreichweite des batcorders. Als Erfassungswinkel des batcorders wurde ein Winkel von 3,49 rad angenommen, als Rufwinkel der Gattung *Pipistrellus* 0,73 rad (SEIBERT et al. 2013) und der Gattungen *Barbastella* und *Myotis* 0,44 rad (SURLYKKE et al. 2009). Die Detektionsreichweite wurde anhand der Formel des ISO Standards „Acoustics: attenuation of sound during propagation outdoors“ (1996) berechnet. Die notwendigen Wetterparameter Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck wurden von der Wetterstation Retz/Windmühle bezogen. Eine mögliche Ab- oder Zunahme der Populationen wurde mit linearen Regressionsmodellen überprüft. Alle Analysen wurden in R 4.1.0 (R CORE TEAM 2021) durchgeführt.

### Ergebnisse

Von den 20 direkt im Nationalpark Thayatal festgestellten Fledermausarten (HÜTTMEIR & REITER 2010, HÜTTMEIR et al. 2010), konnten für vier Arten erste Trends berechnet werden. Trendberechnungen waren

für die Zwerg- und Mückenfledermaus möglich, sowie für die Mops- und Nymphenfledermaus (Abb. 2-5). Für diese Arten war eine weite Verbreitung im Nationalpark feststellbar, mit 14 bis 19 Positivnachweisen an den insgesamt 19 Standorten.

Für die Zwergfledermaus konnte bei der Berechnung eines Trends mittels rtrim aufgrund der starken interannuellen Schwankungen noch kein belastbares Ergebnis erzielt werden (Abb. 2). Auch die Ergebnisse des GREMs zeigten große Schwankungen (0,1 Individuen/km<sup>2</sup> 2018 bis zu 21,9 Individuen/km<sup>2</sup> 2019).

Im Gegensatz zur Zwergfledermaus konnte für die Mückenfledermaus eine starke Zunahme sowohl der Rufaktivität als auch der Populationsdichte festgehalten werden (Abb. 3). Hierbei fällt besonders die starke Zunahme 2019 bzw. 2020 auf. Die Populationsdichte war im Jahr 2014 mit durchschnittlich 2,1 Individuen/km<sup>2</sup> minimal und erreichte ihren Höhepunkt 2019 mit durchschnittlich 38,4 Individuen/km<sup>2</sup>. Diese Steigung war signifikant:  $F(1,7) = 7,68$ ;  $p < 0,05$ .

Während für die anderen Fledermausarten gut vergleichbare Ergebnisse der zwei Analysemethoden vorliegen, ist das Ergebnis für die Nymphenfledermaus divergierend (Abb. 4). So war für die Rufaktivität mittels rtrim eine starke Abnahme festzuhalten, während die mittels GREM berechneten Populationsdichten aufgrund der großen Schwankung keine signifikante Abnahme zeigten. Die durchschnittlichen Dichten schwankten von 0 Individuen/km<sup>2</sup> 2018 bis zu 35,8 Individuen/km<sup>2</sup> im Jahr 2014.

Für die Mopsfledermaus ergab sich anhand der Trendanalyse für die Rufaktivität eine moderate Zunahme (Abb. 5). Die Analyse der Populationsdichten ergab keine signifikante Zu- oder Abnahme. Die geringste Dichte wurde 2012 mit 0,9 Individuen/km<sup>2</sup> errechnet, die höchste 2020 mit 3,4 Individuen/km<sup>2</sup>.

### Diskussion

Für die vorliegenden ersten Trendberechnungen des akustischen Monitorings ist grundsätzlich festzuhalten, dass der Betrachtungszeitraum von neun Jahren für Fledermausdaten als sehr kurz zu bezeichnen ist und die eingeschränkten Aussagen in der Form damit zu erwarten waren. Zudem konnten aufgrund limitierter Ressourcen jährlich nur wenige Standorte bearbeitet werden. Auch dadurch waren Aussagen für weitere Fledermausarten noch nicht möglich.

Dennoch ist zu betonen, dass die vorliegenden Trends die ersten längerfristigen und systematischen Dauerbeobachtungsdaten beispielsweise für die Zwerg- und Mückenfledermaus in Österreich sind. Die vorliegenden Monitoringdaten zur Nymphenfledermaus sind sogar die einzigen Langzeitdaten zu dieser Fledermausart in Österreich. Eine Fortführung des akustischen Monitorings im Nationalpark Thayatal ist alleine schon deswegen unbedingt anzustreben, da hiermit auch Daten beispielsweise für die Berichtspflichten nach Artikel 17 der FFH-Richtlinie, verfügbar sind. Gerade für diese Art ist eine Erfassung von möglichen Bestandsveränderungen über Wochenstuben- bzw. Winterquartiere praktisch unmöglich, da sich deren Wochenstubenquartiere in Baumhöhlen befinden und nur extrem aufwändig erfasst werden können (z. B. mittels Radio-Telemetrie) und in den Winterquartieren die Art bislang nicht in Erscheinung getreten ist.

Demgegenüber liegen für die Mopsfledermaus umfangreiche Dauerbeobachtungsdaten aus Winterquartieren in Österreich vor und dies teilweise über sehr lange Zeiträume. Gerade aber für diese Art zeigt sich, dass sich deren Verhalten an den Winterquartieren im Zuge der Klimaerwärmung ändert (DE BRUYN et al. 2021, RÖSE et al. 2021) und abnehmende Individuenzahlen an den üblicherweise bearbeiteten Winterquartieren (z. B. Höhlen, Stollen, Keller, Tunnel, Ruinen) nicht unbedingt einen abnehmenden Bestandstrend darstellen müssen. Vielmehr spiegeln diese eine Verhaltensänderung mit einer vermehrten Nutzung anderer, teilweise kaum kontrollierbarer Quartiere wie Felsspalten oder Baumquartiere, wieder. In diesem Fall ist ein alternatives Monitoringprogramm extrem hilfreich, um die Ergebnisse der Langzeitdaten an den Winterquartieren besser beurteilen und einschätzen zu können.

Interessanterweise waren in diesem kurzen Zeitraum substantielle Änderungen der Vegetation registrierbar. So waren Standorte durch massiven Eisbruch mit zahlreichen umgefallenen Stämmen betroffen und Lichtungen sind stark zugewachsen. Solche strukturellen Änderungen haben natürlich Auswirkungen auf die Aktivität einzelner Fledermausarten am Standort (PLANK et al. 2012). Ein besseres begleitendes Vegetationsmonitoring, beispielsweise über systematische Fotos, würde helfen, diese Faktoren bei der Interpretation der Ergebnisse besser beurteilen zu können.

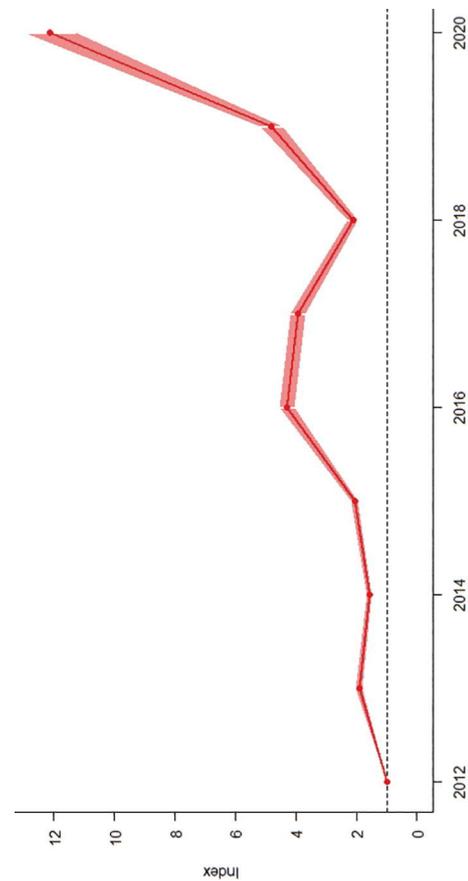
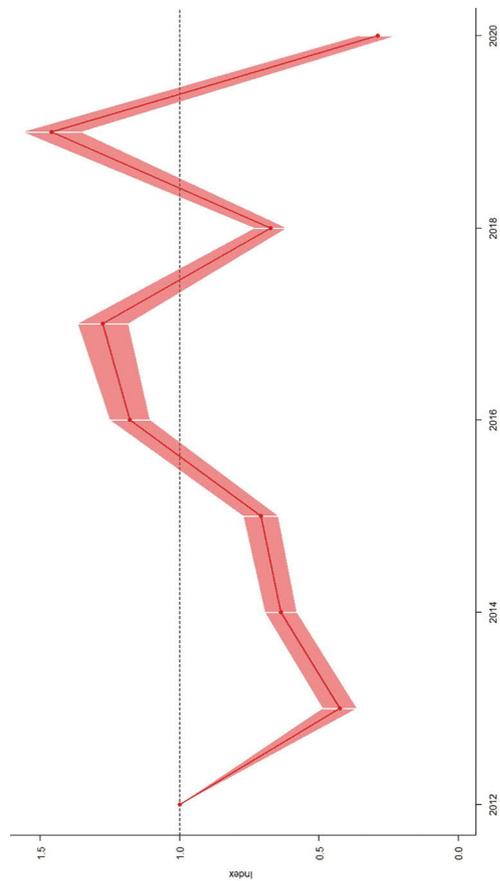
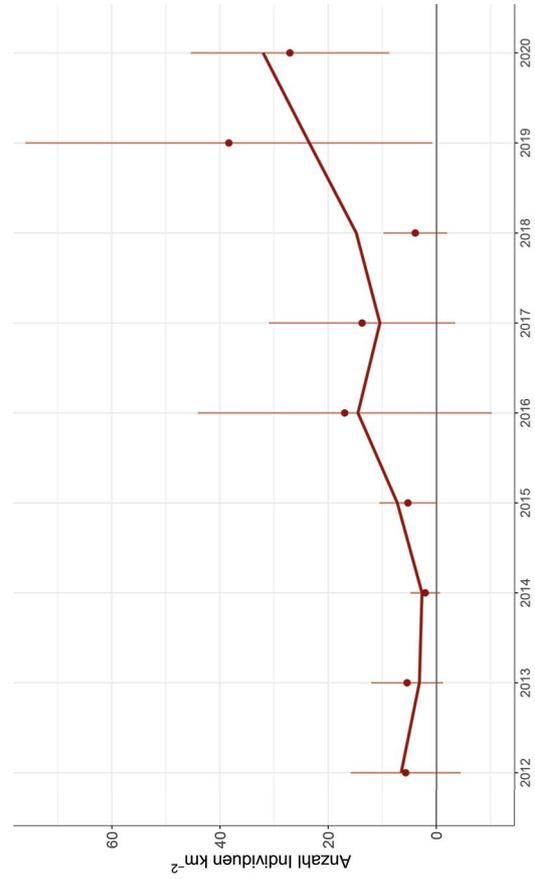
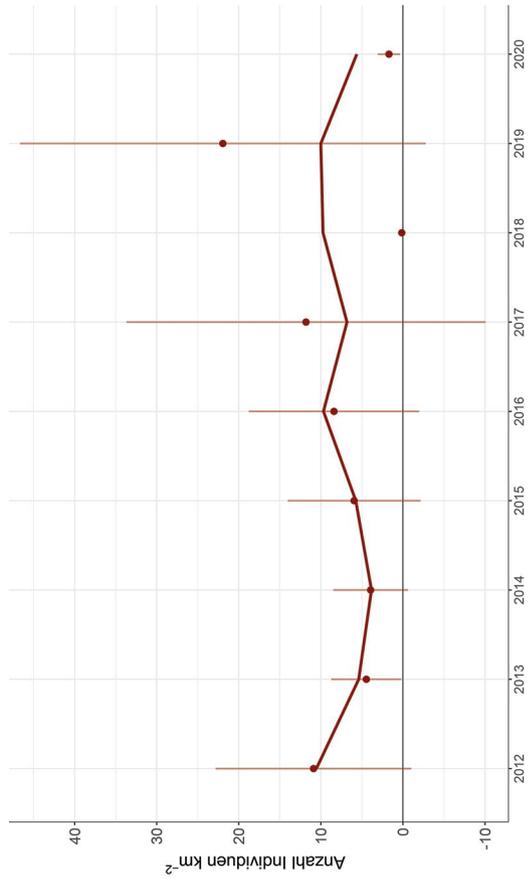
Von den im Nationalpark Thayatal vorkommenden Fledermausarten konnten bislang nur für vergleichsweise wenige Arten Bestandstrends berechnet werden. Die Gründe dafür sind folgende:

- die Aktivität der Fledermäuse variiert an Standorten von Nacht zu Nacht stark
- für seltenere Fledermausarten ist der bisherige Umfang der Erhebungen offenbar zu gering
- einzelne Fledermausarten werden mittels akustischer Methoden schlecht erfasst, da sie sehr leise Rufe verwenden (z. B. Wimperfledermaus) oder die Rufe aufgrund der hohen Ruhhöhe in der Luft so stark gedämpft werden, dass deren Reichweite extrem gering ist (z. B. Kleine Hufeisennase)
- für einige Artenpaare oder -gruppen ist keine Differenzierung der Ortungsrufe möglich (z. B. Bart- und Brandtfledermaus *Myotis mystacinus* / *M. brandtii* oder die Gattung *Plecotus*)

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei längeren Datenreihen auch für weitere Fledermausarten Aussagen getroffen werden können. So beispielsweise für die Fransenfledermaus, das Mausohr, die Nordfledermaus oder den Abendsegler.

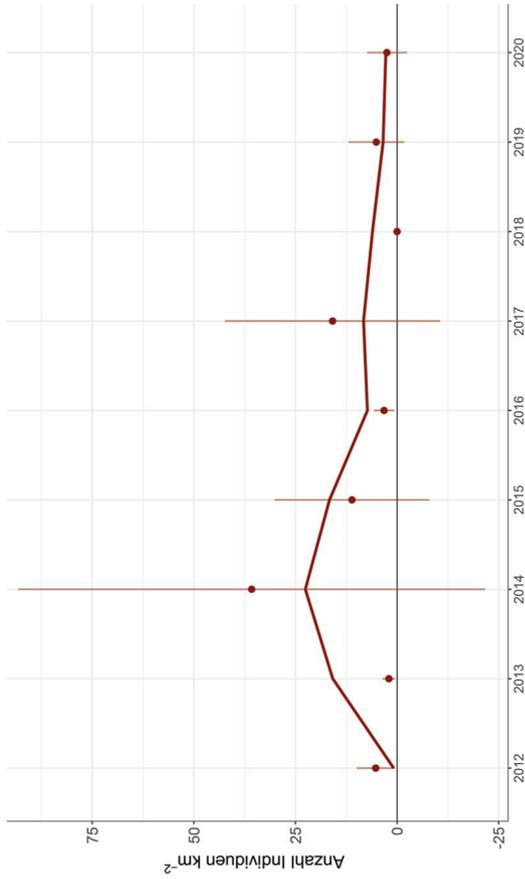
Auf Basis der ersten Ergebnisse wären folgende Optimierungen notwendig um einerseits die Aussagekraft für die hier behandelten Arten zu erhöhen und andererseits für weitere Arten Aussagen treffen zu können: Zukünftig sollte die Anzahl der jährlich erhobenen Standorte zumindest verdoppelt werden. Außerdem sollte die Anzahl der Erfassungsnächte pro Standort auf drei Nächte pro Jahr erhöht werden. Das mindert standort- und witterungsbedingte Schwankungen in der Fledermausaktivität ab. Schließlich können durch schlechte Wetterverhältnisse oder temporäre Nahrungsknappheit einzelne Standorte kurzfristig unattraktiv werden. Eine Ausweitung der Anzahl an Standorten und Erfassungsnächten würde diese temporären Effekte mildern und die Ergebnisse des Monitorings verbessern.

Wir nutzten Wetterdaten der Station Retz/Windmühle. Allerdings sind besonders die Parameter Luftfeuchte und Temperatur kleinräumig variabel. Diese Parameter beeinflussen die Abschwächung von Ultraschalllauten und damit die Reichweite der batcorder sehr stark. Daher sollten sie direkt an den batcorder-Standorten erhoben werden. Dies würde die Berechnungen zur Reichweite der batcorder genauer machen.

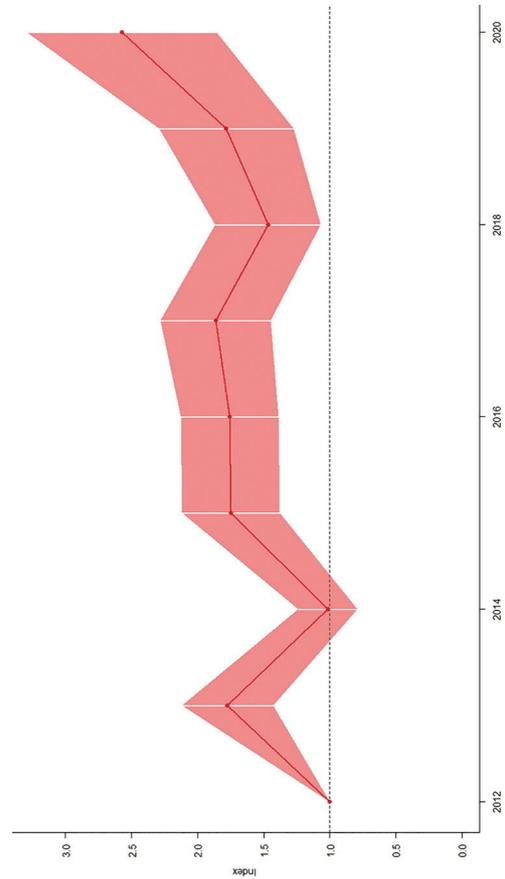
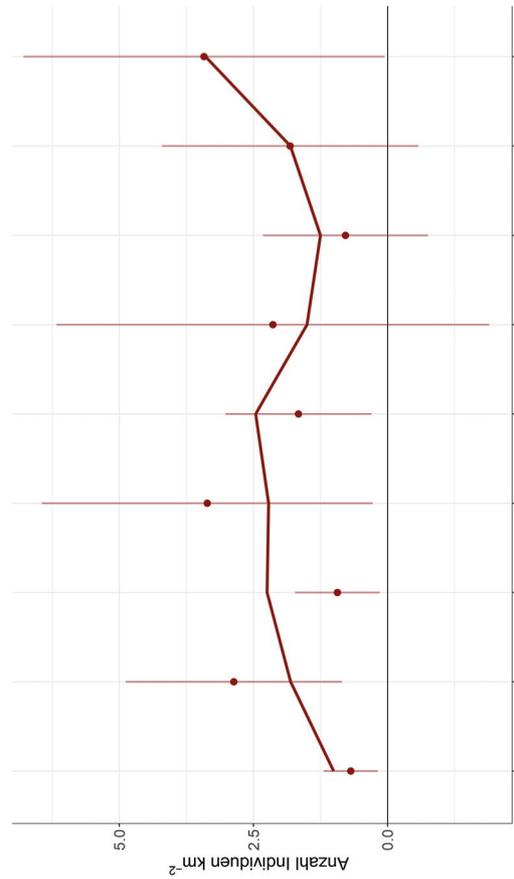
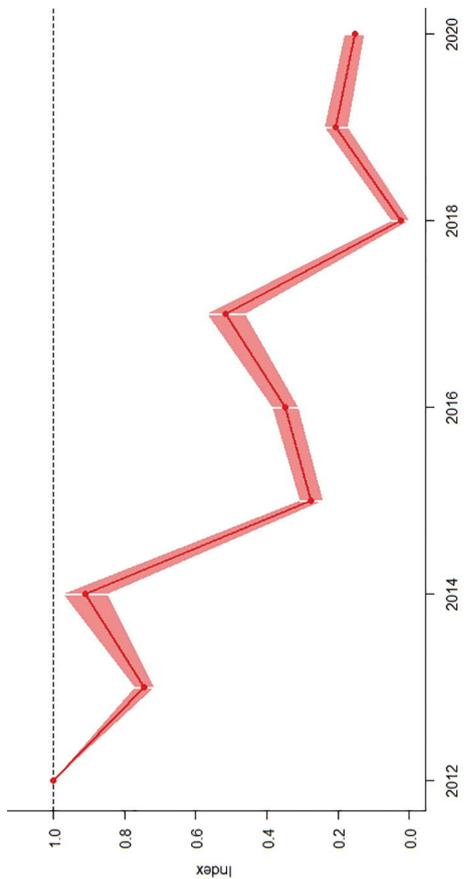


**Abb. 2:** Ergebnisse des akustischen Monitorings für die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) im Nationalpark Thayatal von 2012-2020. **Links:** Trend der Rufaktivität berechnet mit rtrim 2.0.6. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (1 = 100%, n = 16 Standorte): unsicherer Trend. **Rechts:** Die Populationsdichten der Zwergfledermaus, berechnet mit GREM. Die Punkte zeigen die jeweiligen Mittelwerte, die senkrechten Linien die Konfidenzintervalle (95%).

**Abb. 3:** Ergebnisse des akustischen Monitorings für die Mückerfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) im Nationalpark Thayatal von 2012-2020. **Links:** Trend der Rufaktivität berechnet mit rtrim 2.0.6. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (1 = 100%, n = 19 Standorte): starke Zunahme ( $p < 0.01$ ). **Rechts:** Die Entwicklung der Populationsdichte, berechnet mit GREM. Die Punkte zeigen die jeweiligen Mittelwerte, die senkrechten Linien die Konfidenzintervalle (95%).



**Abb. 4:** Ergebnisse des akustischen Monitorings für die Nymphenfledermaus (*Myotis alcathoe*) im Nationalpark Thayatal von 2012-2020. **Links:** Trend der Rufaktivität berechnet mit rtrm 2.0.6. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (1 = 100%, n = 14 Standorte); starke Abnahme ( $p < 0,01$ ). **Rechts:** Der Verlauf der Populationsdichte anhand GREM. Die Punkte zeigen die jeweiligen Mittelwerte, die senkrechten Linien die Konfidenzintervalle (95%).



**Abb. 5:** Ergebnisse des akustischen Monitorings für die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) im Nationalpark Thayatal von 2012-2020. **Links:** Trend der Rufaktivität berechnet mit rtrm 2.0.6. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (1 = 100%, n = 15 Standorte); moderate Zunahme ( $p < 0,05$ ). **Rechts:** Der Verlauf der Populationsdichte anhand GREM. Die Punkte zeigen die jeweiligen Mittelwerte, die senkrechten Linien die Konfidenzintervalle (95%).

Fledermausarten nutzen Wälder dreidimensional, die Aktivitäten verschiedener Arten variieren also entlang der Waldschichten (MÜLLER et al. 2013, PLANK et al. 2012). Um Arten wie die Nymphenfledermaus noch besser erfassen zu können, wären Standorte im Kronbereich förderlich.

Die ersten Ergebnisse des akustischen Monitorings im Nationalpark Thayatal zeigten deutlich die Möglichkeiten, aber auch Limits dieser Methode auf. Auf Basis dieser Ergebnisse erscheint eine Fortführung des Projektes nur bei Umsetzung der angeführten Optimierungsmaßnahmen sinnvoll. Aufgrund der Bedeutung der zu erwartenden Ergebnisse für den Nationalpark Thayatal, aber auch im nationalen Kontext (beispielsweise mit den einzigen verfügbaren systematischen Daten zur Nymphenfledermaus), ist eine Fortführung jedenfalls anzustreben.

**Danksagung:** Wir bedanken uns bei der Nationalpark Thayatal GmbH für die Möglichkeit, die Erhebungen durchzuführen, insbesondere bei Nationalparkdirektor Christian Übl BSc., sowie bei Mag. Claudia Waitzbauer und Mag. Christoph Milek für die gute Betreuung. Teile der verwendeten Daten wurden im Rahmen eines Projektes im Auftrag der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Naturschutz erhoben. Dieses Projekt wurde durch die Niederösterreichische Landesregierung, Abteilung Naturschutz sowie den Bund und die Europäische Union finanziert. Wir bedanken uns herzlich bei Mag. Katharina Bürger und Ulrich Hüttmeir MSc. für die Mithilfe bei den Erhebungen. Mag<sup>a</sup>. Katharina Bürger, Ulrich Hüttmeir MSc., Mag. Martin Pollheimer und Mag. Stefan Wegleitner stellten uns dankenswerterweise batcorder für die Erhebungen zur Verfügung. Mag<sup>a</sup>. Maria Jerabek danken wir für die Durchsicht des Manuskriptes und hilfreiche Anmerkungen und Mag<sup>a</sup>. Gerda Reiter für die Durchsicht des abstractes.

## Literatur

- DE BRUYN, L., GYSELINGS, R., KIRKPATRICK, L., RACHWALD, A., APOZNAŃSKI, G., KOKUREWICZ, T. (2021): Temperature driven hibernation site use in the Western barbastelle *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). – Scientific Reports 11, 1464. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80720-4>
- FRITSCH, G. & BRUCKNER, A. (2014): Operator bias in software-aided bat call identification. – Ecology and Evolution 13. 2703-2713. <https://doi.org/10.1002/ece3.1122>
- GREGORY, R.D., VORISEK, P., VAN STRIEN, A., GMELIG MEYLING, A.W., JIGUET, F., FORNASARI, L., REIF, J., CHYLARECKI, P., BURFIELD, I.J. (2007): Population trends of widespread woodland birds in Europe. – Ibis 149 (Suppl. 2): 78-97
- GREGORY, R.D., VORISEK, P., NOBLE, D.G., VAN STRIEN, A., KLIVANOVA, A., EATON, M., GMELIG MEYLING, A.W., JOYS, A., FOPPEN, R.P.B., BURFIELD, I.J. (2008): The generation and use of bird population indicators in Europe. – Bird Conservation International 18: 223-244
- HÜTTMEIR, U. & REITER, G. (2010): Fledermäuse im Nationalpark Thayatal. – Endbericht im Auftrag der Nationalpark Thayatal GmbH. 102 pp.
- HÜTTMEIR, U., REITER, A., REITER, G. (2010): Fledermäuse in den Nationalparks Thayatal und Podyjí, sowie Erstnachweis der Nymphenfledermaus (*Myotis alcaethoe* Helversen & Heller, 2001) in Niederösterreich. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 21: 433-444
- KIRCHMEIR, H., HUBER, M., BERGER, V., WUTTEJ, D., GRIGULL, M. (2020): Wald in der Krise. Erster unabhängiger Waldbericht für Österreich 2020. – Eine Studie von E.C.O. Institut für Ökologie im Auftrag des WWF Österreich, Klagenfurt: 29-31
- LAW, B., PARK, K.J., LACKI, M.J. (2016): Insectivorous bats and silviculture: balancing timber production and bat conservation. – In: Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world. Springer, Cham, 105-150
- LUCAS, T.C.D., MOORCROFT, E.A., FREEMAN, R., ROWCLIFFE, J.M., JONES, K.E. (2015): A generalised random encounter model for estimating animal density with remote sensor data. Methods in Ecology and Evolution 6: 500-509. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12346>
- MESCHEDE, A. & RUDOLPH, B.-U. (2010): 1985-2009: 25 Jahre Fledermausmonitoring Bayern. – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Umwelt Spezial 94 pp.
- MILCHRAM, M., SUAREZ-RUBIO, M., SCHRÖDER, A., BRUCKNER, A. (2020): Estimating population density of insectivorous bats based on stationary acoustic detectors: A case study. – Ecology and Evolution. <https://doi.org/10.1002/ece3.5928>
- MÜLLER, J., BRANDL, R., BUCHNER, J., PRETZSCH, H., SEIFERT, S., STRÄTZ, C., VEITH, M., FENTON, B. (2013): From ground to above canopy - Bat activity in mature forests is driven by vegetation density and height. – Forest Ecology and Management 306: 179-184. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.043>
- PANNEKOEK, A.J., VAN STRIEN, A., GMELIG MEYLING, A.M. (2005): TRIM (Trends & Indices for Monitoring Data), Vers. 3.5.3, Freeware Programm Statistics Netherlands. – [www.cbs.nl/en-GB/menu/themas/natuur-milieu/methoden/trim/default](http://www.cbs.nl/en-GB/menu/themas/natuur-milieu/methoden/trim/default) [download Nov. 2009]
- PLANK, M., FIEDLER, K., REITER, G. (2012): Use of forest strata by bats in temperate forests. – Journal of Zoology 286: 154-162. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00859.x>
- R CORE TEAM (2021): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Found. Stat. Comput. – <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74686-7>
- REITER, A., BENDA, P., HOFMANNOVÁ, A., ANDREAS, M. (2010): Project: Swarming bats in Ledové sluje. – In: I. Horacek & M. Uhrin (Eds.), A tribute to bats, 127-138
- REITER, G., BRUCKNER, A., KUBISTA, C.E., PLANK, M., POLLHEIMER, M., SUAREZ-RUBIO, M., WEGLEITNER, S., HÜTTMEIR U. (2015): Vorkommen der Nymphenfledermaus *Myotis alcaethoe* in Österreich. – In: B.-U. Rudolph (Hrsg), Verbreitung und Ökologie der Nymphenfledermaus, 85-97, Fachtagung des LfU am 22. März 2014, Bayerisches Landesamt für Umwelt
- RÖSE, N., SAUERBIER, W., FRITZE, M. (2021): Langzeitdaten von Mikroklima und Mopsfledermäusen zeigen einen Effekt des

- Klimawandels in Fledermaus-Winterquartieren. – *Nyctalus* (N.F.) 4-5: 330-342
- SEIBERT, A. M., KOBLITZ, J. C., DENZINGER, A., SCHNITZLER, H. U. (2013): Scanning behavior in echolocating Common Pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). – *PLoS One* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060752>
- SURLYKKE, A., PEDERSEN, S. B., JAKOBSEN, L. (2009): Echolocating bats emit a highly directional sonar sound beam in the field. – *Proceedings of the Royal Society* 276, 853-860. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1505>
- VAN STRIEN, A., PANNEKOEK, J., HAGEMEIJER, W., VERSTRAEL, T. (2004): A loglinear Poisson regression method to analyse bird monitoring data. – In: A. Anselin (Ed.): *Bird Numbers 1995. Proceedings of the International Conference and 13th Meeting of the European Bird Census Council, Pärnu, Estonia. Bird Census News* 13 (2000): 33-39
- VAN DER MEIJ, T., VAN STRIEN, A. J., HAYSOM, K. A., DEKKER, J., RUSS, J., BIALA, K., BIHARI, Z., JANSEN, E., LANGTON, S., KURALI, A., LIMPENS, H., MESCHÉDE, A., PETERSONS, G., PRESETNIK, P., PRÜGER, J., REITER, G., RODRIGUES, L., SCHORCHT, W., UHRIN, M., VINTULIS, V. (2015): Return of the bats? A prototype indicator of trends in European bat populations in underground hibernacula. – *Mammalian Biology* 80: 170-177

Guido Reiter ([guido.reiter@fledermausschutz.at](mailto:guido.reiter@fledermausschutz.at))

Koordinationsstelle für Fledermausschutz und -forschung in Österreich (KFFÖ), Fritz-Störk-Straße 13,  
4060 Leonding, Austria

Markus Milchram ([markus.milchram@boku.ac.at](mailto:markus.milchram@boku.ac.at))

Koordinationsstelle für Fledermausschutz und -forschung in Österreich (KFFÖ), Apostelgasse 2-14/5/47,  
1030 Wien, Austria

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliche Mitteilungen aus den Landessammlungen Niederösterreich](#)

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Reiter Guido, Milchram Markus

Artikel/Article: [Neun Jahre akustisches Fledermausmonitoring im Nationalpark Thayatal – Möglichkeiten und Limits 212-220](#)