

## Bestands- und Aktivitätsmonitoring von Zwergfledermäusen (*Pip. pipistrellus*) am Standort Machtlfinger Straße in München



### Abschlussbericht



Überwachungstechnik: ChiroTEC, Lohra  
Auswertung/ Verfasser: [REDACTED], Lohra  
Quartierbetreuerin: [REDACTED],

im Auftrag v.



Lohra, 15. September 2020

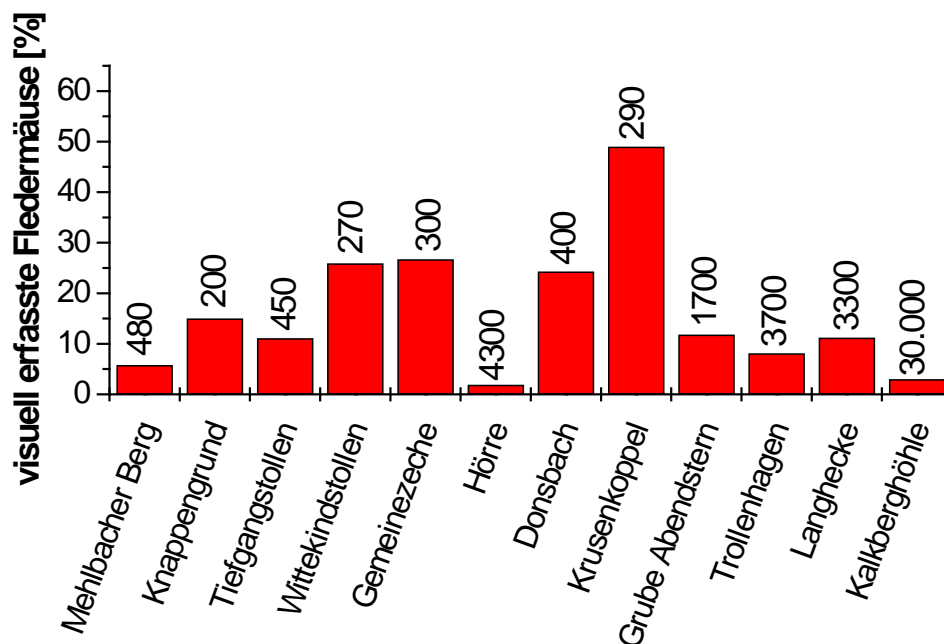


Ehemaliges Werksgelände der [REDACTED] in der Machtlfinger Straße (a), Große Halle mit mobiler Trennwand (b), Fledermauslichtschanke an der Einflugöffnung zum Heizöllager (c); Stromversorgung (d). (Quelle: Kugelschafter 2020)

## 1. Einleitung

Einen wichtigen Baustein zur Abschätzung von Beständen und Bestandsentwicklungen von Fledermäusen bilden traditionell visuelle Quartierkontrollen. Dazu werden beispielsweise im Zusammenhang mit den Winterquartierkontrollen die entsprechenden Quartiere i.d.R. einmal im Laufe des Winters begangen und Wände, einsehbare Hohlräume sowie Spalten visuell nach winterschlafenden Fledermäusen abgesucht und diese nach Arten differenziert gezählt.

Wie hoch der Erfassungsgrad bei den visuellen Untersuchungen ist, darüber konnte bis in jüngste Zeit nur spekuliert werden. Mit den automatischen Fledermauszählanlagen gibt es inzwischen jedoch eine zuverlässige Methode, die mittlerweile eine Vielzahl erstaunlicher Ergebnisse geliefert hat. So konnte in den vergangenen Jahren mittels Lichtschrankenmonitoring nachgewiesen werden, dass die Fledermausbestände insbesondere in großvolumigen und unübersichtlichen Stollensystemen bei der visuellen Erfassung deutlich unterschätzt werden. Aber selbst in vermeintlich übersichtlichen Quartieren wird oft kaum mehr als die Hälfte der tatsächlich vorhandenen Tiere gezählt, wie am Beispiel des Luftschutzstollens Krusenköpkel in Kiel zu sehen ist (KUGELSCHAFTER & HARRJE 2017).



Anmerkung: Mehlbacher Berg, Tiefgangstollen, Hörre, Langhecke, Grube Abendstern (Schieferstollen); Knappengrund, Gemeinezeche, Donsbach (Erzstollen); Krusenköppe (Luftschutzstollen); Kalkberghöhle (Naturhöhle)

**Abb. 1:** Relativer Erfassungsgrad visueller Winterquartierkontrollen bezogen auf die mittels Fledermauslichtschranken ermittelten Ergebnisse. Die Zahlen an den Säulen beziehen sich auf den Gesamtbestand (aus Kugelschafter et al 2017)

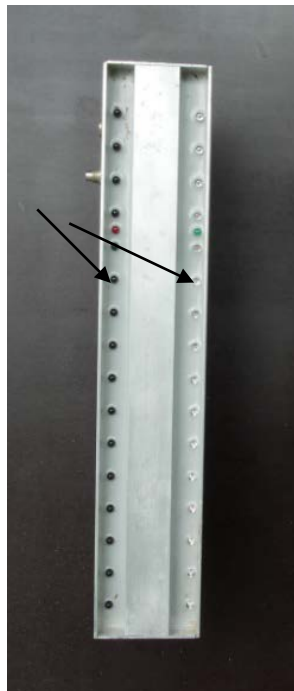
## 2. Methodik

Die Firma ChiroTEC ist ein kleiner, in Lohra im Landkreis Marburg-Biedenkopf, ansässiger Fachbetrieb. Seit Anfang der 1990er Jahre beschäftigt sich ChiroTEC mit der Entwicklung von Monitoringssystemen zur quantitativen und qualitativen Erfassung von Fledermausaktivitäten an Fledermausommer- und winterquartieren. Basis der Firmenphilosophie ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen aus Physikern, Technikern und Biologen. Eine Vielzahl eigener Projekte sowie die langjährige eigene Gutachtertätigkeit und die dabei gewonnenen Erfahrungen bilden die Basis für eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung der Überwachungstechnik. Die im Laufe der letzten Jahrzehnte entwickelte Produktpalette umfasst neben den Fledermauslichtschrankensystemen zur Zählung ein- und ausfliegender Fledermäuse und einem Fledermaus-Fotomonitoring System auch eine Anzahl weiterer Spezialentwicklungen, etwa einer elektronischen Wiegeeinheit zur automatischen Gewichtserfassung ein- und auskrabbelnder Fledermäuse sowie einer in das Überwachungssystem eingebundenen Transponder-Leseinheit.

### 2.1. Fledermaus-Monitoring mittels Fledermauslichtschranken

Das **ChiroTEC-Fledermaus-Lichtschrankensystem**, wie es in diesem Projekt zum Einsatz kam, setzt sich aus verschiedenen Modulen zusammen. Das Herzstück des Systems ist die Lichtschranken-/Loggereinheit (ChiroTEC-Fledermaus-Lichtschranken System). Hinzu kommen Batterien und Powermanager für die Stromversorgung, wobei die Verbindungskabel verbissicher in Schutzrohren verlegt sind.

**Lichtschrankensystem Liba-16:** Das Lichtschrankensmodell Liba-16 setzt sich aus zwei Modulen zusammen, einem Slave- und einem Mastermodul (siehe Abb. 2), die zwei antiparallel ausgerichtete und hintereinander geschaltete Strahlenvorhänge aus jeweils 16 Einzelstrahlen beinhalten. Die Öffnungsweite der Standardversion beträgt 36 cm \* 40-140 cm. Der Abstand zwischen den beiden Strahlenvorhängen beträgt 5 cm, der Abstand zwischen den Einzelstrahlen 1,8 cm. Die Stromversorgung der Lichtschranke erfolgt über den angeschlossenen Logger (Tricorder 9008e), der auch die Auswertung der Unterbrechungsabfolgen und die Dokumentation der Einzelereignisse übernimmt.



**Abb. 2:** Mastermodul der Liba-16: Mit Pfeilen markiert sind die Anzeigedioden für die Funktionstests. Nachdem die Fledermauslichtschranke in den Anzeigemodus für zwei Minuten aktiviert ist, wird diese Option wieder abgeschaltet.

**Tricorder 9008e:** Die Steuer- und Dokumentationszentrale des Monitoringsystems ist der Tricorder 9008e Logger. Die Unterscheidung von Ein- und Ausflügen erfolgt mittels eines internen Softwarefilters. Wird ein Strahlengang unterbrochen, wird dies zunächst entweder als Unterbrechung des äußeren oder des inneren Strahlenvorhanges vom Datenlogger registriert. Als Durchflug dokumentiert werden jedoch nur vollständige logische Unterbrechungsabfolgen, wie sie einem Ein- bzw. einem Ausflug zugrunde liegen. Dies ist unabhängig davon, wie lange ein einzelner Strahlenvorhang unterbrochen wird. D.h., wenn ein Tier von außen kommend zunächst im Strahlengang sitzen bleibt und erst nach einigen Minuten weiterfliegt, wird dies trotzdem als Einflug dokumentiert. Um eine komplette Aus- bzw. Einflugsequenz auslösen zu können, müssen „Objekte“ jedoch mindestens 5 cm groß sein. Nur dann können sie gleichzeitig beide Strahlenvorhänge unterbrechen. Damit wird auch verhindert, dass beispielsweise Mücken und kleine Nachfalter als Aus- bzw. Einflug registriert werden. Der Logger bietet neben der Erfassung von Durchflügen weitere Optionen, die normalerweise v.a. dazu dienen sollen, Störungen an der Lichtschranke zu dokumentieren. In diesem Falle wurde die Option genutzt, um Sperrzeiten durch ansitzende Tauben zu dokumentieren. Wenn ein Strahlenvorhang länger als 10 Sekunden unterbrochen wurde, wurde dies als Ereignis aufgezeichnet, unabhängig davon, wie lange diese Sperrphase dauerte.

Alle Einzelereignisse sind zeitcodiert und werden als Datenblock zusammengefasst auf einen PC übertragen. Hier werden sie mit der Auswertesoftware ChiroGraph nach verschiedenen Kriterien ausgewertet und die Ergebnisse grafisch dargestellt.



**Abb. 3:** Übersicht über das untersuchte ehemalige Werksgelände der [REDACTED]. Potentielle Einflugbereiche in die Untertagebereiche sind mit Pfeilen markiert. (Quelle: Kugelschafter 2020)

## 2.2. Installation der Überwachungstechnik

Installiert wurden die Fledermauslichtschrankensysteme am 9. November 2019 in Zusammenarbeit zwischen [REDACTED]. Da es sich bei dem für die Fledermäuse potentiell nutzbaren Bereich um einen insgesamt mehrere hundert Quadratmeter großen und vielfach untergliederten unterirdischen Quartierkomplex handelt mit Deckenhöhen von über 5m wurden exemplarisch zwei Bereiche für die Überwachung der Fledermausaktivitäten ausgewählt, der Heizungskeller sowie der im folgenden als Große Halle bezeichnete Bereich. Kameras wurden keine installiert, da sich bei den vorliegenden Artnachweise ausschließlich um Zwergfledermäuse (*Pip. pipistrellus*) gehandelt hat.



**Abb. 4:** Blick auf die Wand zum Heizungskeller. An den beiden deckennahen Öffnungen auf der linken bzw. rechten Seite wurde jeweils eine Fledermauslichtschranke installiert. Die durchgehende Spaltenöffnung an der Decke wurde dabei jedoch ausgelassen (blaue Pfeile). (Quelle: Kugelschafter 2020)



**Abb. 5:** Die Große Halle wurde der vermeintlich Dunkelbereich mit einem Gerüstnetz abgetrennt. Sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite wurde deckennah jeweils eine Lichtschranke installiert. (Quelle: Kugelschafter 2020)

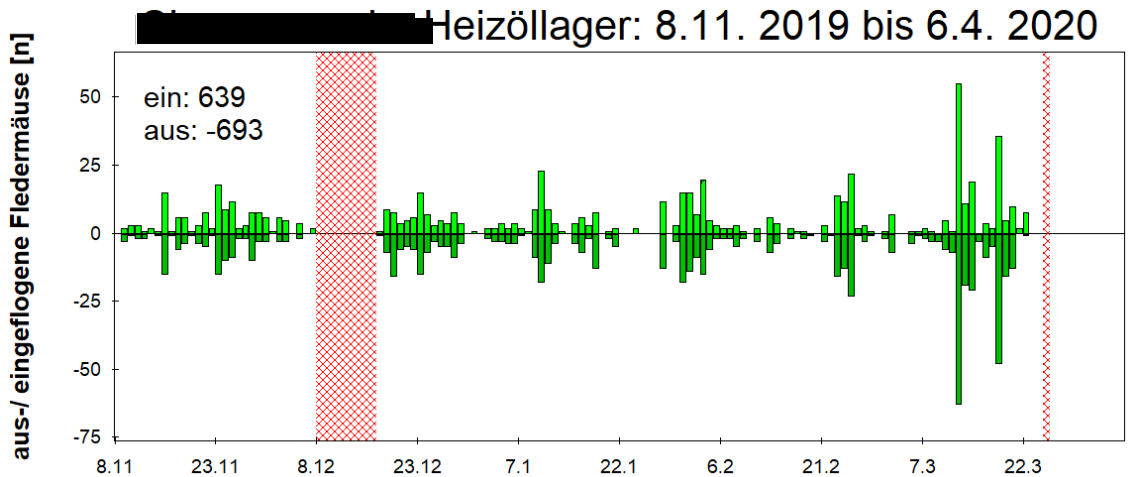


**Abb. 6:** Beide Lichtschrankeneinheiten wurden mit jeweils vier Batterien versorgt. Die potentiellen Standzeiten lagen damit bei etwa drei Monaten. (Quelle: Kugelschafter 2020)

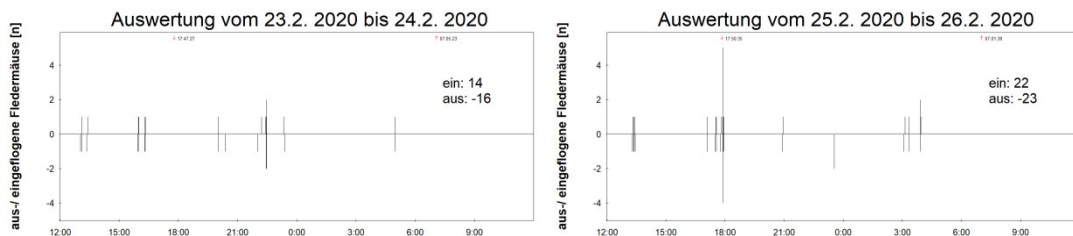
Wartungs- und Kontrolltermine: 9. November 2019 <Einbau von vier Lichtschrankensystemen durch [REDACTED]>, 26.11.2019 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 7.12.2019 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 6.1.2020 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 19.1.2020 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 2.2.2020 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 2.2.2020 <Kontrolle durch M. [REDACTED]>, 29.2.2020 <Kontrolle incl. Batteriewechsel durch [REDACTED]>, 18.3.2020 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 5.4.2020 <Kontrolle durch [REDACTED]>, 3.6.2020 <Abbau durch [REDACTED]>

### 3. Ergebnisse

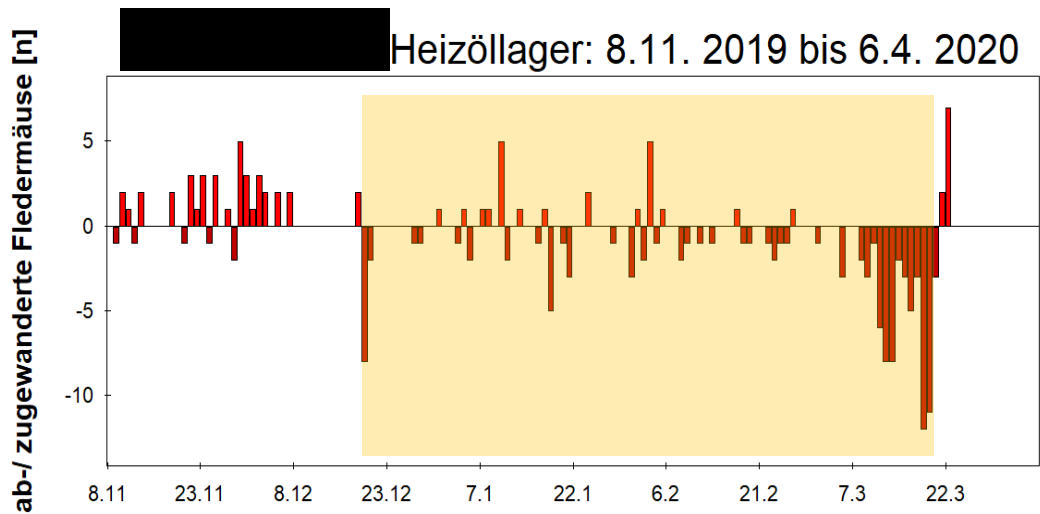
#### Nutzung des Heizöllagers durch Zwergfledermäuse



**Abb. 7:** Fledermausaktivität am Zugang zum Heizöllager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen. Die Aktivitäten beschränken sich größtenteils auf Passagen an Lichtschranke B (= Öffnung auf der rechten Seite, am 24.3.2020 kam es um 12Uhr24 zu einem Kurzschluss und einem daraus resultierenden Ausfalls der beiden Lichtschranken, vermutlich wg. eines beschädigten/ angenagten Verbindungskabel an LS A).



**Abb. 8:** Nächtlicher Aktivitätsverlauf am Zugang zum Heizöllager auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen (Minuten-Intervalle). Ein Großteil der Aktivitäten konzentriert sich auf die frühen Abendstunden. Aber auch während des Tages sind vereinzelt Ausflug-/ Einflugereignisse zu beobachten.

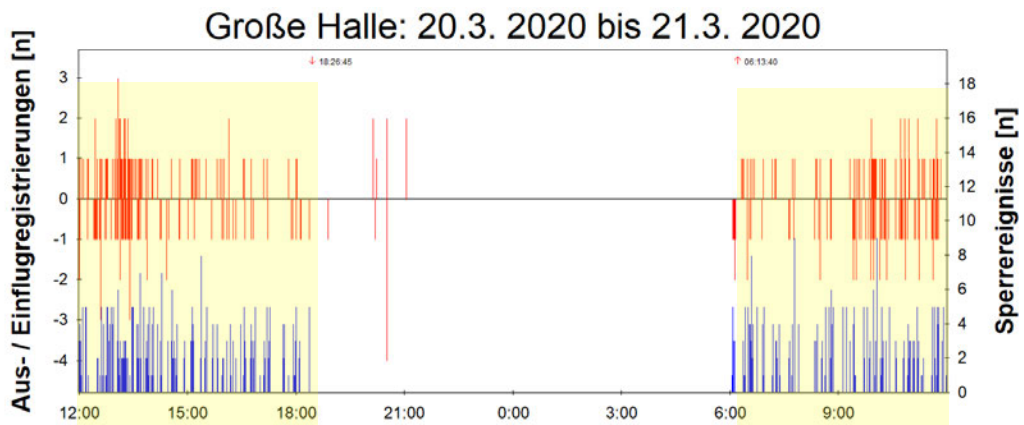


**Abb. 9:** Tägliche Bestandsveränderungen im Heizöllager auf Basis von Tagessummen. Der Überwinterungsbestand auf Basis abgewanderter Zwergfledermäuse liegt bei 95 Individuen.

**Fazit:** Wie anhand der bilanzierten Lichtschrankenergebnisse zu ersehen ist, wurde das Heizöllager im Winter 2019/ 2020 von maximal mindestens **95 Fledermäusen** als Winterquartier genutzt.

#### Nutzung der Großen Halle durch Zwergfledermäuse

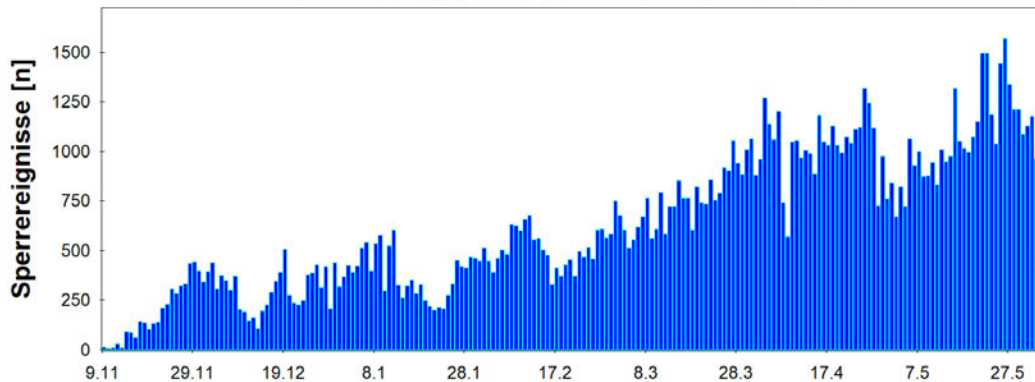
Im Gegensatz zum Heizöllager dringt in die Große Halle selbst in den im Zusammenhang mit dem Einbau der Fledermauslichtschranken abgetrennten Bereich reichlich Tageslicht. Da der Bereich weitgehend störungsfrei ist, bietet er nicht nur für Fledermäuse, sondern auch für Tauben ideale Bedingungen. Und wurde auch entsprechend genutzt. Problem dabei war, dass die Tauben nicht nur über die Lichtschrankeneröffnungen ein- und ausflogen, sondern den Rahmen als (nächtliche) Sitzwarte nutzten und dadurch die Erfassung blockierten.



**Abb. 10:** Blockadephasen von Lichtschrankenvorhängen durch Tauben incl. Lichtschrankenergebnisse. (rot dargestellt sind die Lichtschrankenergebnisse, blau die Blockadephasen, gelb unterlegt die Hellphase, kleine rote Pfeile markieren Sonnenuntergang und Sonnenaufgang). Im Gegensatz zu vielen anderen Nächten, in denen schlafende Tauben die Lichtschranken durchgehend blockierten, gab es in dieser exemplarisch dargestellten Nacht keine Blockade.



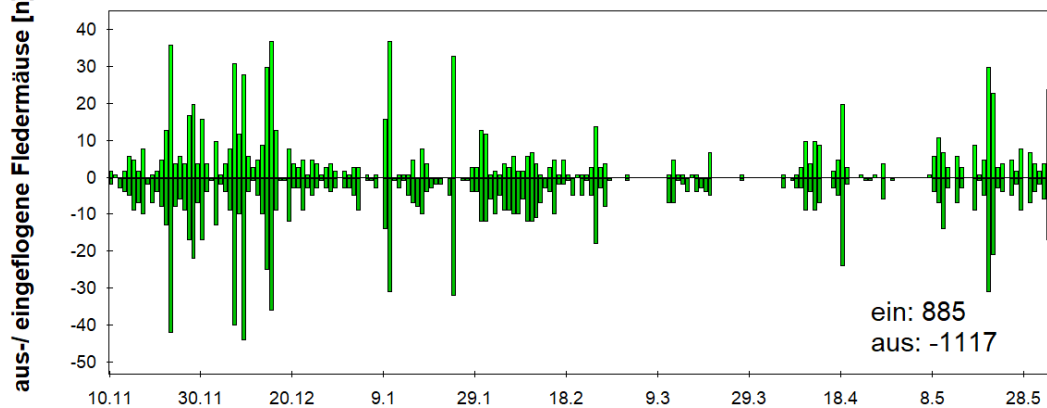
### Große Halle: 9.11. 2019 bis 4.6. 2020



**Abb. 11:** Blockadephasen von Lichtschrankenvorhängen durch ansitzende Tauben (beide Lichtschrankensysteme zusammengefasst) im Untersuchungszeitraum.

Da sich Aktivitätsbeginn bei den Fledermäuse sowie Aktivitätsende bei den Tauben insbesondere am Abend überschneiden, lassen sich die Aktivitätsphasen der beiden Spezies nicht sauber trennen. Abb. 13 gibt es deshalb ein unvollständiges Bild der Nutzung des hinteren Bereiches durch Zwergfledermäuse in der Großen Halle wider. Was aber zu erkennen ist, ist die regelmäßig Nutzung im gesamten Untersuchungszeitraum, insbesondere auch die Anwesenheit von Zwergfledermäuse im Frühsommer.

### Große Halle: 10.11. 2019 bis 3.6. 2020



**Abb. 12:** Nächtliche Zwergfledermausaktivität auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen. Bei dieser Auswertung sind die Aktivitäten wg. Verwechslungsgefahr mit Taubenaktivitäten eliminiert.

## 4. Diskussion

Die Grundlage für die Bestandsermittlung von Fledermauswinterbeständen bilden i.d.R. visuelle Erfassungen, umgangssprachlich auch als „Taschenlampenzählung“ bezeichnet. Automatisierte Bestandszählungen lassen jedoch auf eine erhebliche Dunkelziffer an „unsichtbaren“ Überwinterern schließen. Die Dunkelziffer ist abhängig sowohl Quartiertyp (s. Abb. 1) als auch von der Spezies. Zu den Versteckünstlern zählen neben Langohren (*Plec. spec.*) und Bechsteinfledermäusen (*M. bechsteinii*) insbesondere die Zwergfledermäuse. So wurden beispielsweise im Marburger Schlosskeller bei der winterlichen Kontrolle 1994 250 Tiere gezählt, während mittels der damals gerade neu entwickelten Fledermauslichtschranke über 6.000 Winterschläfer ermittelt wurden. Möglich ist eine automatisierte valide Bilanzierung von Fledermausüberwinterungsbeständen jedoch nur in abgegrenzten Quartierbereichen mit definierten lichtschrankenkonformen Aus- und Einflugöffnungen. Bei dem untersuchten Keller in der Machtlfingerstraße handelt es sich um einen weitläufigen Quartierkomplex mit großen Zugangsöffnungen und zahllosen nicht einsehbaren Spalten, so dass eine valide Lichtschranken-zählung mit vertretbarem Aufwand hier nicht möglich war.



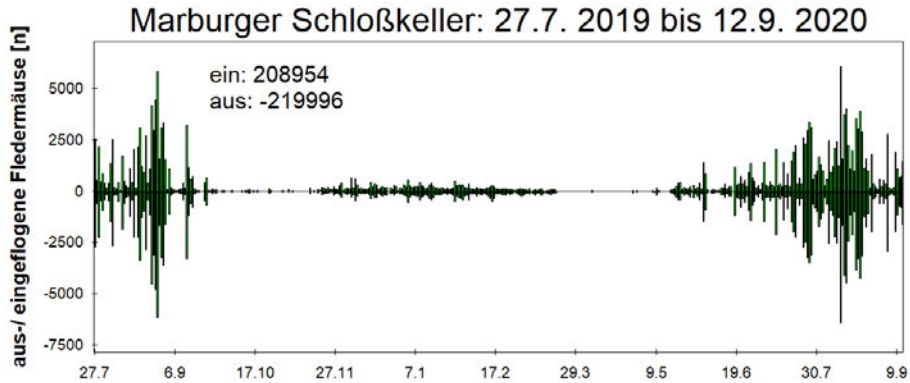
**Abb. 13:** Zwischen den Querträgern gibt es eine Vielzahl kleinster Spalten, die von den Zwergfledermäusen genutzt werden können, und wie die Befunde von [REDACTED] belegen, auch tatsächlich genutzt werden. (Quelle: Kugelschafter 2020)

Aus diesem Grunde beschränkte sich die Erhebung auf zwei Kellerbereiche. Auch wenn die ermittelten Überwinterungszahlen hier vergleichsweise niedrig sind, belegen die Ergebnisse nicht nur die mehr oder weniger durchgängige winterliche Aktivität, sondern auch eine Nutzung im Frühsommer. D.h., es handelt sich beim Quartierkomplex Machtlfinger Straße um ein unter Zwergfledermäusen bekanntes und etabliertes Winterquartier mit einer ganzjährigen Nutzung.

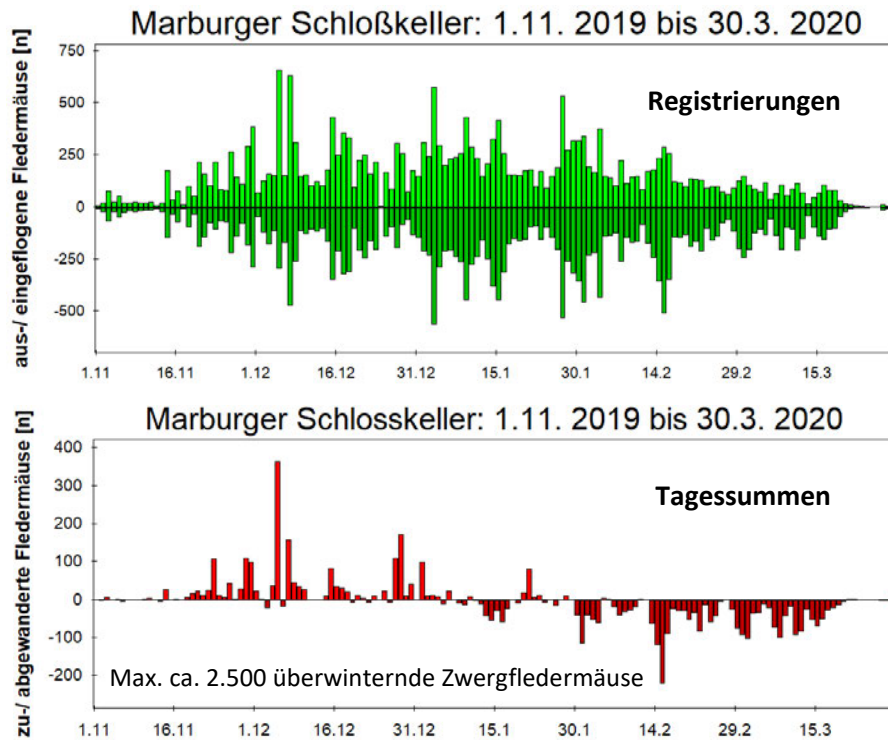
Wie diese Nutzung bei Zwergfledermäusen aussieht, zeigt das Beispiel Marburger Schlosskeller mit einem Überwinterungsbestand von rund 2.500 Zwergfledermäusen. In Abb. 14 ist der saisonale Aktivitätsverlauf der Zwergfledermäuse im Marburger Schlosskeller dargestellt. Abgesehen von Mitte September bis Ende Oktober und Mitte April bis Mitte Mai ist nahezu durchgehend Fledermausaktivität im Schlosskeller zu verzeichnen.

Die Zwergfledermäuse halten demzufolge mehr oder weniger ganzjährig Kontakt zu ihren Winterquartieren, ein Befund, der auch für die Machtlfinger Straße gelten dürfte. Die höchsten Aktivitäten sind zwischen Mitte Juni und Anfang September zu verzeichnen, der sogenannten

„Schwärmphase“ der Fledermäuse. Dabei handelt es sich um einen für die Traditionsbildung entscheidenden Zeitraum, in dem die Jungtiere auf Erkundungstour unterwegs sind und dabei auch potentielle Winterquartiere kennenlernen. SIMON ET AL (2004) schätzen, dass die Anzahl Zwergfledermäuse, die einen Bezug zum Marburger Schlosskeller haben, deshalb auch mindestens um den Faktor 5 höher liegt als der eigentliche Überwinterungsbestand.



**Abb. 14:** Fledermausaktivität im Marburger Schlosskeller auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen im Zeitraum 27.7.2019 bis 12.9.2020 (eigene Daten, unveröff.).



**Abb. 15:** Fledermausaktivität im Marburger Schlosskeller im Winter 2019/ 2020. Obere Grafik: Aktivität auf Basis von Lichtschrankenregistrierungen, untere Grafik: Aktivität auf Basis von Tagessummen (= Bestandsveränderungen) (eigene Daten, unveröff.).

Im Gegensatz zu den unterirdisch überwinternden Myotis-Arten weisen Zwergfledermäuse vergleichsweise kurze Torporphasen auf. Im Marburger Schloßkeller herrscht auch während der Wintermonate ein reges Kommen und Gehen, vergleichbar mit der Aktivität am Heizöllager. Auf der Basis von Tagessummen ist zu erkennen, dass im Winter 2019/ 2020 bereits am 8. Januar 2020 die Abwanderung eingesetzt hat. Entsprechend schwierig ist die Ermittlung eines konkreten Überwinterungsbestandes bei Zwergfledermauswinterquartieren.

## 5. Literatur

Kugelschafter K. & Harrje C. (2017) Results of a multiannual monitoring with focus on bat activity and population size in a former air-raid shelter in the city of Kiel, Germany. Posterpräsentation auf der 91. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde, Abstracts: 96.

Kugelschafter K., Horvath T., Spruck B. & Volk T. (2017) How precise are population counts at hibernation sites? Posterpräsentation auf dem 14th European Bat Research Symposium (EBRS) in Donostia, Spanien, Abstracts: 130.

Simon et al (2004): zit. in BfN Anhang IV-Arten: Ökologie und Lebenszyklus der Zwergfledermäuse: 3 pp