Berichte Naturwiss. Verein für Bielefeld und Umgegend **53** (2015), S. 248 - 267

Aktivitäten von Fledermäusen in der Hohlsteinhöhle (Kreis Lippe)

Arnt BECKER, Matthias FÜLLER, Astrid FÖLLING und René REIFENRATH
(Arbeitsgruppe Fledermäuse der Biologischen Station Lippe)

Mit 19 Abbildungen und 1 Tabelle

Inhalt **Seite**

1. Einleitung 250
2. Charakterisierung der Hohlsteinhöhle 250
3. Methodik 251
3.1 Optische Kontrollen des Winterquartiers 251
3.2 Automatische Registrierungseinheiten 251
4. Ergebnisse 252
4.1 Temperaturverläufe in der Hohlsteinhöhle 252
4.2 Winterquartierkontrollen 254
4.3 Fledermausaktivitäten in der Hohlsteinhöhle im Jahresverlauf 258
5. Diskussion 263
5.1 Aktivitätsmuster am Eingang der Hohlsteinhöhle 263
5.2 Aktivitätsmuster im Inneren der Hohlsteinhöhle 263
6. Konsequenzen für den Quartierschutz 266
7. Danksagung 267
8. Literatur 267

Ansprechpartner:
Arnt Becker, Am Hüttensiek 9, D-33739 Bielefeld, Email: arnt.becker@roebeck.de

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Projektes "Bedeutung der Felsklippen und Höhlen im Gebirgszug von Teutoburger Wald und Egge für Fledermäuse" der Biologischen Station Lippe konnte neben weiteren Höhlenbildungen die Hohlsteinhöhle intensiver untersucht werden. Hierbei wurden die Nutzung der Höhle durch Fledermäuse im Verlauf des Jahres und die Dynamik der Bestände insbesondere des Großen Mausohrs im Inneren der Höhle betrachtet.

Bei den 5 winterlichen Kontrollterminen wurde ein erheblicher Anstieg der Fledermauszahlen insbesondere beim dominierenden Großen Mausohr zum Spätwinter hin festgestellt. Damit einher geht die verstärkte Bildung von Clustern des Großen Mausohrs aus bis zu 35 Tieren. Durch Aktivitätsmessungen am Eingang der Höhle konnte ausgeschlossen werden, dass die Tiere in nennenswertem Umfang neu eingeflogen waren, es handelte sich also um Hangplatzverlagerungen aus nicht kontrollierbaren Höhlenbereichen.

Die ganzjährigen Aktivitätsmessungen mittels passiver Infrarot-Sensoren (Motionfox-Mini) auch im Inneren der Hohlsteinhöhle zeigen, dass die Hohlsteinhöhle fast während des gesamten Jahres durch Fledermäuse genutzt wird. Vier Aktivitätsphasen, Sommer-Herbst-Schwärmphase und Einflug ins Winterquartier, winterliche Ruhephase, spätwinterliche Aktivitätsphase und Ausflug sowie die Frühjahrsschwärmphase, werden unterschieden. Bevor durch Fledermäuse genutzte Höhlen daher z.B. zu touristischen Nutzungen in der vermeintlich Fledermaus freien Zeit freigegeben werden, ist in jedem Einzelfall die Nutzung durch Fledermäuse im Detail zu klären.

1. Einleitung

Die Hohlsteinhöhle liegt östlich der Ortschaft Kohlstädt in den Oberkreidekalken des Eggevorlandes in rund 420 m ü. NN Höhe und ist mit einer Gesamtganglänge von über 360 m die größte Höhle des Kreises Lippe. Die Höhle und das enge Umfeld des Höhleneingangs sind als FFH-Gebiet (DE-4119-305) europarechtlich geschützt. Ihre Funktion als Winterquartier für Fledermäuse ist seit langem dokumentiert. Eine Zusammenstellung der bekannten Daten seit 1922 bis heute mit den Fledermausarten und ihren Bestandszahlen findet sich bei Füller et al. (2012). Im Rahmen eines von der Stiftung für die Natur Ravensberg (Kirchlengern) und der Kurt-Lange-Stiftung (Bielefeld) finanzierten Forschungsprojektes der Biologischen Station Lippe[1] konnte die Hohlsteinhöhle neben weiteren Höhlenbildungen im Kreis Lippe (Kellerloch in der Bielsteinschlucht, Lukenloch, Sonnenloch und Silberort) intensiver untersucht werden. Neben verschiedenen anderen Fragestellungen (siehe auch Fölling et al. 2013) sollten hierbei Fragen zur Nutzung der Hohlsteinhöhle durch Fledermäuse im Verlauf des Jahres und zur Dynamik der Bestände, insbesondere der Bestände des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*), geklärt werden. Hierzu soll im Folgenden berichtet werden.

2. Charakterisierung der Hohlsteinhöhle

Die Hohlsteinhöhle ist eine typische spaltenförmige in den Kreideschichten des Turons liegende Klufthöhle. Der Höhleneingang (Abb. 1 und 2) ist seit den späten Siebzigerjahren durch ein Gitter verschlossen. Von den über 360 m Gesamtganglänge der Höhle sind ohne spezielle Ausrüstung und Kenntnisse nur ca. 87 m befahrbar (siehe Abb. 6). In diesem Bereich hat die Höhle eine Höhe von bis zu 30 m. Nur dieser ohne Hilfsmittel befahrbare Bereich vom Eingang bis zum Kamin am Ende der Bischofskammer wurde im Rahmen des Projektes und bei den regelmäßigen Winterkontrollen untersucht.



Abb. 1: *Umfeld des Höhleneinganges*



Abb. 2: *Vergitterter Eingang*

1 Forschungsprojekt der Biologischen Station Lippe zur „Bedeutung der Felsklippen und Höhlen im Gebirgszug von Teutoburger Wald und Egge für Fledermäuse" gefördert durch die Stiftung für die Natur Ravensberg (Kirchlengern) und die Kurt Lange Stiftung (Bielefeld).

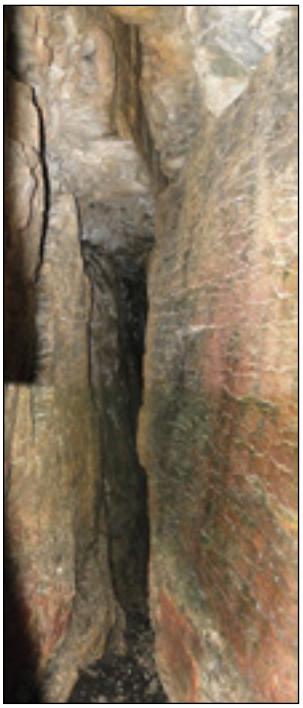


Abb. 3: *Aspekt.*



Abb. 4: *Teil der Engstelle.*



Abb. 5: *Datenlogger*

3. Methodik

3.1 Optische Kontrollen des Winterquartiers

Der ohne Hilfsmittel befahrbare Teil der Hohlsteinhöhle wurde im Winter 2011/2012 an fünf Terminen (03.12.2011, 28.01.2012, 25.02.2012, 10.03.2012 und 30.03.2012) begangen und die vom Boden der Höhle sichtbaren Fledermäuse nach Art und Anzahl getrennt in vier Höhlenabschnitten erfasst. Des Weiteren wurde beim Großen Mausohr die Gruppengröße (Clustergröße) am Hangplatz erfasst, wobei Einzeltiere und Zweiergruppen zusammengefasst wurden.

3.2 Automatische Registrierungseinheiten

Zur Messung der Bewegungsaktivitäten der Fledermäuse in der Hohlsteinhöhle wurden 6 Bewegungsdatenlogger der Fa. Scanntronik (Motionfox-Mini) (siehe auch Abb. 5) eingesetzt. Diese registrieren und zählen über einen passiven Infrarotsensor (PIR) Bewegungen warmer Körper (im Idealfall also Fledermäuse) innerhalb ihres Messfeldes mit ihrem genauen Zeitpunkt. Das Messfeld entspricht vom Sensor aus einem 90°-Kegel und erstreckt sich über ca. 2 Meter Länge. Diese Art der Aktivitätsmessung umfasst natürlich nur kleinräumige, exemplarisch ausgewählte Höhlenbereiche und erlaubt darüber hinaus keine Aussage zur Richtung des Fluges oder gar zur Art der vorbeifliegenden Fledermaus. Vor dem Messgerät auf und ab fliegende Fledermäuse z. B. zur Schwärmzeit bedingen mehrere bis viele Ereignisse. Die Ereigniszahlen sind daher nicht gleichzusetzen mit Individuenzahlen. Die Standorte der Motionfox-Datenlogger sind in der Abb. 6 dargestellt.

Zusätzlich verfügten die Aktivitätsdatenlogger über Temperatursensoren mit einer

Auflösung von 0,1 °C und einer Toleranz von ±1 °C. Um die Temperatur als einen möglichen Faktor bei der zeitlichen Steuerung der Aktivitäten in der Höhle einschätzen zu können, wurden an 3 Standorten (Abb. 6) weitere Temperaturdatenlogger der Typen Voltcraft DL-120 TH und Voltcraft DL-180 THP exponiert. Diese Datenlogger zeichnen ebenfalls Daten zur relativen Luftfeuchte auf. Aufgrund der teilweise recht rauen Umgebungsbedingungen insbesondere der Einwirkung von Wasser und anderer technischer Probleme waren erhebliche Ausfälle der Voltcraft-Datenlogger zu beklagen, sodass lediglich der außerhalb der Höhle positionierte Datenlogger zur weiteren Auswertung herangezogen wurde.

Die Auslesung der Daten erfolgte mittels eines Netbooks mit Windows-Betriebssystem.

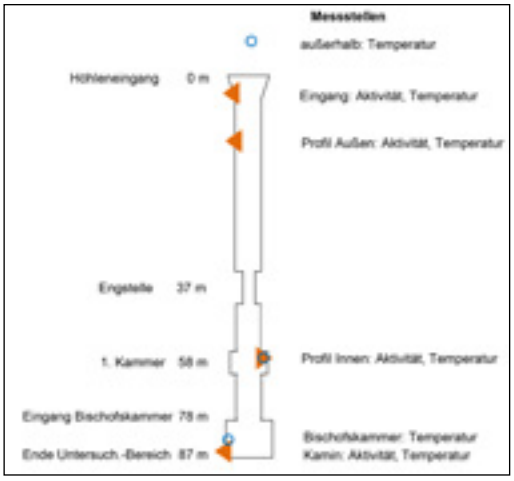


Abb. 6: *Prinzipskizze der Hohlsteinhöhle und Standorte der Datenlogger.*

4. Ergebnisse

4.1 Temperaturverläufe in der Hohlsteinhöhle

4.1.1 Außentemperaturen

Aufgrund auch am Standort „Hohlsteinhöhle außen" nicht komplett vorliegender Temperaturdaten werden für die weitere Auswertung die Temperaturen an der privaten Wetterstation Feldrom[2] ersatzweise verwendet. Vorab erfolgt mit den vorliegenden Daten ein direkter Vergleich der beiden Messstationen, um abzuschätzen, ob die Daten der Wetterstation geeignet sind die Verhältnisse an der Hohlsteinhöhle wiederzugeben. Die beiden Temperaturgänge ähneln sich sehr stark, wobei die Wetterstation Feldrom in der Regel eine etwas höhere Tagesspanne sowohl nach oben als auch unten hat. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da der Gerätestandort "Hohlsteinhöhle außen" im Wald und ein wenig geschützt in einem mit vielen Löchern präparierten Nistkasten lag. Hiervon abgesehen, sind die Temperaturwerte der Wetterstation Feldrom als Vergleichswerte für die Außentemperatur an der Hohlsteinhöhle geeignet.

4.1.2 Temperaturen an und in der Hohlsteinhöhle

Die Abb. 7 zeigt an den Messstandorten in der Hohlsteinhöhle mit Ausnahme der Kälteperiode Ende Januar bis Mitte Februar eine hohe Temperaturkonstanz im Bereich von 5 bis 6,5°C. Lediglich die Temperaturen am Höhleneingang folgen stärker den Außentemperaturen.

In der Abb. 8 sind die Temperaturverhältnisse in der Hohlsteinhöhle in der kalten Jahreszeit von Anfang Oktober 2011 bis

2 Wetterstation Feldrom, Martin Dannhauser, Velmerstotweg 12, D-32805 Horn-Bad Meinberg; http://wetter.dannhauser.eu

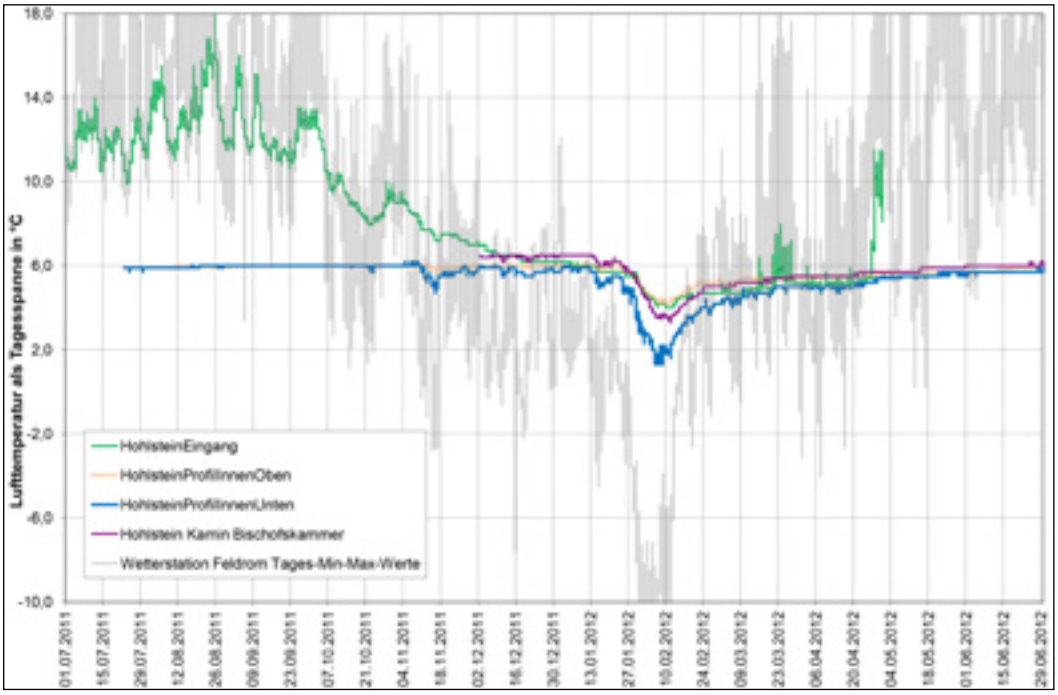


Abb. 7: *Jahrestemperaturverlauf an und in der Hohlsteinhöhle.*

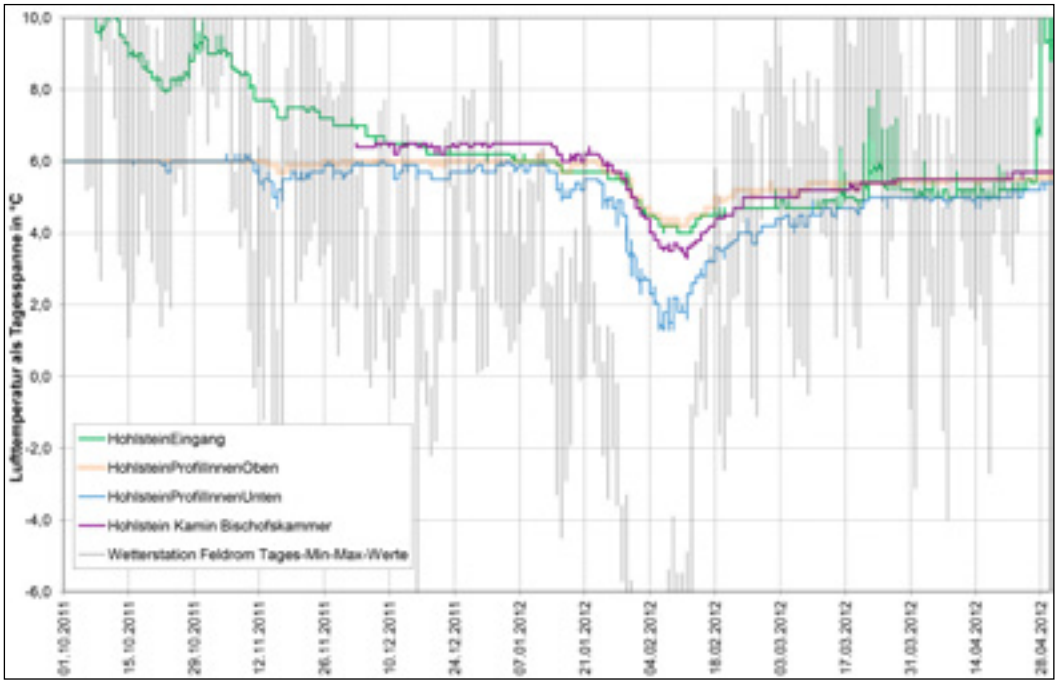


Abb. 8: *Wintertemperaturen an und in der Hohlsteinhöhle.*

Ende April 2012 bei gespreizter Ordinate dargestellt. Erstmalig Mitte November, wenn die Außentemperaturen zumindest nachts im Minimum deutlich und länger unter die Höhleninnentemperaturen sinken, fließt schwerere Kaltluft bis in die Bischofskammer und beeinflusst dort die Temperaturen. Diese Beeinflussung ist wegen der bis Ende Januar 2012 geringen Temperaturdifferenz zwischen außen und innen eher klein und erreicht kaum 1°C Differenz zum Sommerwert. Erst die Anfang Februar deutlich in den Minusbereich sinkenden Außentemperaturen vermögen die Temperaturen an den Messgeräten deutlicher zu drücken (bis auf ca. 1,5°C). Obwohl das Messgerät im Kamin am Ende der Bischofskammer absolut gesehen tiefer liegt wurden am Messpunkt „Profil innen unten" die tiefsten Temperaturen gemessen, da es relativ frei in der Luft an der Profilstange befestigt war. Der Motionfox-Datenlogger am Ende der Bischofskammer lag auf die Lufttemperatur pufferndem Fels auf.

Die Temperaturen im Eingangsbereich der Hohlsteinhöhle sind, wie oben bereits gesagt, in den Sommermonaten deutlich höher als im Inneren, mit einem Maximum bei ca. 18°C. Im Herbst sinken die Temperaturen kontinuierlich auf die gleichen Werte wie im Inneren der Höhle. Im Februar sinken sie dann auf den ersten Blick kurioserweise nicht so tief wie im Innern der Höhle. Erklären lässt sich dieses Phänomen durch die parallel zur einfließenden Kaltluft aufsteigende "Warmluft" aus der Höhle. An der Decke kurz hinter dem Eingang zur Höhle herrschen also im tiefsten Winter höhere Temperaturen als in Bodennähe unten in der Höhle.

Bei der Interpretation der gemessenen Temperaturwerte darf man aber nicht vergessen, dass an den Hangplätzen der Fledermäuse, besonders in engen Spalten, abweichende Temperaturen herrschen können. So ergibt sich in den Quartieren eine Vielzahl von mikroklimatisch unterschiedlichen potentiellen Überwinterungsorten, die in Abhängigkeit der jeweiligen Präferenz der unterschiedlichen Arten genutzt werden können. Die gemessenen Temperaturen bieten insofern nur Anhaltswerte für die Quartiereignung der einzelnen Standorte.

4.2 Winterquartierkontrollen

4.2.1 Arten und Zahlen

Die Tab. 1 gibt die Ergebnisse der Quartierkontrollen während des Winters 2011/2012 wieder. In diesem Winter konnten in der Hohlsteinhöhle mindestens 6 Arten (wahrscheinlich 7 wegen der fehlenden Differenzierung bei den Bartfledermäusen) festgestellt werden. Bei früheren Winterquartierkontrollen

Hohlsteinhöhle		**RL NRW TL/BL**	**03.12. 2011**	**28.01. 2012**	**25.02. 2012**	**10.03. 2012**	**30.03. 2012**
Bartfledermaus*	Myotis myst/bran		1	12	7	16	13
Braunes Langohr	Plecotus auritus	G/G		2	3		
Fransenfledermaus	Myotis nattereri	*/V		2	3	2	
Großes Mausohr	Myotis myotis	2/2	9	158	300	412	207
Teichfledermaus	Myotis dasycneme	G/G	2	10	14	22	13
Wasserfledermaus	Myotis daubentonii	G/G	6	11	10	4	7
Unbestimmt (UFO)				2	5	2	1
Summe			**18**	**197**	**342**	**458**	**241**

Tab. 1: *Ergebnis der Winterquartierkontrollen 2011/2012*

* *Die Arten Große Bartfledermaus (RL NRW 2/2) und Kleine Bartfledermaus (RL NRW 3/3) (LANUV 2011) werden bei der Winterquartierkontrolle nicht differenziert.*

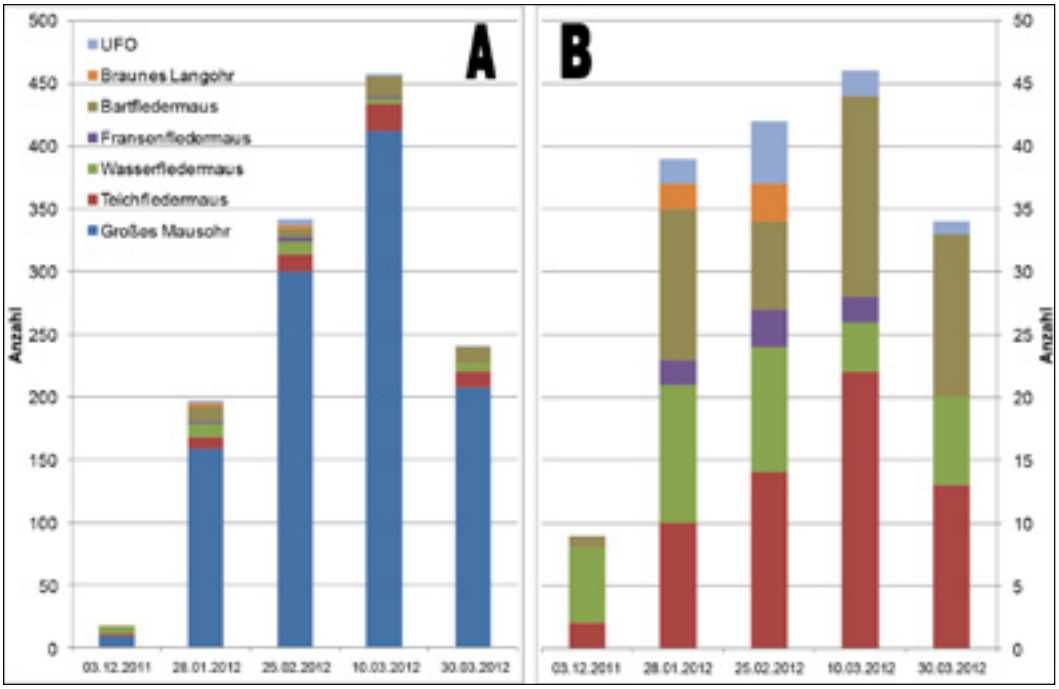


Abb. 9: *Fledermausarten und Zahlen bei den Winterkontrollen; A: mit Großem Mausohr; B = ohne Großes Mausohr*

(seit 2006) konnten an der Hohlsteinhöhle in Einzelexemplaren zusätzlich die Bechsteinfledermaus sowie die Nordfledermaus bestimmt werden. Eine ausführliche Beschreibung der Höhlen im lippischen Eggevorland einschließlich der Hohlsteinhöhle als Fledermauswinterquartiere findet sich bei Füller et al. (2012). Die weitaus dominierende Art im Winterquartier der Hohlsteinhöhle ist das Große Mausohr.

Die Tab. 1 sowie die Abb. 9 zeigen deutlich, dass im Winterquartier Hohlsteinhöhle die Nutzung durch die Fledermäuse nicht statisch ist. Insbesondere beim Großen Mausohr wird deutlich, dass die höchsten Individuenzahlen im begangenen Teil der Höhle kurz vor Ende der Winterruhe ermittelt werden. Aber auch bei der Teichfledermaus zeigt sich eine ähnliche Dynamik (Abb. 9B), wenngleich bei sehr viel geringeren Individuenzahlen. Grundsätzlich kann diese Dynamik zwei verschiedene Ursachen haben; im Laufe des Winters könnten zusätzliche Fledermäuse in die Höhle einfliegen oder innerhalb der Höhle finden aus nicht kontrollierten Bereichen der Höhle in den begangenen Teil Hangplatzverlagerungen statt.



Abb. 10: *Großes Mausohr*



Abb. 11: *Cluster des Großen Mausohrs*

4.2.2 Räumliche Verteilung des Großen Mausohrs bei den Winterquartierkontrollen

Vier Höhlenabschnitte werden im Folgenden unterschieden (vergl. Abb. 6):

- Höhleneingang bis zum Beginn der Engstelle (ca. 37 m Länge)
- Beginn der Engstelle bis vor die erste Kammer (ca. 21 m Länge)
- erste Kammer bis vor den Eingang zur Bischofskammer mit Wächter (ca. 20 m Länge)
- Bischofskammer bis zum Kamin (ca. 9 m Länge)

Die getrennt für die 4 Höhlenabschnitte aufgezeichneten Kontrollzahlen werden im Folgenden für die bei weitem dominierende Art, das Große Mausohr, ausgewertet und in Abb. 12 grafisch dargestellt. Bei einer Auswertung der Zahlen aller Fledermausarten ergibt

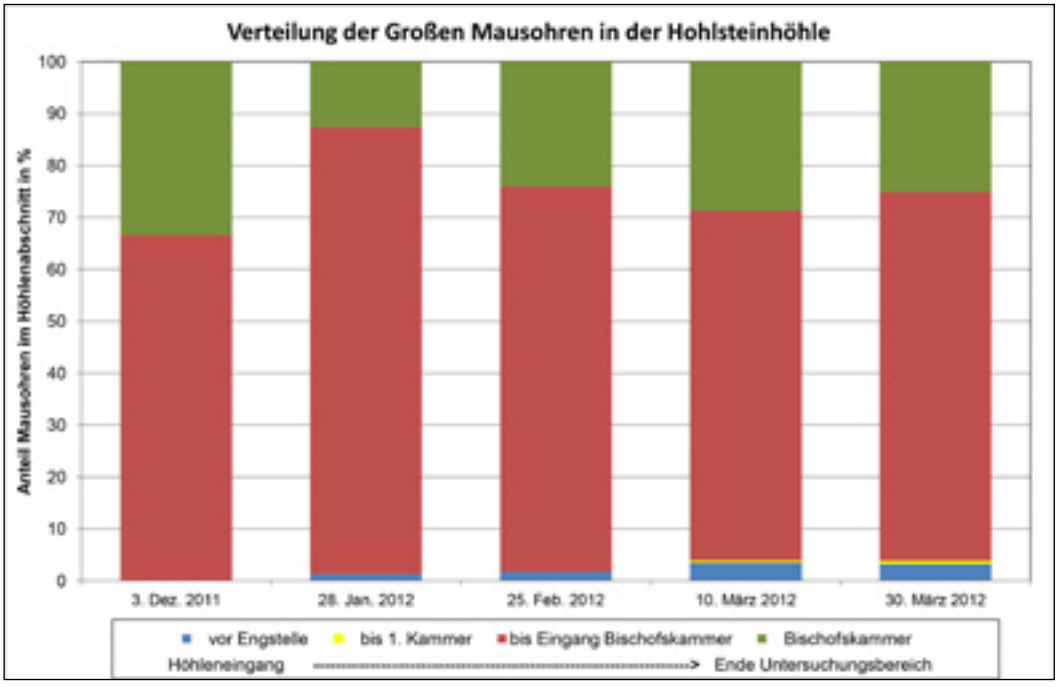


Abb. 12: *Verteilung des Großen Mausohrs in den 4 Abschnitten der Hohlsteinhöhle*

sich aufgrund der sehr hohen Dominanz des Großen Mausohrs kein anderes Bild.

Es wird deutlich, dass insbesondere die tiefen Höhlenabschnitte ab der 1. Kammer für die Tiere im Winter eine Rolle spielen. Mehr als 95 % der Mausohren werden in den beiden unteren Abschnitten gezählt. Die steigenden Gesamtzahlen der sichtbaren Tiere im Verlauf des Winters (zumindest bis Anfang März, siehe Abb. 12) führen in allen Abschnitten zu höheren Kontrollzahlen. Prozentual steigt der Anteil im vordersten Höhlenabschnitt (bis zur Engstelle) leicht an. Waren hier am 3. Dezember 2011 noch gar keine Mausohren zu finden (Gesamtzahl Mausohren N = 9 !), so waren es bei den beiden Märzkontrollen immerhin zwischen 3-4 % der insgesamt gezählten Mausohren.

4.2.3 Bildung von Hangplatz-Clustern beim Großen Mausohr

Charakteristisch für die überwinternden Großen Mausohren in der Hohlsteinhöhle ist die Bildung von Clustern (Abb. 11), die gelegentlich auch Einzeltiere anderer Arten (z.B. Teichfledermaus) einschließen. Schon bei früheren Winterkontrollen der Hohlsteinhöhle war aufgefallen, dass Cluster erst im Verlauf des Winters sichtbar wurden. Dieses Phänomen soll etwas genauer betrachtet werden. Die Verteilung der gezählten Großen Mausohren über die Clustergrößen ist nicht normalverteilt. Daher wurde als Maß für die Verteilung auf die verschiedenen Clustergrößen der Median der Clustergröße eines Kontrollgangs gewählt, also die Clustergröße, bei der die Hälfte der gezählten Großen Mausohren bereits erfasst ist. Zur Vergrößerung der Datenbasis werden zusätzlich die ebenfalls vorliegenden Daten aus dem Winter 2010/2011 ausgewertet.

Die Mediane der Clustergrößenverteilung

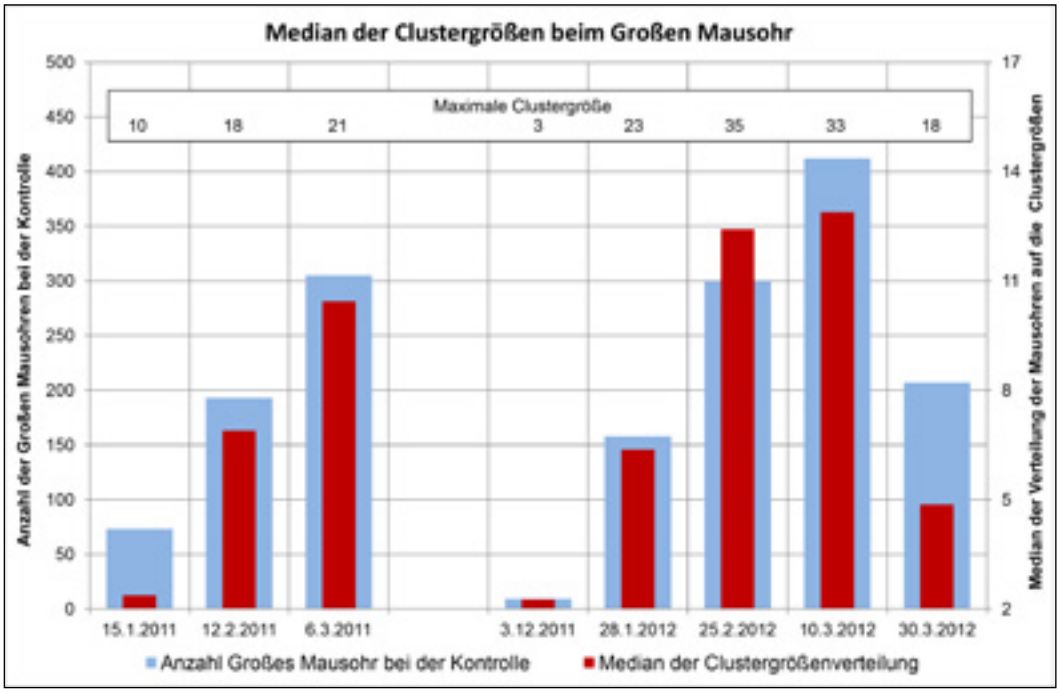


Abb. 13: *Entwicklung der Clustergrößen beim Großen Mausohr in der Hohlsteinhöhle*

für die einzelnen Winterquartierkontrollen werden in der Abb. 13 dargestellt. Als Vergleich werden auch die zugehörigen Gesamtzahlen der Mausohren abgebildet. Es ist zu beachten, dass Einzeltiere und Zweiergruppen nicht getrennt gezählt und bei der Medianbildung als Zweiergruppe gewertet wurden.

Es wird deutlich,
- dass erst im Januar größere Cluster im kontrollierten Bereich der Hohlsteinhöhle auftreten,
- dass das Auftreten von Clustern und ihre Größe mit den steigenden Zahlen des Großen Mausohrs im Verlauf des Winters korreliert ist,
- dass zum Ende der Winterschlafzeit mit der sinkenden Zahl der Mausohren auch die Clustergröße wieder abnimmt.

4.3 Fledermausaktivitäten in der Hohlsteinhöhle im Jahresverlauf

4.3.1 Grundsätzliches zur Auswertung der Aktivitätsdaten der Motionfox-Datenlogger

Im Folgenden werden die mit den Motionfox-Bewegungsdatenloggern erfassten Aktivitäten in den Quartieren dargestellt. Auf einige Besonderheiten in den grafischen Darstellungen sei noch etwas genauer eingegangen: Dargestellt sind die Aktivitäten der Fledermäuse im Tagesverlauf über die Projektzeit vom Juli 2011 bis zum Juni 2012. Jeder blaue Punkt in den Abbildungen ist eine Bewegungsaktivität im Erfassungsbereich des jeweiligen Motionfox-Datenloggers. Aufgrund der bei dieser Gesamtdarstellung nur gering möglichen Auflösung sind zeitlich nahe beieinander liegende Datenpunkte nicht unterscheidbar. Bei hoher Aktivität über die Zeit werden die Einzelpunkte zu einer kontinuierlichen vertikalen Linie, die sich bei gleicher Aktivität am nächsten Tag auch hiervon nicht mehr optisch trennen lässt. Ziel der Darstellung ist die leichte optische Erfassung der Aktivitäten in einer Grafik.

Der Zeitbezug ist durchgehend die Mitteleuropäische Zeit (MEZ). Um zusammengehörige Aktivitätsdaten einer Nacht nicht künstlich durch die Tagesgrenze um 24/0 Uhr zu trennen, wurden die Aktivitätszeitpunkte in den Rahmen eines "Fledermaustages" umgerechnet. Ein Fledermaustag umfasst die Zeit von 12 Uhr mittags bis 36 Uhr (= 12 Uhr mittags des folgenden Tages). Jede Säule mit Punkten (oder auch keinen, wenn keine Aktivität vorlag) stellt also einen Fledermaustag dar.

Auf die rechte Ordinate bezogen wird zusätzlich in den Abbildungen die Anzahl der Aktivitätsereignisse je Fledermaustag (rote Säulen) dargestellt. Die grünen Dreiecke stellen Netzfangtermine oder Winterquartierzählungen dar: Netzfänge auf der 24 Uhr-Linie, Winterquartierbegehungen auf der 22 Uhr-Linie.

Datenlücken durch Ausfall von Geräten werden in den Grafiken dargestellt oder im Text erwähnt.

4.3.2 Aktivitätsdaten der Motionfox-Datenlogger

Eingang der Höhle

Die Abb. 14 zeigt die Fledermausaktivitäten während der Untersuchungszeiten am Eingang der Höhle. Knapp 23.000 Einzelbewegungsereignisse bilden die Grundlage. Zur besseren Interpretation werden zusätzlich vorliegende Daten aus den Jahren 2009/2010 verwendet (Abb. 15).

Bereits im Juli wurden zeitweise ca.100 Ereignisse je Fledermaustag registriert. Ein deutlicher Schwerpunkt der Aktivität besteht Anfang September bis Anfang Oktober mit Maximalzahlen von über 2.000 Ereignissen je Fledermaustag. Der im Verlauf des Spätsommers und Herbstes immer frühere Aktivitätsbeginn spiegelt den früheren Son-

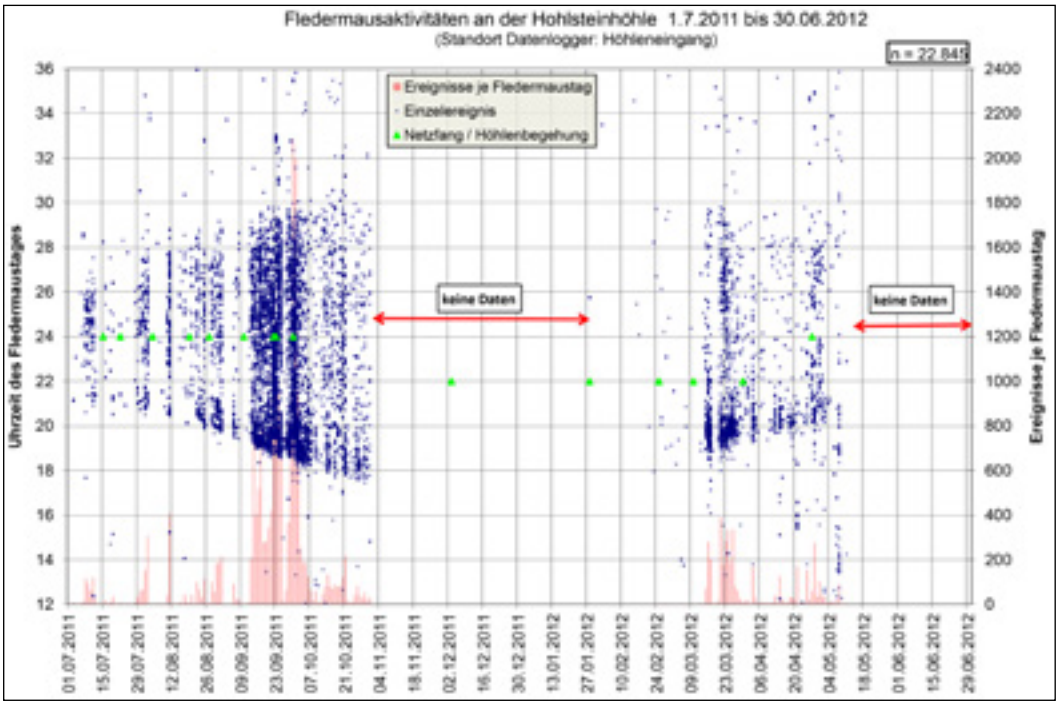


Abb. 14: *Fledermausaktivitäten am Eingang der Hohlsteinhöhle 2011/2012*

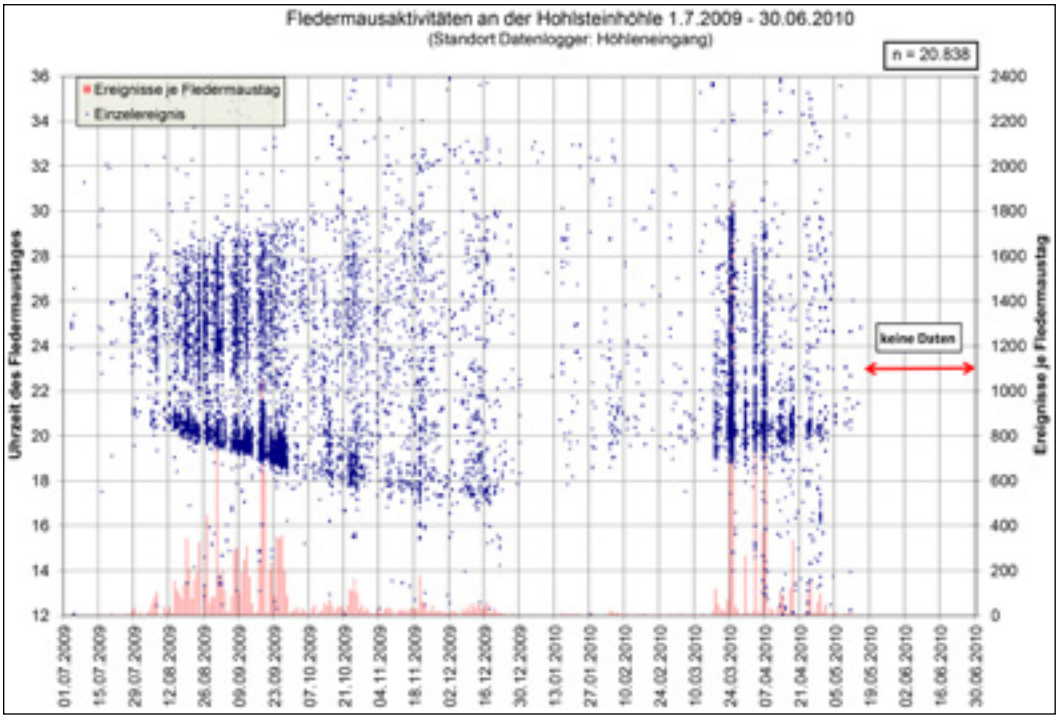


Abb. 15: *Fledermausaktivitäten am Eingang der Hohlsteinhöhle 2009/2010*

nenuntergang wider. Eine Auswertung von älteren Daten hatte ergeben, dass der Beginn der starken Aktivitäten am Eingang der Hohlsteinhöhle im August und September in der Zeit von Sonnenuntergang bis ca. 30 Minuten nach Sonnenuntergang lag. Auf die zeitlichen Lücken der Fledermausaktivität wird später noch eingegangen.

Da für den November, Dezember und teilweise Januar keine Daten aus der Projektzeit vorliegen, wird hier auf die Daten der Jahre 2009 und 2010 (vgl. Abb. 15) zurückgegriffen. Nach dem Schwerpunkt der Aktivität bis Anfang Oktober finden in weit geringerem Umfang Aktivitäten bis weit in den Dezember statt. Dann folgt in beiden Untersuchungsperioden bis ca. Mitte März ein Phase der relativen Inaktivität an diesem Standort. Von Mitte März bis ca. Ende April sind in beiden Untersuchungsperioden stärkere Aktivitäten mit Werten von ca. 300 Ereignissen pro Tag im Jahr 2012 und bis über 600 Ereignissen pro Tag im Jahr 2010 festzustellen. Ab Mitte Mai liegen leider für beide Jahre keine Daten vor. Daten aus dem Frühjahr 2009 und 2011 zeigen Fledermausaktivität am Eingang der Hohlsteinhöhle bis Anfang Juni bzw. bis deutlich in den Juni hinein.

Ein Vergleich der Untersuchungsperioden 2009/2010 und 2011/2012 zeigt bei allen Gemeinsamkeiten, z.B. dem jahreszeitlichen Muster der Aktivitäten oder dem tageszeitlichen Beginn und Verlauf der Aktivitäten, auch Unterschiede. So beginnen die Fledermausaktivitäten an der Hohlsteinhöhle im Sommer 2011 etwas früher mit einem ersten Aktivitätsblock um den 10. Juli. Im Jahr 2009 beginnen die Aktivitäten erst gegen Ende des Monats. Die Hauptaktivitätszeit zieht sich 2009 mit sehr kurzen Unterbrechungen von Anfang August bis Ende September. 2011 liegt das Maximum der Aktivität kompakter ab Mitte August bis deutlich in den Oktober hinein. Ein Erklärungsversuch mögen die Wetterdaten der Wetterstation Schlangen sein, die zeigen, dass der August 2009 insgesamt sehr regen-

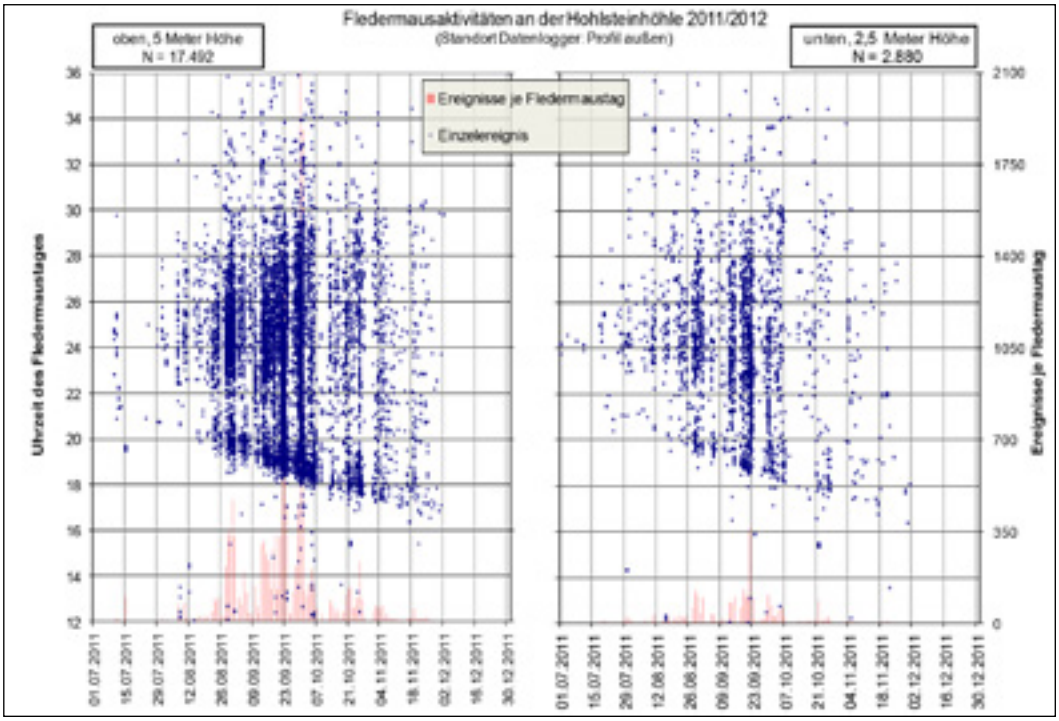


Abb. 16: *Fledermausaktivitäten am Standort „Profil außen"*

arm war, dagegen der August 2011 bis in den September hinein deutlich regenreicher. Bei dieser sehr groben Betrachtung wurde der Zeitpunkt der Regenereignisse während des Tages allerdings nicht berücksichtigt.

Standort „Profil außen"

Da die beiden Motionfox-Datenlogger an diesem Standort (siehe Abb. 6) erhebliche Ausfallzeiten hatten (ab Dezember 2011 bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes), werden die Ergebnisse in etwas kompakterer Art und Weise dargestellt (Abb. 16).

Das Aktivitätsmuster in der zweiten Jahreshäfte 2011 ähnelt an beiden Messstellen dem Muster am Eingang der Hohlsteinhöhle. Die Messstelle in 5 Metern Höhe nahe der Decke zeigt aber deutlich mehr Aktivität in diesem Bereich als an der Messstelle in 2,5 Metern Höhe. Offensichtlich verläuft in der Hohlsteinhöhle die "Hauptflugroute" der Fledermäuse hier in Deckennähe. Diese Annahme deckt sich mit Sichtbeobachtungen während der Kontrollen. Gleichzeitig unterstreicht es, dass der Standort des Datenloggers am Höhleneingang in Höhe des horizontalen Gitterbereiches geeignet ist, den größten Teil der Bewegungsaktivitäten zu erfassen. Die Aktivitätsdaten bestätigen auch die Aussage, dass mindestens bis Ende November im Bereich des Höhleneingangs Fledermausaktivitäten stattfinden.

Standort „Profil innen"

Die Abb. 17 und 18 vom Standort „Profil innen" zeigen die Ergebnisse der Aktivitätsmessungen in den zwei Höhen (1,5 und 6 Meter) an diesem ca. 60 Meter tief in der Höhle liegenden Standort.

Die absoluten Ereigniszahlen zeigen an diesem Standort eine Präferenz an der unteren Messstelle, wobei die Unterschiede nicht so groß wie am Standort „Profil außen" sind. Die zahlreicheren bodennahen Aktivitäten in diesem Bereich könnten durch das Relief bedingt sein. Der Standort „Profil innen" befindet sich auf einem Felspodest in einer kleinen Aufweitung der Spaltenhöhle. Vorher und hinterher verschmälert sich die Höhle dann wieder. Die Aufweitung setzt sich nicht in gleicher Breite bis an die Decke fort, so dass der bodennähere Bereich mit dem unteren Motionfox-Datenlogger zum Durchflug besser geeignet erscheint.

Vergleicht man das Aktivitätsmuster im Herbst 2011 an diesen beiden Messstellen mit dem Höhleneingang oder mit dem Standort „Profil außen oben", so fallen deutliche Gemeinsamkeiten auf. Das Muster ähnelt dem an den beiden anderen Messpunkten. Allerdings fällt auf, dass die Aktivitäten hier im Inneren der Höhle nicht deutlich durch den Tagesbeginn begrenzt werden, sondern sich mit geringerer Intensität bis in die Mittagszeit (aus Menschensicht) fortsetzen. Auch der Beginn der Aktivitäten im Tagesverlauf ist am Höhleneingang deutlich schärfer abgegrenzt, wenngleich die schwindende Tageslänge außen auch beim Aktivitätsmuster in der Höhle ablesbar ist.

Deutlich von dem eben beschriebenen Aktivitätsmuster über den Tag abweichend stellt sich die Situation am unteren Messpunkt im ausklingenden Winter 2012 dar (vgl. Abb. 18). Dieser Aktivitätszeitraum zieht sich von Ende Januar bis in den April hinein mit einem leichten Schwerpunkt in der zweiten Märzhälfte. Am oberen Messpunkt dagegen (vgl. Abb. 17) ist die gesamte Winterzeit mit einem größeren "Grundrauschen" an Bewegungsaktivitäten versehen und der Schwerpunkt unten in der zweiten Märzhälfte ist hier eher eine aktivitätsarme Zeit.

Für beide Messstellen ist zu dieser Zeit aber die Verteilung der Bewegungsaktivitäten über den ganzen Fledermaustag charakteristisch, Schwerpunkte in der Nacht sind nicht erkennbar. Auch wenn die Ereigniszahlen deutlich unter denen des herbstlichen Schwärmens liegt, so erreichen sie am unteren Messpunkt mit bis zu 100 Ereignissen je Fledermaustag eine Größenordnung weit über dem "Grundrauschen".

Nach einer kleinen Lücke zum eben

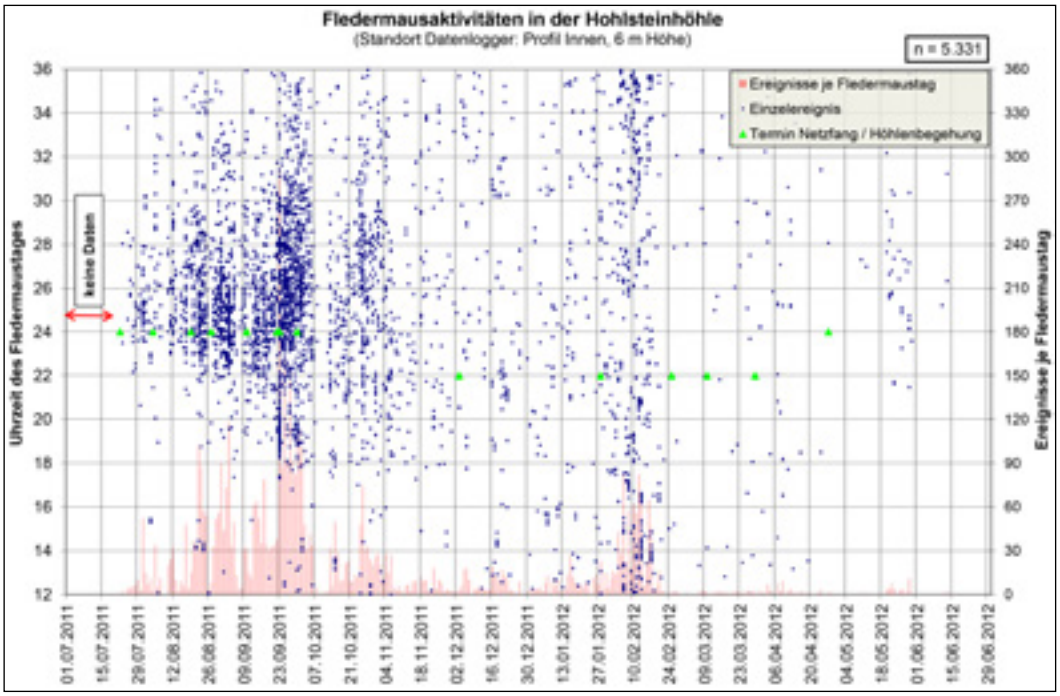


Abb. 17: *Fledermausaktivitäten am Standort „Profil innen oben“*

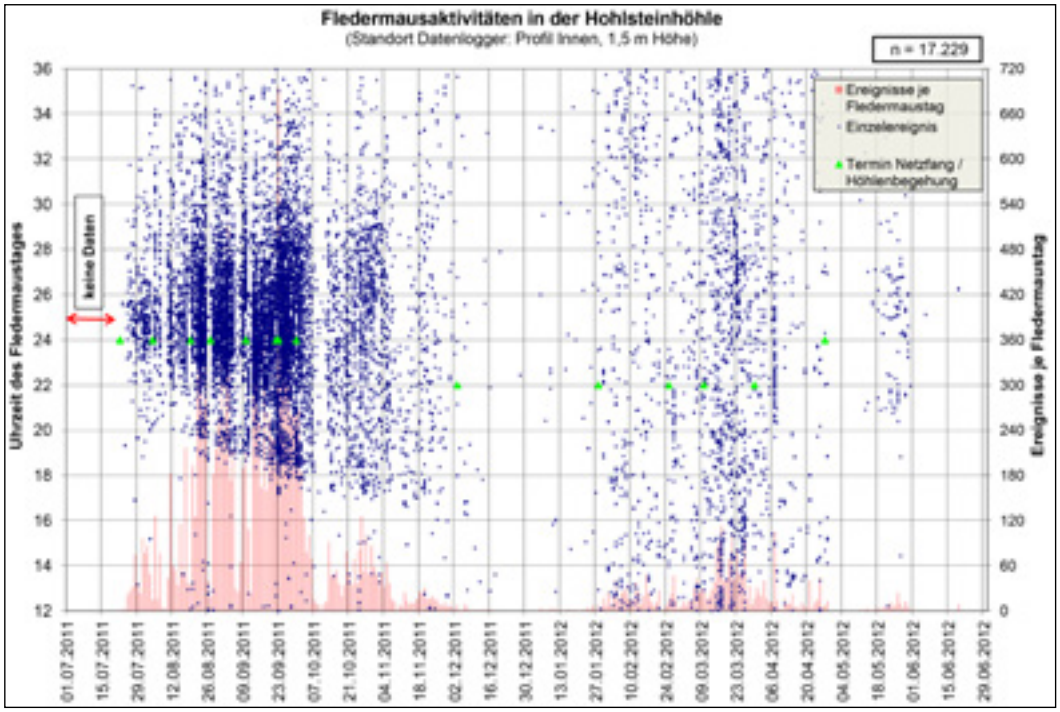


Abb. 18: *Fledermausaktivitäten am Standort „Profil innen unten“*

beschriebenen Aktivitätszeitraum folgt zum Ende Mai noch einmal eine schwache Aktivitätsphase mit 10-20 Ereignissen je Fledermaustag. Diese Ereignisse finden aber fast komplett in der Nacht zwischen ca. 20 und 30 Uhr Fledermauszeit statt (= 20.00 bis 6.00 Uhr MEZ).

Standort „Kamin Bischofskammer"

Die an diesem Standort lediglich ab Dezember vorliegenden Ergebnisse der Aktivitätsmessungen zeigen ein ansatzweise ähnliches Muster wie die beiden vorherigen Messstellen am Standort „Profil innen". Er bringt zum Standort Profil innen keinen Erkenntnisgewinn und wird hier daher hier nicht grafisch dargestellt.

5. Diskussion

5.1 Aktivitätsmuster am Eingang der Hohlsteinhöhle

Es gibt zahlreiche Untersuchungen zu den Aktivitäten der Fledermäuse in Einflugbereich von größeren Quartieren, insbesondere auch Winterquartieren. Daten zu den Aktivitäten im Quartier selber sind dagegen seltener. Die in diesem Projekt eingesetzten PIR-Datenlogger (Motionfox Mini) liefern reine Aktivitätsdaten ohne weitere Auswertemöglichkeiten. Mit der Verfügbarkeit von spezialisierten Lichtschrankenlösungen (z.B. Kugelschafter et al. 1995) kann zusätzlich die Richtung der Bewegung ermittelt werden und darauf aufbauend auch die absoluten Zahlen von überwinternden Tieren. Wird diese Technik zusätzlich um eine Foto- oder Filmdokumentation erweitert, können die Aktivitäten auch einzelnen Arten zugeordnet werden, allerdings um den Preis eines stärkeren Eingriffs auf das Untersuchungsobjekt. Die für diese technischen Lösungen notwendigen Zwangsengstellen sind in der Hohlsteinhöhle nicht gegeben. Die künstliche Schaffung verbietet sich durch den Schutzstatus und die unkalkulierbaren Auswirkungen z. B. auf die Bewetterung. Bei der Auswertung der Motionfox-Aktivitätsdaten in dieser Untersuchung ist das fehlende Wissen zur Flugrichtung und zur die Aktivität verursachenden Fledermausart immer zu berücksichtigen.

5.2 Aktivitätsmuster im Inneren der Hohlsteinhöhle

Die Verteilung der optisch sichtbaren Fledermäuse in der Hohlsteinhöhle mit der Bevorzugung der hinteren Bereiche des begehbaren Höhlenteils (vgl. Abb. 12) legen nahe, dass für eine Beurteilung der Aktivitätsmuster die Messungen an den Standorten „Profil innen" (vgl. Abb. 17 und 18) eine besondere Bedeutung haben.

Zusammenfassend können an diesem Standort, also im Inneren der Höhle, vier Aktivitätsphasen unterschieden werden:

1. **die Sommer-Herbst-Schwärmphase und der Einflug ins Winterquartier** bis ca. Anfang Dezember
2. **die winterliche Ruhephase** von Anfang Dezember bis Ende Januar
3. **die spätwinterliche Aktivitätsphase und der Ausflug** von Ende Januar bis in den April
4. **die Frühjahrsschwärmphase im Höhleninneren** Ende Mai.

In der **Sommer-Herbst-Schwärmphase** fliegen die beteiligten Tiere offenbar bis in den hinteren Bereich des begehbaren Teils der Hohlsteinhöhle. Die deutliche Synchronisierung mit der abendlichen Dunkelheit und der Parallelverlauf mit dem Höhleneingang legen nahe, dass es sich um von außen einfliegende Tiere handelt. Die auch in den Morgenstunden aufgezeichnete Aktivität, weitgehend ohne vergleichbare Aktivität am Höhleneingang, zeigt aber auch, dass bereits jetzt Fledermäuse in der Höhle übertagen.

Gestützt wird diese Sicht durch die Ergebnisse der im Projekt durchgeführten Netzfänge vor der Höhle, bei denen ausfliegende, lehmverunreinigte Tiere gefangen werden, welche mit hoher Wahrscheinlich in der Höhle übertagt haben. Eine Trennung dieser Schwärmaktivität vom **Einflug ins Winterquartier** ist nicht möglich. Da im Projektjahr 2011 die Aktivitätsdaten vom Höhleneingang leider nicht vorliegen, fehlen hier vergleichende Interpretationsmöglichkeiten.

Die **winterliche Ruhephase** von Anfang Dezember bis Ende Januar ist durch sehr geringe Aktivität gekennzeichnet. Dies zeigt sich an diesem Standort in 1,5 m Höhe (Profil innen unten) deutlicher als in 6 m Höhe (Profil innen oben). Eine absolute Winterruhe ohne Flugaktivität der Fledermäuse gibt es auch zu dieser Zeit in der Hohlsteinhöhle nicht. Hier muss aber auch kritisch hinterfragt werden, in wie weit der Standort des Datenloggers repräsentativ für das gesamte Innere der Hohlsteinhöhle ist. Der Standort liegt am Übergang vom zweiten zum dritten Höhlenabschnitt (siehe Kap. 4.2.2 und Abb. 12). Die weitaus größten Ansammlungen von Fledermäusen (natürlich überwiegend Große Mausohren) werden im 3. Abschnitt, also noch weiter im Inneren der Höhle gefunden. Die für die am 28. Januar bereits festgestellten Steigerungen der Fundzahlen notwendigen Flugaktivitäten müssen nicht zwingend mit Bewegungen bis zum Standort des Datenloggers verbunden gewesen sein. Insofern endet die winterliche Ruhephase, soweit es sie überhaupt gibt, sicher deutlich früher als Ende Januar 2012.

Die keiner tageszeitlichen Synchronisation unterliegende **spätwinterliche Aktivitätsphase**, die wie oben beschrieben sicher früher begann als die Aktivitätsdaten vom Standort des Datenlogger "Profil innen" dies zeigen und die bis in den April dauert, beginnt zu einer Zeit, in der am Höhleneingang keine Aktivität erfasst wird. Dies legt nahe, dass die beteiligten Fledermäuse nicht neu ins Quartier eingeflogen sind, sondern bereits in der Höhle waren. Es handelt sich bei den deutlich steigenden Fledermauszahlen (insbesondere beim Großen Mausohr) bei den optischen Winterkontrollen (vgl. Tab. 1 und Abb. 9) zumindest zu einem erheblichen Teil um Hangplatzverlagerungen aus nicht einsehbaren Bereichen in bei den Kontrollen sichtbare Höhlenbereiche. Dieses Phänomen wird auch aus anderen Winterquartieren berichtet, wo z. B. über Lichtschranken an den Eingängen sichergestellt ist, dass keine Tiere neu von außen eingeflogen sind (mündliche Mitteilung Kugelschafter, 2014).

Die höchsten Kontrollzahlen wurden am 10.03.2012 mit 458 Fledermausindividuen und davon 412 Großen Mausohren registriert. Kurz nach diesem Termin steigt die Aktivität der Fledermäuse im Inneren der Höhle noch einmal sichtbar an (vgl. Abb. 19). Zeitgleich (ca. Mitte März) werden auch deutliche Aktivitäten am Höhleneingang registriert (vgl. Abb. 14). Dass zu diesem Zeitpunkt in größerem Umfang Fledermäuse von außen zufliegen, erscheint nicht sehr wahrscheinlich. Näher liegt folgende Interpretation: die im Inneren der Hohlsteinhöhle fliegenden Fledermäuse fliegen zu diesem Zeitpunkt auch bis zum Höhleneingang, wahrscheinlich während der Dunkelheit auch aus der Höhle aus und nur teilweise auch wieder ein. Die niedrigeren Zahlen bei der folgenden Begehung am 30.03.2012 unterstützen diese Interpretation.

Durch welche Faktoren werden diese winterlichen Aktivitäten im Quartier zeitlich gesteuert? Neben endogenen Faktoren könnten auch klimatische Änderungen der Zeitgeber für diese Aktivitätsphase sein. In der Abb. 19 sind neben den bereits aus der Abb. 18 bekannten aufgezeichneten Einzelereignissen am Motionfox-Datenlogger auch die dort gemessene Lufttemperatur (jeweils der Wert um 24 Uhr, ein Temperaturtagesgang existiert nicht) und die bei den Winterkontrollen festgestellte Gesamtzahl der optisch sichtbaren Fledermäuse in der gesamten Höhle dargestellt. Der Beginn der Aktivitäten am Standort Profil innen fällt zeitgleich zusammen mit

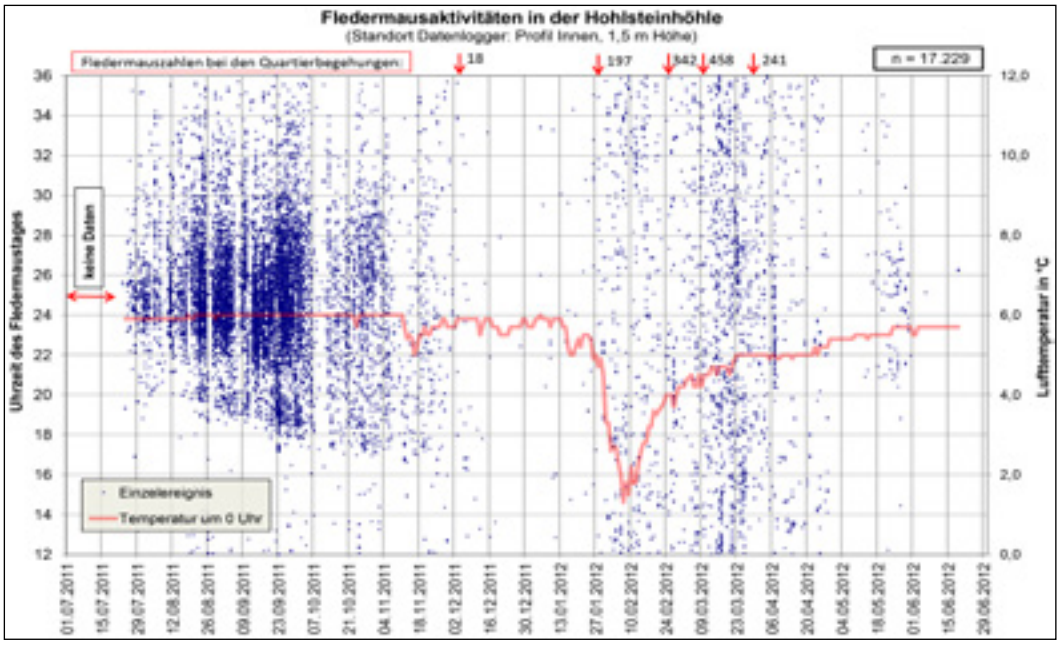


Abb. 19: *Fledermausaktivitäten und Lufttemperatur am Standort „Profil innen unten"*

deutlich sinkenden Temperaturen durch auch in den hinteren und unteren Teil der Hohlsteinhöhle einfließende Kaltluft (vgl. Abb. 19). Wie in Kapitel 4.1.2 beschrieben, senkt die einfließende Kaltluft insbesondere an dieser Messstation die Lufttemperatur deutlich um bis zu ca. 4°C innerhalb von gut 10 Tagen ab. Am oberen Messstandort des Profils innen in 6 m Höhe und auch am Standort Kamin am Ende der Bischofskammer sind die Auswirkungen etwas weniger stark.

Inwieweit einfließende Kaltluft auch den nicht begangenen und nicht untersuchten hinteren Höhlenteil beeinflusst, ist nicht bekannt.

Die bei den Kontrollgängen gesichteten Fledermäuse und hier insbesondere die Großen Mausohren hängen nicht nur in den oberen Regionen der Spalthöhle, sondern durchaus auch in Augenhöhe und bis unterhalb 1 Meter Höhe vom Gangboden und damit in Bereichen, die durch die einfließende Kaltluft deutlich beeinflusst werden. Bei diesen tief hängenden Tieren durch die sinkenden Temperaturen ausgelöste Aktivität könnte auch andere Fledermäuse wecken und so als Initialzündung dienen.

Ein kausaler Zusammenhang im Sinne eines Auslösers zwischen Temperatur und Aktivität bzw. steigenden Individuenzahlen bei den Kontrollen erscheint aber unwahrscheinlich. Zum einen muss eine längere Kaltperiode draußen nicht sicher oder gar zwingend das Ende des Winters indizieren oder es kann auch Winter ohne ausgedehnte Kälteperioden geben. So war z. B. der Verlauf der Außentemperatur an der Wetterstation Feldrom im Winter 2009/2010 deutlich anders als im Projektjahr 2011/2012. Es gab bereits Mitte Dezember eine kurze sehr kalte Periode und weitere kurze Kälteeinbrüche bis ca. Mitte März und nicht wie 2012 nur eine längere Kälteperiode von Anfang Februar bis Anfang März. Der zeitliche Aktivitätsverlauf der Fledermäuse am Höhleneingang ab Mitte März verlief in beiden Jahren aber sehr ähnlich (siehe Abb. 14 und 15). Zum anderen fanden die Hangplatzverlagerungen auch bereits vor

der Kälteperiode statt, auch wenn Aktivitäten am Standort des Datenloggers noch nicht registriert wurden.

Der Beginn der spätwinterlichen Aktivitätsphase könnte endogen gesteuert sein und führte auch zur Verlagerung der Hangplätze in den im Projekt untersuchten Teil der Hohlsteinhöhle. Die Feinjustierung des Ausfluges aus der Höhle zum Ende dieser Phase mit zeitgleichen Aktivitäten am Höhleneingang erfolgt dann durch "Versuch und Irrtum" über die Witterung außerhalb der Höhle. Diese parallelen Ein- und Ausflüge in und aus Winterquartieren wurden durch zahlreiche Untersuchungen mit Videoüberwachung oder Lichtschranken z.B. vom Winterquartier "Brunnen Meyer" Krumreihn (2010) oder vom Mayener Grubenfeld Werner (2011) belegt.

Die **letzte schwache Aktivitätsphase im Höhleninneren Ende Mai** könnte als sogenanntes Frühjahrsschwärmen gedeutet werden, wenngleich der Umfang der Aktivität hier im Inneren der Höhle relativ gering ist und eine Verifizierung durch die zu diesem Zeitpunkt fehlenden Daten am Höhleneingang verhindert wird. Die Konzentration auf die Nachtstunden legt nahe, dass die Aktivität durch von nachts einfliegenden Tieren verursacht wird. Vor der Hohlsteinhöhle wurden am 20.5.2011 (vor Projektbeginn) bei Netzfängen vor allem von außen anfliegende Große Mausohren erfasst, ein Mausohrweibchen laktierte bereits zu dieser Zeit. Dietz et al. (2007) beschreibt, dass manche Arten wie besonders das Braune Langohr bereits im Frühjahr einen Aktivitätsgipfel aufweisen.

6. Konsequenzen für den Quartierschutz

Die Hohlsteinhöhle ist aufgrund der dargestellten Ergebnisse zur Fledermausaktivität unzweifelhaft über den allergrößten Teil des Jahres für die Fledermäuse von Bedeutung. Eine touristische Nutzung, welche nur die Funktion als Winterquartier beispielsweise zwischen November und April berücksichtigt, würde wesentliche Aspekte im Jahreszyklus der Fledermäuse ignorieren und zu einer Entwertung des Quartiers führen. Es verstieße damit auch gegen geltendes europäisches und bundesdeutsches Artenschutzrecht. Zwar stellt sich die Frage einer touristischen Nutzung für die Hohlsteinhöhle nicht, da dies durch die Ausweisung als Fauna-Flora-Habitat-Gebiet wie auch als Naturschutzgebiet ausgeschlossen ist, gleichwohl kann unter Umständen von der Hohlsteinhöhle auch auf andere Quartiere geschlossen werden. Daher ist für jede Höhle im Einzelfall die Nutzung durch Fledermäuse zu klären, bevor andere Nutzungen durch den Menschen zugelassen werden.

Ähnliches gilt auch für Nutzungen im direkten Umfeld eines Fledermausquartiers. Selbstverständlich muss ein Versperren des Höhleneingangs z. B. durch forstwirtschaftliche Nutzungen grundsätzlich unterbleiben. Inwieweit intensive forstwirtschaftliche Nutzungen im Umfeld, z. B. flächige Baumeinschläge, Auswirkungen auf die Nutzung der Höhle insbesondere als Schwärmquartier haben, ist letztlich nicht bekannt. Daher muss hier das Vorsorgeprinzip gelten, d. h. nur schonende Nutzungen über möglichst lange Zeiträume. Hierfür sprechen auch die Beobachtungen z. B. während der Netzfänge in diesem Fledermausprojekt. Das Schwärmen z. B. von Zwergfledermäusen fand nicht nur im direkten Höhleneingangsbereich statt, sondern die Tiere nutzten die umliegende Lichtung mit den Waldrandbereichen als "Schwärmarena".

Damit der Eigentümer der umliegenden Flächen dieses bei der Nutzung aber auch berücksichtigen kann, ist ein offener Informationsaustausch zwischen dem Naturschutz und dem Flächeneigentümer erforderlich. D. h. die Untersuchungsergebnisse einschließlich der daraus gefolgerten Konsequenzen müssen in einem Dialog zwischen Naturschutz, Unterer Landschaftsbehörde und Eigentümer erörtert werden.

7. Danksagung

Wir danken der Stiftung für die Natur Ravensberg (Kirchlengern) und der Kurt-Lange-Stiftung (Bielefeld) für die großzügige Finanzierung unseres Forschungsprojektes, dem Landesverband Lippe, insbesondere Herrn Forstdirektor Hans-Ulrich Braun und dem Kreis Lippe für die Erlaubnis, die Untersuchungen durchführen zu dürfen, den Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst in Lippe (AGHKL) für vielfältige Unterstützung und zahlreichen ehrenamtlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihre Hilfe.

8. Literatur

Dietz, Chr., Helvrsen, O. V., Nill, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Franckh Kosmos Verlag.

Fölling, A., Reifenrath, R. , Becker, A., Füller, M. (2013): Zur Bedeutung der Höhlen im lippischen Eggevorland als Schwärmquartiere für Fledermäuse. Ber. Naturwiss. Verein für Bielefeld und Umgegend **51**: 142-155.

Füller, M., Becker, A., Fölling, A., Reifenrath, R. (2012): Die Höhlen im lippischen Eggevorland als Winterquartier für Fledermäuse. Lippische Mitteilungen aus Geschichte und Landeskunde **81**: 258-283.

Körber, H. (2006): Automatische Mitarbeiter im Fledermausschutz. Rundbrief Arbeitskreis Fledermausschutz Rheinland-Pfalz Jg. 16, 1,4-8.

Krumreihn, E. (2010): Untersuchungen zum Artenspektrum und zum Ausflugverhalten nach der Überwinterung am Fledermaus-Massenquartier Brunnen Meyer in den Baumbergen (Westfälische Bucht). Bachelorarbeit an der HNE Eberswalde.

Kugelschafter, K., Horvath, T., Kimpel, W., Steffny, G., Volk, T. (1995): Neue Techniken zur Überwachung von Fledermäusen in M. Stubbe, A. Stubbe, D. Heidecke (Hrsg.): Methoden feldökologischer Säugetierforschung, Bd. 1, 373-382.

LANUV - Landesamt für Natur Umwelt und Verbraucherschutz (2011): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 4. Fassung, Band 2 Tiere, Fachbericht 36.

Schröpfer, R., Feldmann, R., Vierhaus, H. (1984): Die Säugetiere Westfalens. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Heft 4, 46. Jahrg.

Werner, L. (2011): Die Ausflugdynamik von einheimischen Fledermäusen aus einem Winterquartier im Mayener Grubenfeld. Bachelorthesis Universität Trier.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: 53

Autor(en)/Author(s): Becker Arnt, Füller Matthias, Fölling Astrid, Reifenrath René

Artikel/Article: Aktivitäten von Fledermäusen in der Hohlsteinhöhle (Kreis Lippe) 248-267