

Fledermäuse über dem Brocken im Harz

Von THOMAS MEINEKE, Ebergötzen

Mit 6 Abbildungen

Abstract

Bats on the Brocken in the Harz Mountains

Nine bat species were recorded on the highest point of the Harz Mountains (Brocken, 1.141 m a.s.l.) by automatic detection and registration of their calls in 100 of 159 nights from 14 April to 7 October 2011, especially parti-coloured bat (*Vespertilio murinus*), northern bat (*Eptesicus nilssonii*), common noctule (*Nyctalus noctula*) and common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*). In view of the extreme weather conditions especially the evidence of greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) and barbastelle (*Barbastella barbastellus*) are remarkable. In the literature are currently only finds of the northern bat and the common noctule reported for the highest point of the Harz Mountains. Most bat calls were recorded in nights without precipitation, wind speeds of less than 9 m/s and temperatures of more than 9°C. Calls of the parti-coloured bat, northern bat and the common noctule were recorded also still in nights with winds from 11 to 19.5 m/sec (mean minimum to mean maximum values), i. e. at strong or gale winds (6 to 8 Beaufort), provided that rainfall did not exceed 2 mm and the average temperature did not fell below 6°C. The peaks of calls at the beginning and end of the recording period can be explained by the appearance of migrating bats. The records of common noctule, lesser noctule (*Nyctalus leisleri*) and Nathusius's pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) far away from their primary habitats confirmed migration across high altitudes of the Harz Mountains.

Zusammenfassung

Vom 14. April bis zum 7. Oktober 2011 wurden auf dem 1.141 m hohen Brocken im Harz mittels automatischer Erfassung und Aufzeichnung in 100 von 159 erfassten Nächten Rufe von 9 Fledermausarten registriert, vor allem von Zweifarbfledermaus, Nordfledermaus, Großem Abendsegler und Zwergfledermaus. In Anbetracht der extremen Wetterbedingungen sind besonders die Nachweise von Großem Mausohr und der Mopsfledermaus bemerkenswert. Im Schrifttum werden für den Brocken bisher nur einzelne Funde der Nordfledermaus und des Großen Abendseglers genannt. Die meisten Fledermausrufe zeichnete die Technik in niederschlagsfreien Nächten mit Windgeschwindigkeiten von weniger als 9 m/s und Temperaturen von mehr als 9°C auf. Ortungsrufe der Zweifarbfledermaus, Nordfledermaus und des Großen Abendseglers wurden jedoch auch noch in Nächten mit

Windgeschwindigkeiten von 11 bis 19,5 m/sec (mittlere minimale bis maximale Messwerte), also bei starken bis stürmischen Winden (6 bis 8 Beaufort) aufgenommen, sofern die Niederschlagsmenge 2 mm nicht überstieg und die mittlere Temperatur mindestens 6°C betrug. Die auffällige Häufung der Rufe zu Beginn und am Ende der Erfassung lässt sich mit dem Erscheinen von Durchzügler erklären. Dabei belegen die Nachweise von Großem und Kleinem Abendsegler sowie der Rauhhaufledermaus weit abseits ihrer Primärhabitats, dass diese Arten auf breiter Front wandern und dabei auch die Hochlagen des Mittelgebirges überfliegen.

Keywords

Bats, altitudinal distribution, migration, wind speed, species composition, automatic detection, ultrasonic echolocation calls, Harz Mountains.

1 Einleitung

Die fledermausfaunistische Erforschung des Harzes erzielte im Verlauf der vergangenen drei Jahrzehnte erhebliche Erkenntnisfortschritte, indirekt ablesbar an der Zahl der Publikationen (vgl. Abb. 1). Demnach wurden im Harz¹ 21 Arten nachgewiesen². Zu den vorrangig praktizierten Erfassungsmethoden gehört die traditionelle Kontrolle von Winterquartieren, der Fang mit Netzen, die Überwachung von eigens angebrachten Kunstquartieren und seit den 1980er Jahren auch der Einsatz von Ultraschalldetektoren. Höhlen und Bergwerksstollen, Siedlungsräume und einzelne mit Kunstquartieren ausgestattete Waldgebiete bilden folglich die räumlichen Schwerpunkte aller bisher veröffentlichten Fledermausbeobachtungen. Eine Reihe weiterer Zufallsvariablen bestimmt unser Wissen über Verbreitung und Status der *Chiroptera* im Harz.

Mit sieben nachgewiesenen Fledermausarten gehört der Hochharz anscheinend zu den

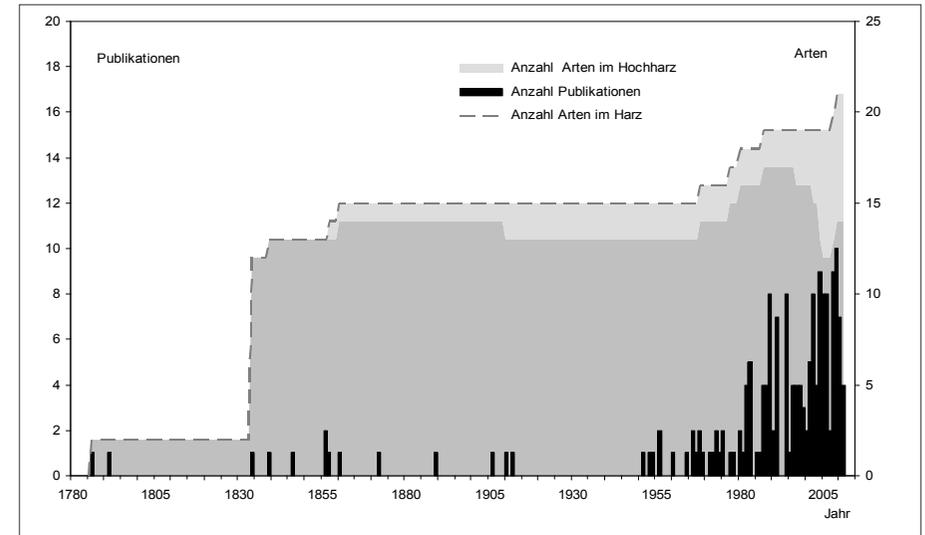


Abb. 1. Chronologische Verteilung der Veröffentlichungen mit Nachweisen von Fledermausarten aus dem Harz (schwarze Säulen). Unberücksichtigt sind Publikationen mit ausschließlich kompilierten oder räumlich nicht eindeutig zuzuordnenden Angaben. Grafisch hinterlegt ist die zeitliche Entwicklung der Anzahl im Naturraum Harz erkannter Fledermausarten (Linie über der Flächengrafik). Der obere hellere Anteil der Flächengrafik zeigt die Anzahl der aus dem Hochharz (oberhalb ca. 750 m NN) bekannten Fledermausarten. Deutlich wird der verzögerte Erkenntniszuwachs, der im Hochharz ab 2002 sprunghaft anstieg.

artenarmen Teilräumen. Mit Blick auf die Kleinsäugetiere schlussfolgern GAHSCHE & SACHER (1994) kurz und treffend: „Die Strukturarmut der Fichtenwäldungen [...] und auch das rauhe Klima sind Hauptursachen für das Fehlen mancher Art. Vielfach mangelt es aber auch nur an detaillierten Kenntnissen zu Vorkommen, Häufigkeit und Höhenverbreitung. In dieser Hinsicht verdienen besonders die Fledermäuse (*Chiroptera*) mehr Beachtung.“ Für den Brocken, die höchste Erhebung des Mittelgebirges, liegen zu lediglich zwei Arten publizierte Daten vor: LÖNS (1910) sah dort 1907 „das Skelett einer kleinen Art“, welches er als Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) ansprach und 1996 wurde an der Wetterwarte ein Abendsegler (*Nyctalus noctula*) gefunden (OHLENDORF 1997).

Vor diesem Hintergrund gaben Berichte der Mitarbeiter der Wetterstation des Brockens über regelmäßig am Gebäude zu beobachtende Fledermäuse den Anstoß zu einer automatischen Erfassung (passives Monitoring) ebenda im Jahr 2011.

2 Untersuchungsgebiet

Mit einer Höhe von 1.141 m NN gehört der Brocken zu den vier höchsten Erhebungen nördlich der Alpen. Im Vergleich zu den südlicheren deutschen Mittelgebirgen ist der Berg am Rande der norddeutschen Tiefebene den zumeist atlantischen Luftmassen völlig ungeschützt ausgesetzt. So ist der Brocken „nicht nur der windigste Punkt im Harz, sondern sogar der windigste Berg Deutschlands und Mitteleuropas“ (KINKELDEY 2010). Der Wind weht

¹ Die Begriffe ‚Harz‘, ‚Oberharz‘ und ‚Hochharz‘ bezeichnen die Naturräume in ihren Grenzbeziehungen gemäß HÖVERMANN (1957,1963) und SPÖNEMANN (1970).

² Einschließlich der bisher durch „subfossile“ Knochenfunde festgestellten Wimperfledermaus, *Myotis emarginatus* (NIELBOCK 1987). Das tatsächliche Alter bleibt bis zur Durchführung einer C14-Datierung unsicher.

über das ganze Jahr mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 12 m/s (6 Beaufort). Im Mittel gibt es jährlich 200 Sturmtage (> 19 m/s bzw. ≥ 8 Beaufort) und an rund 60 Tagen treten Orkanböen (> 120 km/h) auf. Bedingt durch die Stauwirkung des Gebirges fällt auf dem Brocken an durchschnittlich 267 Tagen im Jahr Niederschlag. Dabei können an einem Tag bis zu 155 l/m² gemessen werden (KINKELDEY 1. c). Eine Jahresmitteltemperatur von lediglich 2,9°C (am kaum 9 km entfernten Harzrand 8,5°C) ist verantwortlich für die zeitlich stark verkürzte Vegetationsperiode, die Mitte Mai beginnt und bereits nach 97 Tagen endet, während sie im nordöstlichen Harzvorland mehr als doppelt so lange andauert. Tage, an

denen 25°C oder mehr gemessen werden (so genannte Sommertage), kommen statistisch gesehen nur einmal in vier Jahren vor. Frosttage (Minimum < 0°C) gibt es dagegen in jedem Monat. Im Mittel sind es jährlich 167, mehr als zweimal so viele wie im Vorland (KINKELDEY 1. c). Über weitere Extremmerkmale des Wetters informiert eine Broschüre des Deutschen Wetterdienstes [2010]. Das vergleichsweise geringe Wärmeangebot führt dazu, dass der Brocken als einziger Berg der nördlichen Mittelgebirge eine Waldgrenze besitzt, die bei 1.100 m NN bemerkenswert niedrig einsetzt (WEGENER 1999). Das Klima des Gipfels wird oft mit dem auf Island oder den alpinen Lagen zwischen 1.600 und 2.200 m Höhe verglichen.



Abb. 2. Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes auf dem Brocken. Der Pfeil markiert den Standort der Technik zur automatischen Registrierung und Aufzeichnung von Fledermausrufen. Aufn. vom 12.09.2012. Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Brocken>.

3 Methodik

3.1 Erfassung und Auswertung

Zum Einsatz kam ein integriertes, softwaregesteuertes Komplettsystem der Fa. Avisoft, das den getriggerten Empfang von Frequenzen mit bis zu 140 kHz ermöglicht und die empfangenen Impulse zwecks späterer Auswertung und Dokumentation kontinuierlich digital aufzeichnet. Damit ist eine automatische Erfassung und Datenspeicherung möglich (passives Monitoring). Bestandteile und Steuerung des eingesetzten Systems:

Erfassung und Verarbeitung	UltraSoundGate 116Hb mit besonders wetterfestem Elektret-Kondensatormikrofon Knowles FG
Steuerung	Avisoft Recorder Software mit Batcall-Filter (15-140 kHz u. v. a.), ohne Tageszeitvorgabe, um ggf. auch tagfliegende Fledermäuse zu erfassen. Sample rate: 300 kHz. Speicherung als WAV-Dateien mit einer maximalen Aufnahmezeit von einer Minute.
PC Grundeinheit	ASUS EeeBox B202
Datenspeicher	Externe Wechselplatten 1 TB, Austausch im Abstand von maximal 14 Tagen

Details zur Funktionsweise von Hardware und Software können der Webseite des Herstellers entnommen werden (www.avisoft.com).

Die Technik wurde auf dem ca. 22 m hohen Dach der Wetterstation am 14. April 2011 aufgebaut (Abb. 2). Der Abbau erfolgte am 8. Oktober 2011. In diesem Zeitraum war sie mit Ausnahme vom 28./29. Juli (Wartung), 23.-25. August und 9. bis 22. September (Ausfall wegen Blitzschlag) im Dauerbetrieb.

Tabelle 1. Identifizierte Fledermausarten und Anzahl der Nächte mit aufgezeichneten Rufen. Maximum der Rufdateien (WAV-files, maximale Länge 1 min) einer Nacht und Summe der Rufdateien.

Nr.	Art	Nächte	Maximum der WAV-files/Nacht	Summe aller WAV-files
1	<i>Vespertilio murinus</i>	87	3.295	19.563
2	<i>Eptesicus nilssonii</i>	71	3.367	25.221
3	<i>Nyctalus noctula</i>	46	258	1.124
4	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	33	600	2.559
5	<i>Pipistrellus nathusii</i>	13	12	40
6	<i>Nyctalus leisleri</i>	5	3	11
7	<i>Barbastella barbastellus</i>	4	8	19
8	<i>Myotis mystacinus/brandtii</i>	2	1	2
9	<i>Myotis myotis</i>	1	2	2

Die aufgenommenen WAV-Dateien wurden am Bildschirm mit Hilfe der Analyse-Software Avisoft-SASLab Pro anhand von Frequenzverlauf, Hauptfrequenz (Impulsstärke), Ruflänge und Rufabstand unter Verwendung der Fachliteratur (v. a. AHLÉN & BAAGØE 1999, SKIBA 1999, PFALZER 2002, SKIBA 2002, SKIBA 2005a, SKIBA [2006], PFALZER 2007, SCHAUB & SCHNITZLER 2007, HAMMER et al. 2009, SKIBA 2009) und eigener Vergleichsdaten determiniert. Beispielhafte Spektrogramme der einzelnen Arten sind im Anhang abgebildet.

3.2 Methodenkritik

Die Erfassungseffizienz wird durch die Empfindlichkeit des Mikrofons bzw. die Wahl des Aufnahmesystems (vgl. ADAMS et al. 2011) und die artspezifische Reichweite der Fledermausrufe beeinflusst. Bekanntermaßen beträgt die „Hörweite“ der Rufe unserer großen Fledermausarten 60-150 m (Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii*, Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus*, Großer und Kleiner Abendsegler, *Nyctalus noctula* und *N. leisleri*). Die Lautäußerungen der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) und der meisten *Pipistrellus*- sowie *Myotis*-Arten besitzen eine Reichweite von 20-60 m bzw. 20-40 m. Lautäußerungen der beiden Langohrarten werden mit dem Detektor meist nur bis zu einer Entfernung von 10 m erfasst (SKIBA 2009). Letztere werden also im Allgemeinen kaum registriert, die größeren Arten sind dagegen im Aufnahme-material meist überrepräsentiert.

Die Identifizierung der Rufe von Arten mit nahe beieinander liegenden Hauptfrequenzen

setzt ausreichend Erfahrung voraus und gelingt selbst dann nicht, wenn Lautäußerungen ausschließlich im Überschneidungsbereich der Variationsbreiten zweier Arten vorliegen. Ortungsrufe von Fledermäusen in großer, hindernisfreier Flughöhe zeichnen sich durch Hauptfrequenzen aus, die im unteren Grenzbereich der artspezifischen Wertebereiche liegen. Sie sind länger und werden in größeren Abständen geäußert (z. B. AHLÉN et al. 2009). Vor allem bei gleichzeitigem Auftreten der Arten mit „nyctaloiden“ Rufen ist dann eine Unterscheidung nicht mehr in allen Fällen hinreichend sicher möglich. In dieser Untersuchung waren es vor allem quasi konstantfrequente (qcf-) Rufe mit einer Hauptfrequenz von 21,5-22,5 kHz, die bei Erfassung lediglich kurzer Serien nicht immer zweifelsfrei auf Großen Abendsegler oder Zweifarbfledermaus zurückzuführen waren und dann unberücksichtigt blieben. Problematisch sind auch qcf-Transferrufe des Kleinen Abendseglers ohne Einstreuung von frequenzmodulierten (fm-) Rufen. Besitzen sie eine Länge von mehr als 12 ms, lassen sich diese nicht mehr von kurzen Rufen der Zweifarbfledermaus trennen. Es ist daher möglich, dass einzelne Impulse des Kleinen Abendseglers irrtümlich *Vespertilio murinus* zugeordnet wurden. Bei der Auswertung ergaben sich keinerlei Hinweise auf typische Lautäußerungen der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). Nach SKIBA (2009) kann *E. serotinus* im hindernisarmen Höhenflug jedoch „langsame Ruffolgen“ mit entsprechend langen cf-Rufen produzieren, die dann nicht mit Sicherheit von ähnlichen Lautäußerungen der Zweifarbfledermaus zu unterscheiden sind. Es ist daher nicht völlig auszuschließen, dass sich im Aufnahmемaterial einzelne fehldeterminierte Rufe der Breitflügelfledermaus befinden. Schließlich kann auch die Unterscheidung einzelner *Myotis*-Arten erhebliche Probleme bereiten. Die wenigen registrierten *Myotis*-Rufe dieser Untersuchung betreffen jedoch lediglich das hier eindeutig anzusprechende Große Mausohr (*Myotis myotis*) und eine der beiden anhand der wenigen Rufserien nicht zu unterscheidenden Bartfledermäuse (*Myotis mystacinus*/*M. brandtii*).

4 Ergebnisse

Die automatische Rufregistrierung war vom 14. April bis zum 7. Oktober 159 Tage bzw. Nächte aufnahmefähig im Einsatz. In diesem Zeitraum zeichnete das System ausschließlich in 100 Nächten (63 %) Lautäußerungen auf, die neun Fledermausarten zugeordnet werden können (Tab. 1). Dabei wurden mit relativ hoher Stetigkeit Rufe der Zweifarbfledermaus (55 % der erfassten Nächte) und der Nordfledermaus (45 % der erfassten Nächte) gespeichert. Die einzelne Auswertung der insgesamt 37.071 WAV-Dateien mit Fledermausrufen ergab, dass davon 68 % Rufe der Nordfledermaus enthalten, aber nur 53 % Lautäußerungen der Zweifarbfledermaus (Tab. 1). Maximal 5 Arten wurden während einer Nacht über Ruffaufnahmen registriert (10./11.05., 11./12.07., 17./18.08., 27./28.09. und 01./02.10.). Aus den Nächten 17./18.08. und 27./28.09. liegen jeweils Dateien mit zeitgleich erfassten Rufen von Nordfledermaus, Zweifarbfledermaus, Großem Abendsegler und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) vor. Das heißt, mindestens ein rufaktives Individuum von jeder der vier Arten hielt sich zur selben Zeit in Reichweite des Mikrofons auf. Synchron erfasste Lautäußerungen verschiedener Individuen einer Art belegen, dass phasenweise mindestens drei Zweifarbfledermaus oder Nordfledermäuse bzw. mindestens zwei Zwergfledermäuse oder Große Abendsegler zeitgleich zugegen waren. Die Verteilung der registrierten Artenanzahl und der Rufdateien insgesamt bzw. für jede Art je Nacht veranschaulichen Abb. 3-5.

5 Diskussion

Die Ergebnisse dokumentieren die zumindest zeitweilige Präsenz von neun rufaktiven Fledermausarten innerhalb des Erfassungsbereiches der eingesetzten Technik. Vergleichbare Untersuchungen auf den höchsten Gipfeln anderer deutscher Mittelgebirge sind nicht bekannt. Über eine Höhe von 1.141 m NN hinausgehende Beobachtungen liegen zum Großen Abendsegler und zur Nordfledermaus für das Feldberggebiet im Schwarzwald vor (SKIBA 1990). Aus den Alpen wurden etliche

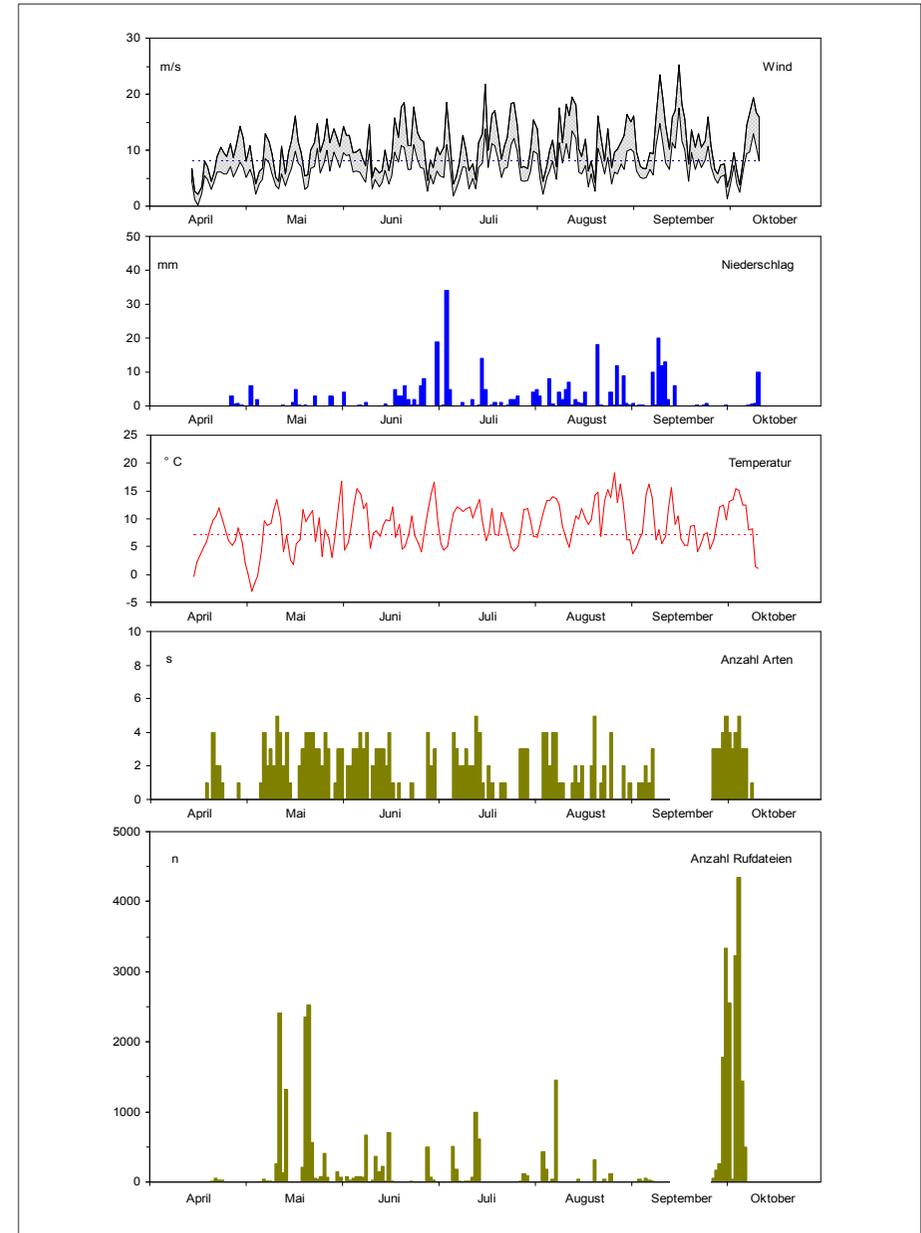


Abb. 3. Die beiden Säulendiagramme unten zeigen die zeitliche Verteilung der Anzahl Dateien mit Fledermausrufen (WAV-Files) und der Anzahl daraus identifizierter Fledermausarten je Nacht. Darüber die grafisch dargestellten mittleren Werte für die Lufttemperatur, die Niederschlagssumme und der maximalen und minimalen Windgeschwindigkeit, jeweils für den Tageszeitraum 18.00 - 06.00 h UTC (20.00-08.00 MESZ) nach Messungen des Deutschen Wetterdienstes vor Ort. Die gestrichelten Linien markieren im Temperaturdiagramm die 7°C-Marke und im Winddiagramm die Windstärke 5 (Beaufort). Lücken in der x-Achse kennzeichnen Geräteausfall.

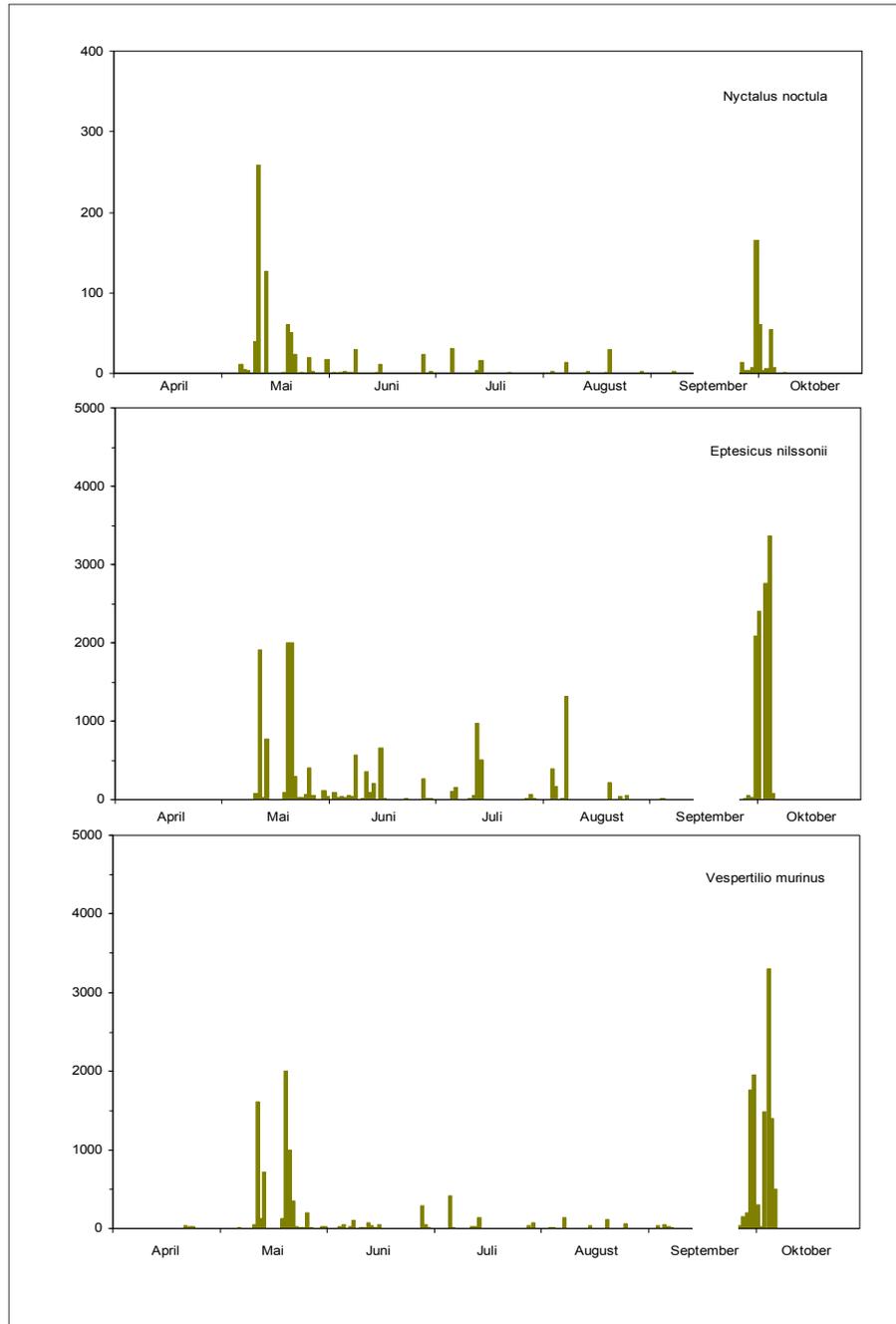
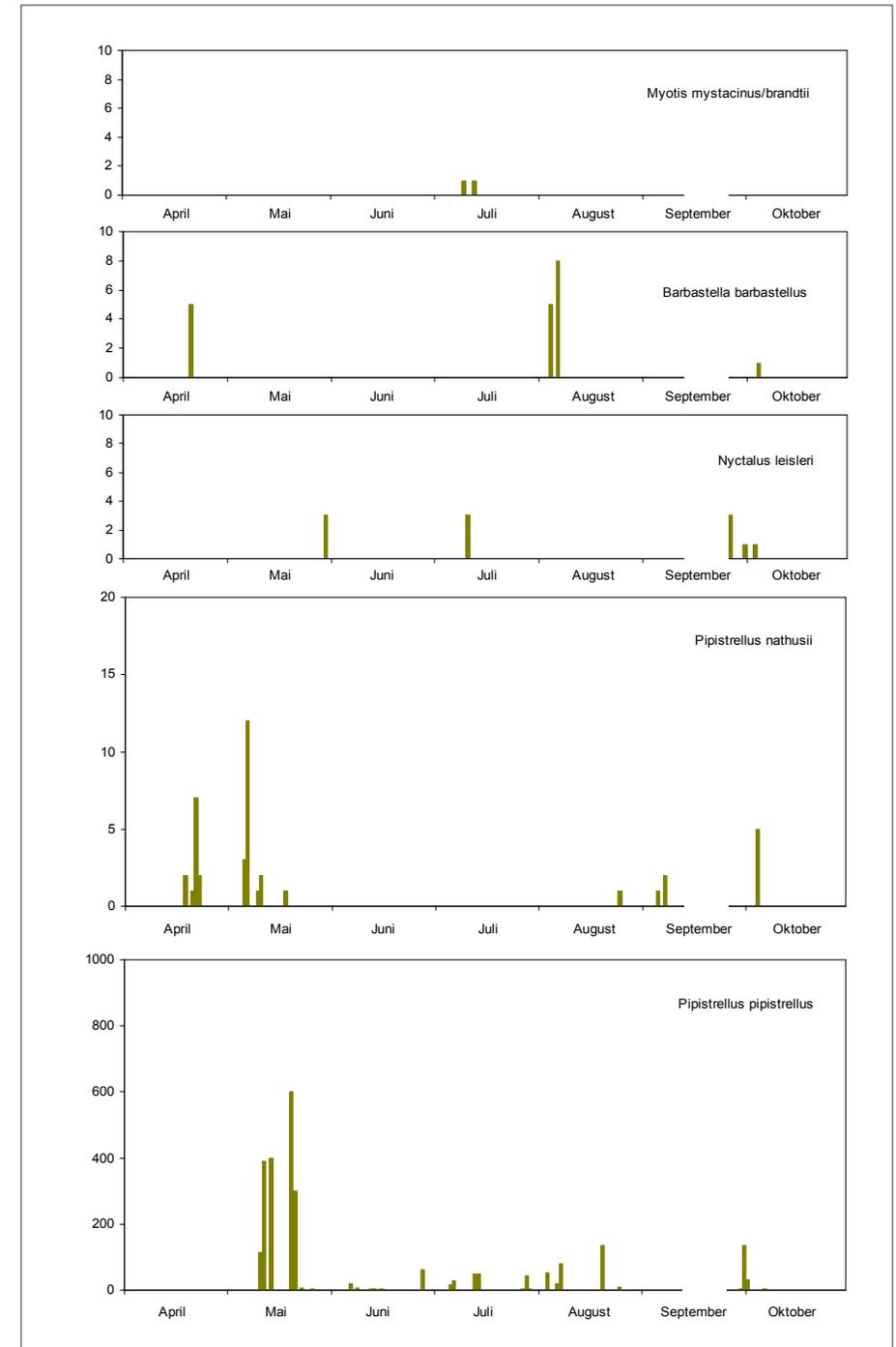


Abb. 4 u. 5. Verteilung der Anzahl Dateien mit Fledermausrufen (WAV-Files) je Nacht zu acht der neun identifizierten Fledermausarten. Rufe des Großen Mausohrs wurden nur in der Nacht 17./18.08. registriert. Lücken in der x-Achse kennzeichnen Geräteausfall.



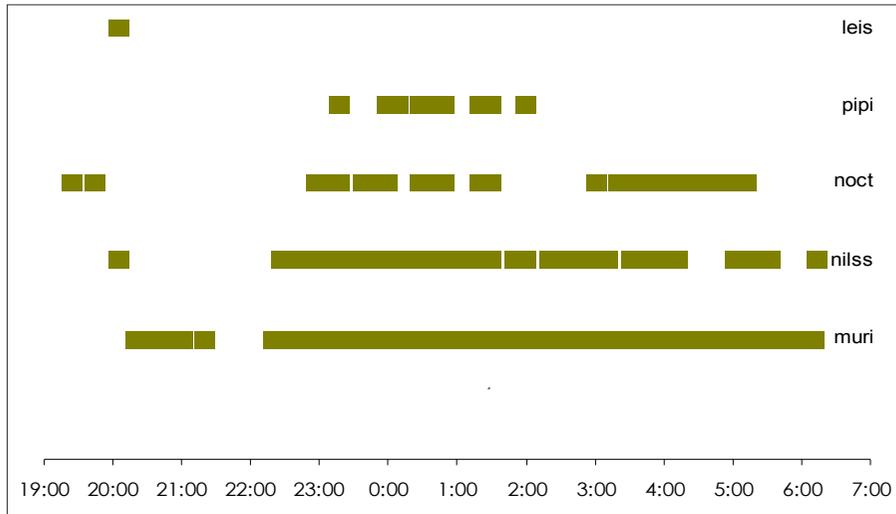


Abb. 6. Zeitliche Verteilung der Rufaufzeichnungen im Verlaufe der Nacht vom 27. auf den 28.09.2011.

Fledermausarten auch deutlich oberhalb von 1.200 m NN festgestellt. Fänge an den Vogelzugstationen der schweizerischen Alpenpässe Col de Bretolet (1.923 m) und Jaman (1.512 m) zeigen, dass dort alle auch auf dem Brocken festgestellten Spezies teils regelmäßig während der Wegzugperiode gefangen wurden (z. B. AELLEN 1961, PROGİN 2012, THOMA & ALTHAUS 2012). Funde lebender Fledermäuse aus deutlich höheren Lagen der Alpen betreffen die Nordfledermaus (Sommerfund in 2.290 m nach SPITZENBERGER 1986) und die Kleine Bartfledermaus (Winterquartier in 2.480 m nach ZINGG & BURKHARD 1995).

In Anbetracht der klimatisch rauen Bedingungen auf dem Brocken überrascht die relativ stete Präsenz von Fledermäusen. Die Beleuchtung des Gebäudes und eine auf dem Dach zwecks Erfassung nachts flugaktiver bzw. wandernder Insekten installierte Lichtfalle spielten für die Nahrungssuche und damit für das Erscheinen der Fledermäuse sicherlich keine unbedeutende Rolle. Das beleuchtungs-

bedingt punktuelle Nahrungsangebot besitzt jedoch keine Fernwirkung, kann allein also nicht das Erscheinen der neun Arten erklären. Nordfledermaus und Zweifarbfledermaus zeichnen sich durch zeitlich ausgedehnte Präsenz sowohl innerhalb einzelner Nächte (Abb. 6) als auch in Bezug auf den Erfassungszeitraum (Abb. 4) aus. Im Vergleich zu den anderen Arten scheint das 22 m hohe Gebäude auf beide in besonderem Maße anziehend zu wirken, da sie hier auch in Nächten ohne bzw. mit nur geringem Nahrungsangebot rufaktiv nachzuweisen waren. Es ist daher möglich, dass sie an der Wetterstation und weiteren ähnlich spalten- wie hohlraumreichen Gebäuden des Gipfels zumindest zeitweise Quartier bezogen. Die wiederholte Registrierung von Sozial- oder Territoriallauten³ beider Arten spricht für diese Überlegung. Eine phasenweise stete bzw. regelmäßige Präsenz der Zwergfledermaus deutet darauf hin, dass diese gleichfalls vorübergehend Quartier an der Wetterstation oder im nahen Umfeld bezog. Hingegen wurden Rufe des Großen Abendseglers stets nur über sehr kurze

³ Die artspezifischen Soziallaute der Zweifarbfledermaus wurden nahezu während des gesamten Untersuchungszeitraumes registriert, also nicht nur zur Paarungszeit. Dies weist auf eine über die Funktion als „Balzruf“ (z. B. SKIBA 2009) hinaus gehende Bedeutung hin. Wahrscheinlich signalisiert der Ruf vor allem Territorialansprüche (vgl. AHLÉN & BAAOGÖE 1999). Es sollte daher bis zu einer hinreichenden Klärung seines Funktionsumfanges ausschließlich der umfassendere Begriff Soziallaut (vgl. z. B. PFALZER 2002) verwendet werden.

Zeitfenster aufgezeichnet. Die Urheber zeigten also nur mäßiges Interesse am Dachaufbau des Gebäudes. Dies gilt ebenso für die fünf weiteren Fledermausarten, die meist nur über Sekundenabschnitte in den Erfassungsbereich der Aufnahmetechnik gerieten.

Das Wetter bestimmt bekanntermaßen das Ausmaß der Flugaktivitäten jeder Fledermausart in spezifischer Weise (z. B. AHLÉN et al. 2007). Auf dem Brocken sind Temperaturen und Windgeschwindigkeiten in dieser Hinsicht als „grenzwertig“ zu beurteilen. Die meisten Fledermausrufe zeichnete die Technik in niederschlagsfreien Nächten mit Windgeschwindigkeiten von weniger als 9 m/s (mittlere maximale Messwerte) und Temperaturen von mehr als 9°C (Mittelwert) auf. Die Bevorzugung entsprechender Windgeschwindigkeiten steht im Einklang mit Beobachtungen anderer Autoren (z. B. AHLÉN et al. 2007, BACH & BACH 2009, BACH et al. 2009, FREY et al. 2011, HÜPPOP et al. 2009). Ortungsrufe der Zweifarbfledermaus, Nordfledermaus und des Großen Abendseglers wurden jedoch auch noch in Nächten mit Windgeschwindigkeiten von 11-19,5 m/sec (mittlere minimale bis maximale Messwerte), also bei starken bis stürmischen Winden (6-8 Beaufort) aufgezeichnet, sofern die Niederschlagsmenge 2 mm (bzw. 1/m²) nicht überstieg und die mittlere Temperatur mindestens 6°C betrug, so z. B. in den Nächten 07./08.08., 10./11.08., 11./12.08., 28./29.08. und 03./04.10. Da unter diesen Bedingungen praktisch kein Insekt fliegt, befanden sich die Urheber dieser Rufe auf einem Transferflug. An den 59 von 159 erfassten Nächten ohne Fledermausrufe war es relativ kalt (< 6°C), regnerisch (andauernder Niederschlag), stark windig (deutlich mehr als 12 m/s) oder es gab eine ungünstige Kombination aller drei Parameter, was jeweils den Mangel an Rufaufzeichnungen erklärt.

Die jahreszeitliche Verteilung der Anzahl aufgezeichneter Rufdateien weist bei Zweifarbfledermaus, Nordfledermaus und Großem Abendsegler Spitzenwerte im Mai sowie Ende September/Anfang Oktober auf. Bei der Zwergfledermaus ist eine deutliche Konzentration der Rufe im Mai und bei der Rauhhauf-

fledermaus bereits in der zweiten Aprilhälfte erkennbar. Das anscheinende Fehlen eines entsprechenden Peaks bei beiden Arten im Spätsommer resultiert vermutlich aus dem Ausfall des Aufnahmesystems im September. Die saisonale Häufung der Fledermausrufe lässt sich nicht (allein) mit einem erhöhten Nahrungsangebot begründen, da dieses in den Monaten Juni bis August abschnittsweise mindestens gleichermaßen zur Verfügung stand (MEINEKE unveröff.). Vielmehr kann das Erscheinen von Durchzügler im Frühjahr und Spätsommer / Frühjahr auf dem Brocken die deutlich erhöhte Häufigkeit der Rufaufzeichnungen erklären. Bekanntermaßen gelten Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Zweifarbfledermaus und Rauhhaufledermaus als Langstreckenzieher. Das heißt, dass zumindest ein Teil der Artangehörigen alljährlich saisonale Wanderungen vom Sommer- zum Winterquartier und zurück über insgesamt 3.000-4.000 km unternimmt (HUTTERER et al. 2006 u. a.). Hingegen werden Nordfledermaus, Zwergfledermaus, Mopsfledermaus, Großes Mausohr und beide Bartfledermausarten pauschal als Kurzstreckenwanderer („regional migrants“) typisiert. GERELL & RYDELL (2001) stellen fest, dass *Eptesicus nilssonii* „mit traditionellen Methoden recht schwer nachzuweisen“ ist und bringen damit indirekt die Unsicherheit in der Beurteilung des Wanderverhaltens zum Ausdruck. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass im Vergleich zu Großem Abendsegler und Rauhhaufledermaus bisher nur ein Bruchteil der Nordfledermäuse beringt wurde (nach HUTTERER et al. 1. c. weniger als 10 %). Aus diesem Grunde sind bisher nur wenige Fernwanderungen bis zu maximal 450 km (TRESS 1994) bekannt geworden. Regelmäßige Fänge auf den Vogelzugstationen der schweizerischen Alpenpässe Col de Bretolet und Jaman (AELLEN 1961, MOESCHLER & BLANT 1995, PROGİN 2012) und eine Reihe von jüngeren festlandfernen Nachweisen in der Ost- wie Nordsee (AHLÉN et al. 2007, BOSHAMER & BEKKER 2008, HÜPPOP et al. 2009) als auch ältere Beobachtungen auf Helgoland (DALLA TORRE 1889, SKIBA 1989) belegen die Fähigkeit der Nordfledermaus, beachtliche Hindernisse zu überwinden. Es bedarf jedoch noch vieler gezielter Untersuchungen, um die

Fragen hinreichend beantworten zu können, ob und in welchem Ausmaße bzw. unter welchen Bedingungen Populationsanteile der Nordfledermaus saisonale Wanderungen unternehmen. Bis zu einer befriedigenden Klärung sind entsprechende Migrationsformen jedenfalls nicht kategorisch auszuschließen. Hinsichtlich der Zwergfledermaus deuten die Wiederfunde auf Langstreckenwanderungen hin, deren Anteil in Osteuropa größer zu sein scheint als in Mittel- und Westeuropa. Da jedoch Verwechslungen mit der Rauhhaufledermaus und insbesondere mit der Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) nicht auszuschließen sind, bestehen in der Interpretation vorliegender Daten erhebliche Unsicherheiten (vgl. HUTTERER et al. 1. c). Die Zwergfledermaus wurde in Anbetracht ihrer weit verbreiteten Präsenz und Dominanz verhältnismäßig wenig markiert. Zudem begrenzen weitgehende Unkenntnis bzw. Unzugänglichkeit ihrer Winterquartiere das Wissen über den Aufenthalt gekennzeichneten Individuen während der Hibernation. Der regelmäßige Nachweis von Zwergfledermäusen bei systematischen Beobachtungen über der Ostsee und auf Nordseeinseln deutet auf saisonale Wanderungen hin (AHLEN et al. 2009, FREY et al. 2011, HÜPPOP 2009). Die Befunde vom Brocken weisen in die gleiche Richtung. Weitere systematische Untersuchungen werden zeigen, in welchem Umfang welche Populationsanteile an saisonalen Wanderungen beteiligt sind.

Die aus der Dominanz der Rufaufnahmen ableitbare stetigere (und zahlreichere?) Präsenz von Zweifarb- und Nordfledermaus im Vergleich zu den Langstreckenwanderern Großer und Kleiner Abendsegler sowie Rauhhaufledermaus erklärt sich mit ihren unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen. Das spaltenreiche Turmgebäude der Wetterstation am hochmontanen Standort fällt in das bisher bekannte artspezifische Habitatschema beider Arten. Hinsichtlich des Strukturangebotes gilt das auch für die allerdings viel windempfindlichere und daher auf dem Brocken weniger präsenzte Zwergfledermaus. Alle weiteren festgestellten Arten bevorzugen deutlich andersartige Biotope. Sie erscheinen auf dem Brocken wohl ausschließlich als flüchtige Durchzügler oder Gäste.

Beide Abendsegler-Arten und die Rauhhaufledermaus wurden vor allem im Verlauf der saisonalen Migrationsphasen registriert. Ihr Transferflug über den hochmontanen Gipfel weitab der artspezifischen Habitate belegt eindrucksvoll den Charakter des Breitfrontzuges. Es widerlegt die weit verbreitete und immer wieder kolportierte vordergründige Deutung des Verweilens zwecks Nahrungssuche während der Zugzeiten etwa an Gewässern als Schmalfrontzug entlang von Leitlinien oder Zugkorridoren (z. B. Anonymus 2006, DIETZ et al. 2012, FURMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, GERGES et al. 2010, HMUEL/VHMVWL 2012).

Das im Kontext der Ergebnisse studierte faunistische Schrifttum verschafft nebenbei beachtliche Einsichten in die Kultur des Publizierens, wie drei Zitate zweier Autoren zur Nordfledermaus verdeutlichen. In einem 1980 erschienenen Beitrag stellt Autor X fest: „HANDTKE (1968) vermutete die Art im Brockenmassiv, doch dies bestätigte sich nicht, denn 1977 wurde ein ¼ Jahr im Brockengranitmassiv und Brocken vom Verf. nach Fledermäusen gesucht, jedoch ohne Erfolg. [...] Vielmehr besiedeln die Nordfledermäuse die schroffen Harzrandlagen mit tiefeingeschnittenen Tälern, dort wo die rauhen atlantischen Luftmassen wetterwirksam werden.“ Sechs Jahre später schreibt Autor Y: „Obwohl der Hochharz (> 700 m ü. NN), insbesondere die Siedlungen [...] und die Hochmoore gründlich abgesucht wurden, konnten dort keine Nordfledermäuse festgestellt werden. Der Hochharz scheint entgegen den Vermutungen von K. HANDTKE (1968) weder im Winter noch im Sommer von der Nordfledermaus besiedelt zu sein. Insofern bestätigt sich die [...] Fehlanzeige im Brockengebiet. Aus dieser Sicht ist auch zweifelhaft, ob das von H. LÖNS (1910) im Brockengebiet gefundene Skelett einer kleinen Art wirklich eine Nordfledermaus war, wie H. LÖNS glaubte. Vielleicht war es das Skelett einer Zwergfledermaus.“ Autor Y bemerkt Jahre später nonchalant: „Das Vorkommen der bekanntlich sehr wetterharten Nordfledermaus in Lagen oberhalb von 800 m ü. NN kann als normal gelten, zumal die Art im gesamten Harz und Harzrand überall heimisch ist.“

EISENTRAUT (1937) zieht angesichts der wunderbaren Fähigkeiten der Fledermäuse mit leicht kapitulierendem Unterton das Fazit: „Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass man es bei den Fledermäusen mit Tieren zu tun hat, deren Verhaltensweisen nicht in engen Grenzen verläuft, sondern die in hohem Grade anpassungsfähig sind.“ Oder einmal anders formuliert: Weil sich Fledermäuse unserem Wahrnehmungsvermögen weitgehend entziehen, kennen wir sie nur wenig. Daher rufen wir uns die Kritik des Pfarrers und Zoologen ANDREAS JOHANNES JÄCKEL mahndend in Erinnerung, die dieser 1870 aus Anlass der gewagten Hypothesen von BLASIUS (1857) zum Status der Nordfledermaus niederschrieb: „Ich halte sie für eine beständige Bewohnerin Bayerns, die man aber fast gar nicht kennt, weil Chiropterologen noch seltener sind, als die seltenste Fledermaus.“

Danksagung

Die Mitarbeiter des Deutschen Wetterdienstes gaben mir nicht nur den entscheidenden Hinweis auf das regelmäßige Erscheinen von Fledermäusen, sondern ermöglichten auch Aufstellung, Stromanschluss und Betreuung der technischen Geräte. Eine von der Nationalparkverwaltung ausgestellte Fahrgenehmigung gewährte mir freie Fahrt auf den Brocken. Herr BERND OHLENDORF, das Urgestein der fledermauskundlichen Erforschung des hercynischen Raumes, erwarb mit unwiderstehlich charmantem Nachdruck die zeitnahe Abfassung des Manuskriptes und unterzog selbiges einer kritischen Durchsicht.

Schrifttum

- ADAMS, A. M., JANITZEN, M. K., & HAMILTON, R. M. (2011): Bat Detector Comparison with Synthetic Playback and Free flying Bats. Abstracts of Papers Presented at the 41st Annual Symposium of the North American Society for Bat Research, Toronto, Ontario 26-29 October 2011, Royal Ontario Museum, Toronto, Canada, p. 1. http://www.nasbr.org/meetings/41_toronto/archive/documents/NASBR_2011_Abstracts.pdf.
- AELLEN, V. (1961): Le baguement des chauves-souris au Col des Bretolet (Valais). Archives des Sciences **14**, 365-392.
- AHLÉN, I., & BAAGØE, H. J. (1999): Use of ultrasound detectors for bat studies in Europa: experiences from field Identification, surveys, and monitoring. Acta Chiropterologica **1**, 137-150.
- , - , & BACH, L. (2009): Behaviour of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. J. Mammalogy **90**, 1318-1323.

- , BACH, L., BAAGØE, H. J., & PETTERSON, J. (2007): Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Vindval Report **5571**. Stockholm (35 pp.).
- Anonymus (2006): Rauhhaufledermaus hält Weltrekord. LÖBF-Mitteilungen **2/2006**, 9.
- BACH, L., & BACH, P. (2009): Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Aktivität von Fledermäusen. Nyctalus (N. F.) **14**, 3-13.
- BACH, L., AHLÉN, I., BAAGØE, H. J., PETTERSON, J., & BACH, P. (2009): Bat migration in the western Baltic Sea Region and possible effects of offshore wind farms. In: VOIGT, C., & POPA-LISSEANU, A. G. (eds.): 1st International Symposium on Bat Migration in Berlin, 16-18 January, p. 37. Berlin.
- BLASIUS, J. H. (1857): Fauna der Wirbelthiere Deutschlands und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa. Erster Band Säugethiere. Braunschweig (549 pp.).
- BOSHAMER, J. P. C., & BEKKER, J. P. (2008): Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. Lutra **51**, 17-36.
- DALLA TORRE, K. W. VON (1889): Die Fauna von Helgoland. Zool. Jahrb. (Z. f. Systematik, Geographie u. Biologie d. Tiere). Suppl. **2**, 1-99.
- Deutscher Wetterdienst [2010]: Klimareferenzstation Brocken. Broschüre (4 pp.). http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Presse/Broschueren/KRS_Brocken_PDF.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/KRS_Brocken_PDF.pdf.
- DIETZ, M., BÖGELSACK, K., HÖRIG, A., & NORMANN, F. (2012): Gutachten zur landesweiten Bewertung des hessischen Planungsraumes im Hinblick auf gegenüber Windenergienutzung empfindliche Fledermausarten. Auftraggeber: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden. Gonterskirchen (120 pp.). www.landesplanung-hessen.de/wp-content/uploads/2012/07/Fledermausgutachten_Juli_2012.pdf.
- EISENTRAUT, M. (1937): Die deutschen Fledermäuse. Eine biologische Studie. Zentralbl. Kleintierkd. u. Pelztierkd „Kleintier und Pelztier“ **13** (Monographien der Wildsäugetiere 2), 1-184. Leipzig.
- FREY, K., BACH, L., & BACH, P. (2011): Fledermauszug auf Mellum und Wangerooze - Ergebnisse aus dem Frühjahr 2010 im Vergleich mit den Vorjahren. Natur u. Umweltschutz (Z. Mellumrat) **10**, 7-13.
- FURMANKIEWICZ, J., & KUCHARSKA, M. (2009): Migration of bats along a large river Valley in southwestern Poland. J. Mammalogy **90**, 1310-1317.
- GAHSCHKE, J., & SACHER, P. (1994): 3.3.1 Säuger. In: Landesamt f. Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Der Nationalpark Harz **31**, Sonderh., 31-32.
- GERELL, R., & RYDELL, J. (2001): *Eptesicus nilssonii* (Keyserling et Blasius, 1839) - Nordfledermaus, p. 562-581. In: KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4, Fiedertiere I: Chiroptera I. *Rhinolophidae*, *Vespertilionidae* 1. Wiebelsheim.
- GERGES, M., ZEUS, V., ZAHN, A., & REITER, G. (2010): Hot-spots of bat migration at lentic and lotic waters. In: HORÁČEK, L., & BENDA, P. (eds.): 15th International

- Bat research Conference Prague, 23-27 Aug. 2010 - The Conference Manual (Volume of abstracts), p. 147.
- HAMMER, M., ZAHN, A., & MARCKMANN, U. (2009): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen. Version 1 - Oktober 2009. Koordinationsstelle f. Fledermausschutz Bayern (15 pp.). www.ecoobs.de/downloads/Kriterien_Lautzuordnung_10-2009.pdf.
- HANDTKE, K. (1968): Verbreitung, Häufigkeit und Orts-treue der Fledermäuse in den Winterquartieren des Harzes und seines nördlichen Vorlandes. Naturkd. Jber. Mus. Heineanum 3, 124-191. Halberstadt.
- HMUELV/HMWVL - Hessisches Ministerium f. Umwelt, Energie, Landwirtschaft u. Verbraucherschutz, Hessisches Ministerium f. Wirtschaft, Verkehr u. Landesentwicklung (2012): Leitfaden – Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Hessen. Broschüre. http://www.landesplanung-hessen.de/wp-content/uploads/2012/12/WKA-Leitfaden_rinal.pdf.
- HÖVERMANN, J. (1957): 38 Harz. In: MEYNE, E., & SCHMIT-HÜSEN, J. (Hrsg.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Veröff. Bundesanstalt f. Landeskd. 4. u. 5. Lfg. Remagen, p. 601-608 [Karte 1:1.000.000 als Beilage z. 8. Lfg., 1961].
- (1963): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 99 Göttingen. Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Hrsg.: Institut f. Landeskunde. Bundesanstalt f. Landeskd. u. Raumforsch. Bad Godesberg (35 pp.).
- HÜPPOP, O. (2009): Bat migration at Helgoland, a remote island in the North Sea: wind assisted or wind drifted? In: VOIGT, C., & POPA-LISSEANU, A. (eds.): 1st International Symposium on Bat Migration Berlin, 16-18 January. Berlin, p. 55.
- , HILL, R., HÜPPOP, K., & JACHMANN, F. (2009): Auswirkungen auf den Vogelzug. Begleitforschung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nordsee. Finobird Abschlussbericht Sept. 2009. Inst. Vogelforsch. „Vogelwarte Helgoland“, Inselstation (278 pp.).
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C., & RODRIGUES, L. (2006): Bat Migrations in Europe. A Review of Banding Data and Literature. Natursch. u. Biol. Vielfalt 28, 1-162.
- JACKEL, A. J. (1870): Die Säugetiere der drei fränkischen Kreise Bayerns. Neunter Bericht naturforsch. Ges. Bamberg, p. 39-82.
- KINKELDEY, M. (2010): Das Klima des Harzes. In: Regionalverband Harz e. V. (Hrsg.): Unterwegs im Natur- und Geopark. Harzer Pflanzenwelt erleben. Quedlinburg, p. 8-11.
- LÖNS, H. (1910): Die Vogelwelt des Brockens. Orn. Jahrb. 21, 31-39.
- MOESCHLER, P., & BLANT, J.-D. (1995): *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839). In: HAUSSER, J. (Hrsg.): Säugetiere der Schweiz: Verbreitung, Biologie, Ökologie. Denkschriften Schweiz. Akad. Naturwiss. 103, 171-174.
- NIELBOCK, R.-D. (1987): Holozäne und jungpleistozäne Wirbeltierfaunen der Einhornhöhle/Harz. Paläont.-biostatigraph. Untersuchungsergebnisse d. Höhlengrabungen 1985/87. Diss., Univ. Claus-thal-Zellerfeld (194 pp.).
- OHLENDORF, B. (1997): Fledermäuse (*Chiroptera*). In: Landesamt f. Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt, Landschaftsraum Harz. Ber. LA Umweltsch. Sachs.-Anh., Sonderh. 4, 255-261,360.
- PFALZER, G. (2002): Inter- und intraspezifische Variabilität der Sozilllaute heimischer Fledermausarten (*Chiroptera: Vespertilionidae*). Diss., Univ. Kaiserslautern u. Erlangen. Kaiserslautern (251 pp. u. Anhang).
- (2007): Verwechslungsmöglichkeiten der akustischen Artbestimmung von Fledermäusen anhand ihrer Ortungs- und Sozialrufe. Nyctalus (N. F.) 12, 3-14.
- PROGIN, S. (2012): Rapport d'Activité 2011. Groupe d'études faunistiques de Jaman. Lausanne (25 pp.).
- SCHAUB, A., & SCHNITZLER, H. U. (2007): Echolocation behaviour of the bat *Vespertilio murinus* reveals the border between the habitat types "edge" and "open space". Behav. Ecol. Sociobiol. 61, 513-523.
- SKIBA, R. (1989): Die Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839), in der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik. Myotis 27, 81-98.
- (1990): Zur Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839), im Schwarzwald der Bundesrepublik Deutschland. Ibid. 28, 59-66.
- (1999): Zur Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839), im Nordosten von Frankreich. Ibid. 37, 77-87.
- (2002): Zweifarbfledermaus - *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758) und andere Fledermausarten im Westharz. Mitt. AG Zool. Heimatforsch. Niedersachs. 8, 1-8.
- (2005a): Das Ultraschallinventar des Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), in Europa. Nyctalus (N. F.) 10, 357-367.
- (2005b): Fledermäuse im Hochharz zwischen Brocken-gipfel und Torfhaus. Beitr. Naturkd. Niedersachs. 58, 7-15.
- (2006): Zum Vorkommen der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839), im südlichen Harzvorland. Mitt. AG Zool. Heimatforsch. Niedersachs. 10/11 (2004/2005), 6-12.
- (2009): Europäische Fledermäuse. 2. Aufl. Neue Brehm-Büch., Bd. 648 (220 pp.). Hohenwarsleben.
- SPITZENBERGER, F. (1986): Die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii* Keyserling & Blasius, 1839) in Österreich. Mammalia austriaca 10 (Mammalia, Chiroptera). Ann. Naturhist. Mus. Wien 87, Reihe B, 117-130.
- SPÖNEMANN, J. (1970): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 100 Halberstadt. Geograph. Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Hrsg.: Institut f. Landeskd.

Bundesanstalt f. Landeskd. u. Raumforsch. Bad Godesberg (37 pp.).

- THOMA, M., & ALTHAUS, S. (2012): Jahresbericht 2011 der Beringungsstation Col de Bretolet VS. Schweizerische Vogelwarte, Sempach (33 pp.).
- TRESS, C. (1994): Zum Wanderverhalten der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*, Keyserling u. Blasius 1839). Naturschutzreport 7, 367-372.
- WEGENER, U. (1999): Vegetation und Klima der Brockenregion. Abh. Ber. Naturkd. Magdeburg 22, 19-26.
- ZINGG, E. P. & BURKHARD, W.-D. (1995): *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1819). In: HAUSSER, J. (Hrsg.): Säugetiere der Schweiz: Verbreitung, Biologie, Ökologie. Denkschriften Schweiz. Akad. Naturwiss. 103, 104-108.

Anhang

Spektrogramm-Auswahl der auf dem Brocken 2011 aufgezeichneten Fledermausrufe.

