

Handbuch Fledermausmonitoring

auf Flächen des Nationalen Naturerbes
und anderen Naturschutzflächen

Dr. Markus Dietz & Elena Krannich | Naturstiftung David



Inhalt

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Anlass.....	5
2 Übersicht der NNE-Flächen	6
3 Grundsätze und Ziele des Fledermausmonitorings	7
4 Fledermäuse als Monitoringgruppe.....	8
4.1 Kurzporträts ausgewählter Fledermausarten.....	12
5 Fledermausmonitoring auf NNE-Flächen.....	17
5.1 Übersicht der empfohlenen Methoden.....	17
5.2 Datenrecherche	19
5.3 Basismodul 1: Akustisches Artenspektrum	19
5.4 Basismodul 2: Artenspektrum und Reproduktionsstatus.....	21
5.5 Vertiefungsmodul 1: Reproduktion und Koloniegrößen.....	22
5.6 Vertiefungsmodul 2: Habitatbindung	24
5.7 Vertiefungsmodul 3: Strukturindikation durch Indikatorarten.....	25
5.8 Sondermodul 1: Fledermauskästen.....	26
5.9 Sondermodul 2: Winterquartiere	28
5.10 Monitoringrhythmus	29
6 Organisation des Monitorings.....	30
6.1 Durchführung und Zeitaufwand.....	30
6.2 Genehmigungen	32
6.3 Datendokumentation	32
7 Zusatzinformationen	34
7.1 Übersicht zu Erfassungsmethoden.....	34
7.2 Ehrenamtliche Mitarbeit – Adressen.....	35
7.3 Akustik.....	35
7.3.1 Erfassung.....	35
7.3.2 Auswertung	39
7.4 Netzfang	40
7.5 Telemetry	42
7.5.1 Zur Quartierermittlung.....	42
7.5.2 Raumnutzungstelemetry.....	43
7.6 Beispielkalkulationen für den Zeitaufwand der Module.....	44
7.7 Protokollbögen – Beispiele	46
8 Literatur	47

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der NNE-Flächen (1.-3. Tranche) in Deutschland. Quelle: Naturstiftung David.....	6
Abb. 2: Die morphologischen und echo-akustischen Fähigkeiten von Fledermäusen bestimmen ihre nahrungsökologische Nische und damit auch die bevorzugten Biotopstrukturen auf NNE-Flächen. Anhand dieses Verhaltens werden Fledermausgilden definiert (u. a. Schnitzler & Kalko 2001).....	9
Abb. 3: Übersicht charakteristischer Fledermauslebensräume auf NNE-Flächen. Fotos: ITN.....	11
Abb. 4: Mopsfledermaus. Foto: ITN.....	12
Abb. 5: Breitflügel-Fledermaus. Foto: Klaus Bogon.	12
Abb. 6: Nymphenfledermaus. Foto: Christian Dietz.	12
Abb. 7: Bechsteinfledermaus. Foto: Marko König.....	13
Abb. 8: Brandtfledermaus. Foto: Christian Dietz.	13
Abb. 9: Wasserfledermaus. Foto: Thomas Stephan.	13
Abb. 10: Große Mausohren. Foto: ITN.	13
Abb. 11: Bartfledermaus. Foto: Klaus Bogon.....	14
Abb. 12: Fransenfledermaus. Foto: Thomas Stephan.	14
Abb. 13: Kleinabendsegler. Foto: Klaus Bogon.	14
Abb. 14: Abendsegler. Foto: Thomas Stephan.	15
Abb. 15: Rauhaufledermaus. Foto: Klaus Bogon.	15
Abb. 16: Zwergfledermaus. Foto: Klaus Bogon.	15
Abb. 17: Mückenfledermaus. Foto: Klaus Bogon.....	15
Abb. 18: Braunes Langohr. Foto: Thomas Stephan.	16
Abb. 19: Graue Langohren. Foto: ITN.	16
Abb. 20: Batcorder und wichtige Eigenschaften des Gerätes und des Standortes. Foto: ITN.	20
Abb. 21: Beispiele einer Ergebnisdarstellung der Basiserfassung. Oben: Batcorder im Gelände; Boxplot mit Aktivitätsdichten pro Batcorderstandort. Unten: Sättigungskurve der Artenzahl und Netzfangergebnisse. Foto, Grafiken, Tabelle: ITN.	22
Abb. 22: Beispiele der Ergebnisdarstellung von Vertiefungsmodul 1. Links: Kleinabendsegler mit Sender und nachgewiesenes Quartier. Rechts: Karte mit Netzfangstandorten, Netzfangergebnissen und ermittelten Quartieren. Foto, Karte: ITN.....	23
Abb. 23: Beispiel einer Rastererfassung im NNE-Gebiet Biesenthaler Becken. Dargestellt ist die Anzahl der nachgewiesenen Fledermausarten pro Rasterpunkt. Karte: ITN.	25
Abb. 24: Beispiel einer Ergebnisdarstellung ergänzend zu Abb. 23. Erfasste Anzahl Arten pro Nacht je Standort (Rasternummer) im Untersuchungsgebiet. Boxplot mit Minimum, 25 %-Quartil, Median, 75 %-Quartil, Maximum, Ausreißer. Grafik: ITN.	25
Abb. 25: Beispiele einer Ergebnisdarstellung einer Raumnutzungstelemetrie. Der Farbwechsel von hell nach dunkel gibt die zunehmende Aufenthaltsdichte wieder. Links: Mopsfledermauskolonie im Brönnhof. Rechts: zwei Bechsteinfledermauskolonien in einem Waldgebiet (grau hinterlegt). Karten: ITN.	26
Abb. 26: Über die Kontrolle von Fledermauskästen können Artnachweise gewonnen werden. Etablierte Kastenreviere ermöglichen auch die Erhebung populationsrelevanter Daten. Im rechten Bild sind Bechsteinfledermäuse zu sehen. Fotos: ITN.	27
Abb. 27: Überwinternde Abendsegler in einem Kasten. Oben: Ergebnisse der Lichtschrankenüberwachung eines Fledermauskastens. Grafiken, Foto: Fa. ChiroTec/K. Kugelschafter.....	28
Abb. 28: Bunker mit fledermausfreundlicher Tür und überwinternde Mopsfledermaus in einer Spalte im Bunker. Fotos: ITN.....	29
Abb. 29: Anzahl mittels stationärer Dauerakustik erfasster Arten je weiterer Untersuchungsnacht (Gerätenacht)	

in drei bereits fledermauskundlich untersuchten Beispielgebieten (NNE-Flächen). Grafiken: ITN.	40
Abb. 30: Beispiele für Standorte der Aufnahmegeräte im Wald. Obere Reihe im Bestand. Untere Reihe in Bestandslücken mit offenen Kronendach. Fotos: ITN.	41
Abb. 31: Beispiele einer Rastererfassung in zwei unterschiedlichen Flächen. Links: orchideenreicher Laubmischwald Abtshagen – 267 ha. Rechts: Niedermoor mit kleinen Laubwäldern und großen Seen – 475 ha. Grafiken: ITN.	42
Abb. 32: Inter- (Zeile) und intraspezifische Rufvariabilität (Spalte) bei fünf Arten der Gattung <i>Myotis spec.</i> , aus Obrist et al. (2004).	43

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht zur funktionalen Bedeutung von Wäldern für Fledermausarten in Deutschland und die daraus resultierende Waldbindung	10
Tab. 2: Schema der Möglichkeiten eines NNE-Monitorings der Fledermäuse.....	18
Tab. 3: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung des Artenspektrums = Basismodul 1	20
Tab. 4: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung des Artenspektrums = Basismodul 2	21
Tab. 5: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung der Reproduktion und Koloniegrößen = Vertiefungsmodul 1	23
Tab. 6: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung der Habitatbindung = Vertiefungsmodul 2	24
Tab. 7: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung der Raumnutzung von Indikatorarten = Vertiefungsmodul 3	26
Tab. 8: Monitoringrhythmus der einzelnen Module.....	29
Tab. 9: Übersicht über Zeitaufwand und Durchführung der einzelnen Methoden der Monitoringmodule	31
Tab. 10: Im Monitoring anzuwendende Methoden und deren Protokollierung/Dokumentation.....	32
Tab. 11: Etablierte Erfassungsmethoden und Einsatzmöglichkeit im Rahmen des NNE-Monitorings	38
Tab. 12: Übersicht der 25 in Deutschland heimischen Arten sowie deren Zugehörigkeit zu einer ökologischen Gilde	45
Tab. 13: Geeignete Sendertypen (Auswahl) für verschiedene Fledermausarten.....	46
Tab. 14: Beispiele für den Zeitaufwand des Basismoduls 1 für eine NNE-Fläche < 300 ha und eine NNE-Fläche > 300 ha.	48
Tab. 15: Beispiele für den Zeitaufwand des Basismoduls 2 für eine NNE-Fläche < 300 ha und eine NNE-Fläche > 300 ha.	48
Tab. 16: Beispiele für den Zeitaufwand des Vertiefungsmoduls 1 für eine NNE-Fläche < 300 ha und eine NNE-Fläche > 300 ha.	49
Tab. 17: Beispiele für den Zeitaufwand des Vertiefungsmoduls 2 für zwei NNE-Flächen > 300 ha.....	49
Tab. 18: Beispiel für den Zeitaufwand des Vertiefungsmoduls 3 für eine Indikatorart	50

1 Anlass

Das Nationale Naturerbe (NNE) umfasst national bedeutsame Naturschutzflächen, die der Bund nicht privatisierte, sondern stattdessen an die DBU Naturerbe GmbH, die Bundesländer, ihren Stiftungen oder von diesen benannte Naturschutzorganisationen zur dauerhaften naturschutzfachlichen Sicherung unentgeltlich übertragen hat. Es handelt sich dabei um ehemalige Militärflächen, Teile des „Grünen Bandes“ entlang der früheren innerdeutschen Grenze, Flächen aus dem DDR-Volkvermögen sowie stillgelegte Braunkohletagebaue in Ostdeutschland. In drei Tranchen wurden bisher 156.000 ha gesichert, weitere 25.500 ha könnten perspektivisch noch dazukommen (Stand Oktober 2023). Die Flächen umfassen etwa zu zwei Drittel Wälder, aber auch Küsten- und Dünenlandschaften, Moore, weite Heidelandschaften sowie strukturreiche Kulturlandschaften aus Streuobstwiesen und Magerrasen. Grundsätzliches Ziel für alle Flächen des Nationalen Naturerbes soll ein aus Naturschutzsicht optimaler Zustand sein, wobei zwei Strategien verfolgt werden: Die meisten Wälder, Auen und Moore sowie Küsten sollen sich möglichst unbeeinflusst gemäß ihrer natürlichen Dynamik entwickeln. Heiden, Magerrasen und Wiesen sind dagegen klassische Kulturlandschaftsausschnitte, die eine an Naturschutzziele angepasste Nutzung oder Pflege benötigen (BMUB 2007).

Die weitere Entwicklung der NNE-Flächen soll durch Monitoringprogramme, also Dauerbeobachtungen, begleitet werden. Hierzu wurden ein Waldmonitoring, ein Vogelmonitoring, ein Tagfaltermonitoring und ein Fotomonitoring entwickelt. Alle Monitoringprogramme haben das Ziel mögliche Veränderungen in den Ökosystemen der Naturerbeflächen kurz- bis langfristig festzustellen und Vergleiche mit dem Zustand und der Entwicklung der Gesamtlandschaft zu ermöglichen. Sie sollen eine naturnahe Entwicklung ohne den konkreten Einfluss des Menschen ebenso dokumentieren, wie den Erfolg von gezielten Nutzungen oder Pflegemaßnahmen. Weiterhin geben sie Hinweise auf globale Umweltveränderungen wie den Klimawandel. Dafür werden sowohl die Präsenz und/oder Häufigkeiten von häufigen oder leicht erfassbaren Arten als auch von seltenen und spezialisierten Ar-

ten kartiert. Insbesondere zuletzt genannte können dabei Indikatororganismen für bestimmte Lebensraumstrukturen und Ökosystemzustände sein.

Mit dem im Folgenden dargestellten Fledermausmonitoring werden nunmehr Empfehlungen gegeben, wie diese insgesamt streng geschützte Artengruppe mit ihren komplexen Lebensraumansprüchen vor dem Hintergrund der NNE-Zielstellungen erfasst werden kann. Das Fledermausmonitoring ergänzt die bestehenden Monitoringprogramme für NNE-Flächen und erweitert gleichzeitig die Aussagekraft hinsichtlich der Ökosystemausprägung und der Flächenentwicklung (s. Kap. 3). Aufgrund ihres rechtlichen Status erhöhen Fledermäuse die Wertigkeit der NNE-Flächen als Lebensräume hoch gefährdeter Tier- und Pflanzenarten. Fledermausbestände werden aufgrund ihres rechtlichen Status im Zuge des Bundesstichprobenmonitorings überwacht. Je nach Bundesland gibt es zudem gebietsbezogene Fledermauserfassungen im Rahmen der FFH-Grunddatenerhebung. Aufgrund ihrer Verteilung in Deutschland und der vielfältigen und vor allem besonderen Biotopqualität gegenüber der „Normallandschaft“, können die Flächen des Nationalen Naturerbes einen wesentlichen Beitrag für ein nationales Fledermausmonitoring liefern.

Im Rahmen des Projektes „Schutz und Förderung der Mopsfledermaus in Deutschland“ im Bundesprogramm Biologische Vielfalt wurde auf verschiedenen NNE-Flächen die Verbreitung der Mopsfledermaus untersucht. Die Mopsfledermaus ist eine klassische Waldfledermaus, die für einen Großteil ihrer Aktivitäten den Wald nutzt. Aufgrund ihrer Lebensweise ist sie eine geeignete Stellvertreterin für andere Waldfledermäuse – was durch Schutzmaßnahmen ihr zugute kommt, kommt auch anderen Waldfledermäusen zugute. Eine wichtige Grundlage für die Konzeption und Umsetzung von Schutzmaßnahmen ist das Wissen zu Verbreitung und Entwicklung einer Art. Daher wurden in dem genannten Projekt Untersuchungsschemata getestet, die für ein Fledermausmonitoring in Frage kommen könnten. Aus den gesammelten Erfahrungen heraus, sind die Empfehlungen dieses Handbuchs entstanden.

2 Übersicht der NNE-Flächen

Gegenwärtig umfasst das Nationale Naturerbe 181.500 ha, wovon bisher ca. 156.000 ha in drei Tranchen für den Naturschutz gesichert wurden (Stand Oktober 2023, vgl. Abb. 1). Die Größe der Einzelflächen variiert dabei stark zwischen unter einem bis mehrere tausend Hektar. Dabei haben mehr als 50 % der Flächen eine Größe von unter 300 ha. Aufgrund dieser Größenverteilung wird das in den folgenden Kapiteln beschriebene Fledermausmonitoringprogramm unterschieden nach NNE-Flächen < 300 ha und NNE-Flächen > 300 ha. Auch auf sehr kleinen Flächen können naturnahe Waldbestände oder strukturiertes Offenland hochwertige Lebensräume für Fledermäuse bieten, die umso be-

deutender sind, wenn die umgebende Normallandschaft eine intensive Nutzung durch den Menschen aufweist.

Der Bund hat als bisheriger Eigentümer die Flächen unter strengen Naturschutzauflagen an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU Naturerbe GmbH, > 70.000 ha), die Länder und ihre Stiftungen oder an von diesen benannte Naturschutzorganisationen, wie z. B. die NABU-Stiftung Nationales Naturerbe, den WWF Deutschland, Naturstiftung David, Heinz Sielmann Stiftung oder die Deutsche Wildtier Stiftung (nachfolgend als Flächeneigentümer bezeichnet), übertragen.

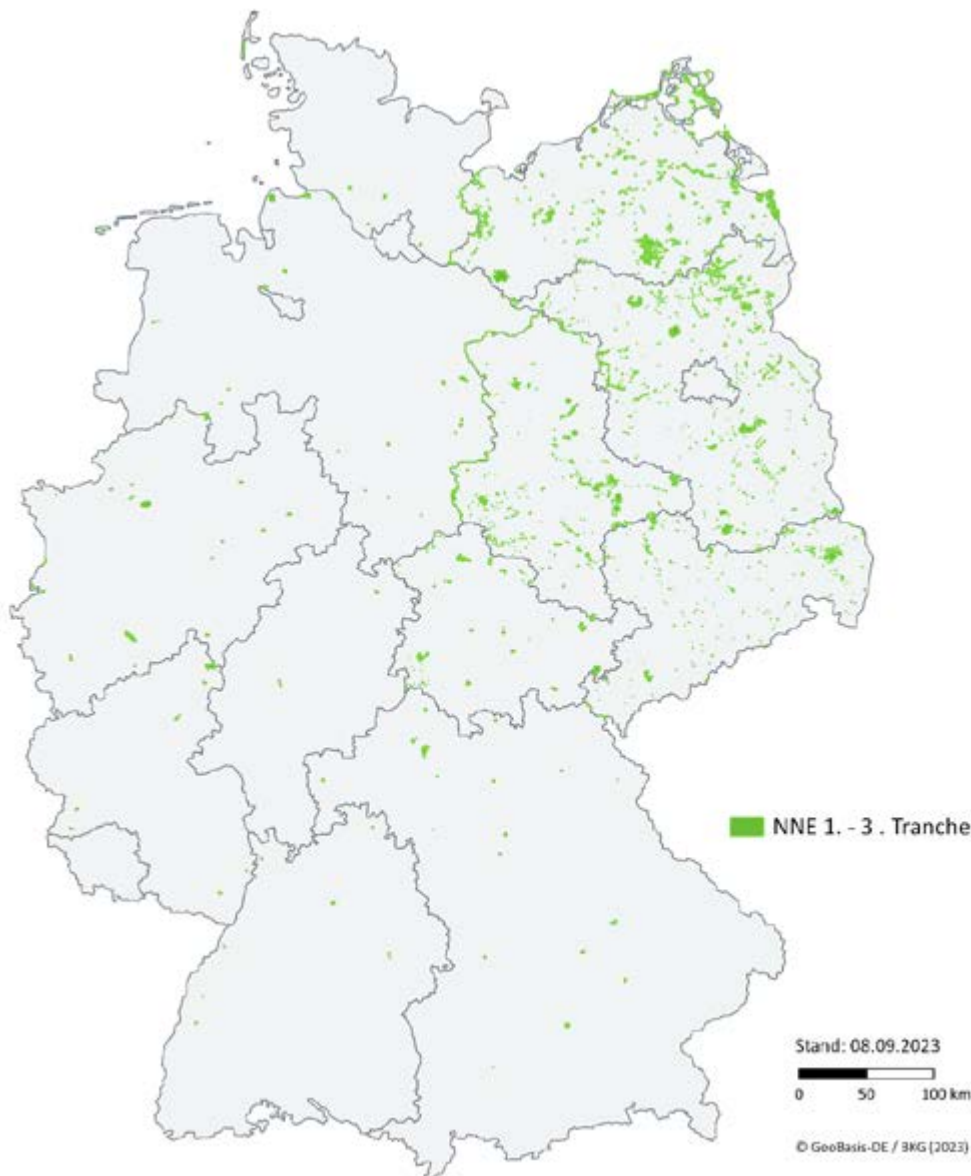


Abb. 1: Lage der NNE-Flächen (1.-3. Tranche) in Deutschland. Quelle: Naturstiftung David.

3 Grundsätze und Ziele des Fledermausmonitorings

Die Monitoringprogramme auf NNE-Flächen dienen in erster Linie der Dokumentation des Jetzt-Zustandes und der künftigen Entwicklung. Dabei wird unterschieden zwischen Flächen und Ökosystemen, die sich eigendynamisch entwickeln sollen sowie Flächen, für die spezielle Nutzungsformen oder Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Insgesamt sollen die Monitoringprogramme einen übergeordneten Vergleich mit Flächen der Normallandschaft ermöglichen.

Da die Ressourcen für die Durchführung von Monitoringprogrammen begrenzt sind, wird immer auch geprüft, ob NNE-Flächen in laufende Monitoringprogramme integriert werden können, z. B. in das bundesweite Vogelmonitoring. Die NNE-Monitoringprogramme sollen so konzipiert sein, dass

- sie grundsätzlich auf allen NNE-Flächen anwendbar sind,
- sie modular aufgebaut sind, um unterschiedliche Erfassungsintensitäten zu ermöglichen (vereinfacht – vertiefend) und
- mindestens die vereinfachten Monitorings auch mit Hilfe von ehrenamtlich Aktiven umgesetzt werden können.

Basierend auf den übergeordneten Zielen werden für das Fledermausmonitoring je nach den zur Verfügung stehenden Ressourcen folgende Ziele formuliert. Sie können modular umgesetzt werden, wobei sich basierend auf der Ersterfassung ein Monitoring erst durch die Wiederholungsaufnahme ergibt.

Basismodul 1: Akustische Grunderfassung der Fledermausartengemeinschaft im Sommerlebensraum und Ermittlung relativer Aktivitätsdichten; Identifikation bestimmter, für das Gebiet aussagekräftiger Indikatorarten.

Basismodul 2: Grunderfassung der Fledermausartengemeinschaft im Sommerlebensraum, artspezifischer Reproduktionsstatus und Ermittlung relativer Aktivitätsdichten; Beschreibung der Artengemeinschaft nach Jagd- und Quartierverhalten; Identifikation bestimmter, für das Gebiet aussagekräftiger Indikatorarten.

Vertiefungsmodul 1: Lokalisation von Wochenstubenkolonien baumbewohnender Fledermausarten und Ermittlung von Koloniegroßen; Identifikation von Waldflächen mit besonderer Naturwaldqualität über die Lokalisation der Koloniestandorte.

Vertiefungsmodul 2: Analyse der gebietspezifischen Habitatbindung der vorkommenden Fledermausarten und Identifikation von Gebietsteilen mit überdurchschnittlich hoher Fledermausdiversität.

Vertiefungsmodul 3: Raumnutzungsanalyse bestimmter Indikatorarten, um vertiefende Erkenntnisse besonders naturnaher (Wald-)flächen sowie um die Vernetzung von Gebietsteilen und Lebensraumelementen innerhalb der NNE-Fläche zu erhalten.

Sondermodul Fledermauskästen: Einrichtung und/oder Kontrolle von (bestehenden) Fledermauskastenrevieren zur Sichtbarmachung vorkommender Fledermausarten und Ermittlung von Reproduktionskolonien und Paarungsgemeinschaften.

Sondermodul Winterquartiere: Qualitative und quantitative Abschätzung von winterschlafenden Fledermäusen in vorhandenen Bunkeranlagen, Höhlen, Tunneln und Kellern.

Grundsätzlich gilt, dass die Erhebungen so durchgeführt werden, dass messbare Werte entstehen, die bei einer Wiederholungserfassung verglichen werden können. Hierzu zählen Werte wie die Anzahl nachgewiesener Fledermausarten, die relative Rufaktivität und die Nachweishäufigkeit von einzelnen Arten bezogen auf die Zahl der Aufnahme- sowie Koloniegroßen.

Basierend auf den Werten der Ersterfassung können die Ergebnisse der Wiederholungsaufnahme vergleichend ausgewertet werden, um eine Entwicklung zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Fledermauserfassung ermöglichen je nach Modul Aussagen zur strukturellen

Qualität des Gebietes, wie z. B. über die Habitatansprüche der vorkommenden Arten, über die Artendiversität und den Reproduktionsstatus der Arten. Naturnahe Waldflächen können über die Lokalisation von Koloniestandorten ermittelt werden. Für

vertiefende Analysen können die Fledermausdaten mit anderen Monitoringergebnissen verschnitten werden, wie z. B. der Waldstruktur und der Vogelartengemeinschaft.

4 Fledermäuse als Monitoringgruppe

Alle 24 in Deutschland vorkommenden Fledermausarten sind insektivor und konnten mit Hilfe der ultraschallbasierten Echoortung die Nacht als zeitliche ökologische Nische erschließen. Ihre nächtliche und hochmobile Lebensweise erschwert jedoch systematische Beobachtungen, sodass sowohl ihre Verbreitung und Lebensweise, als auch ihre Bedeutung für Ökosysteme lange unterschätzt wurde. Neben überall vorkommenden Arten, wie z. B. der Zwergfledermaus, sind manche Arten hochspezialisiert und gute Indikatoren für naturnahe Lebensräume (Russo et al. 2021). So weisen z. B. Waldflächen mit Wochenstubenkolonien der Bechsteinfledermaus signifikant mehr Naturwaldstrukturen, Mikrohabitate sowie eine höhere Spechtdichte auf, als Vergleichswälder der Umgebung (Singer et al. 2021). Ebenso ist die Nymphenfledermaus eine Indikatorart für alte und strukturreiche Laubwälder, während die Mopsfledermaus stehendes Totholz und eine hohe Dichte an Nachtfaltern anzeigt.

Beim Monitoring muss grundsätzlich beachtet werden, dass Fledermäuse über den Jahresverlauf eine jeweils artspezifisch hohe räumliche und zeitliche Dynamik aufweisen. Eine Fledermausart, die beispielsweise im Sommer in hoher Dichte und mit Wochenstubenkolonien auf einer größeren NNE-Fläche siedelt, überwintert im Winter an gänzlich anderen Orten in der näheren Umgebung oder auch an sehr entfernt liegenden Orten.

Die räumliche Organisation von Fledermauspopulationen ist eng verknüpft mit ihren Lebenszyklusphasen. In Mitteleuropa ist sie zudem noch synchronisiert durch die wechselnde Nahrungsverfügbarkeit bedingt durch die Jahreszeiten. Sehr vereinfacht dargestellt ist die Zeit mit der höchsten Nahrungsdichte auch die Zeit der Wochenstuben-

kolonien, in denen sich Weibchen zusammenschließen, um ihre Jungen zu gebären und großzuziehen. Diese Phase liegt je nach Region und Fledermausart etwa im Zeitraum von Mitte Mai bis Ende Juli/Anfang August und ist geprägt von einer hohen Ortstreue der Weibchen und stabilen sozialen Einheiten. Wochenstubenkolonien sind wie oben beschrieben die entscheidenden demographischen Einheiten von Fledermauspopulationen. Getrennt von den Wochenstubenkolonien besiedeln Männchen solitär oder ebenfalls in Gruppen Sommerlebensräume, wobei die älteren Männchen sich bereits am Ort der Paarung etablieren (Zahn & Dippel 1997, Dietz & Kalko 2007). Diese wiederum können artspezifisch sowohl im Umfeld der Wochenstubenkolonien als auch sehr weit entfernt liegen, sind aber ebenfalls durch eine räumliche Tradition charakterisiert.

Im Spätsommer lösen sich die Wochenstubenkolonien auf und die reproduktiven Weibchen suchen gezielt Paarungsquartiere auf, während die Jungtiere ihren Lebensraum erkunden und dabei den Aktionsradius immer weiter ausdehnen (Kretzschmar 1997, Parsons et al. 2003, Piksa et al. 2011, Chaverri et al. 2018). Zentrale Orte der Erkundung sind dabei die sogenannten Schwärmquartiere, die später im Jahr meist auch als Winterquartier sowie zur Paarung genutzt werden (Furmankiewicz & Altringham 2007). In dieser Phase sind Fledermäuse hochmobil und es findet eine großräumige artspezifische Durchmischung statt. Diese ist auch im Winter gegeben, wobei die eigentliche Winterschlafphase geprägt ist von einer Phase der Ruhe und geringen Aktionsradien. Die artspezifischen Unterschiede in den Aktionsradien sind hier sehr erheblich und können grob unterschieden werden in mehr oder weniger sesshafte Arten mit Jahresaktionsräumen unter 50 km, regionalen saisona-

len Flügen mit Entfernungen in der Regel unter 300 km sowie migrierenden Arten, die bis zu 1.000 km und weiter wandern können (Fleming & Eby 2003).

Aufgrund dieser beschriebenen Phänologie ist die Erfassung von Fledermäusen in einem Untersuchungsgebiet zeitlich begrenzt. Wochenstubenkolonien können nur innerhalb der Reproduktionszeit von Mitte Mai bis Ende Juli/Anfang August sicher erfasst werden. Migrationsereignisse sind über erhöhte Aktivitätsdichten nur in wenigen Nächten im Frühjahr und Spätsommer/Herbst feststellbar. Die Feststellung von Winterquartieren ist entsprechend nur in den kalten Monaten möglich.

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 3 geschilderten Ziele des Fledermausmonitorings ist es somit entscheidend,

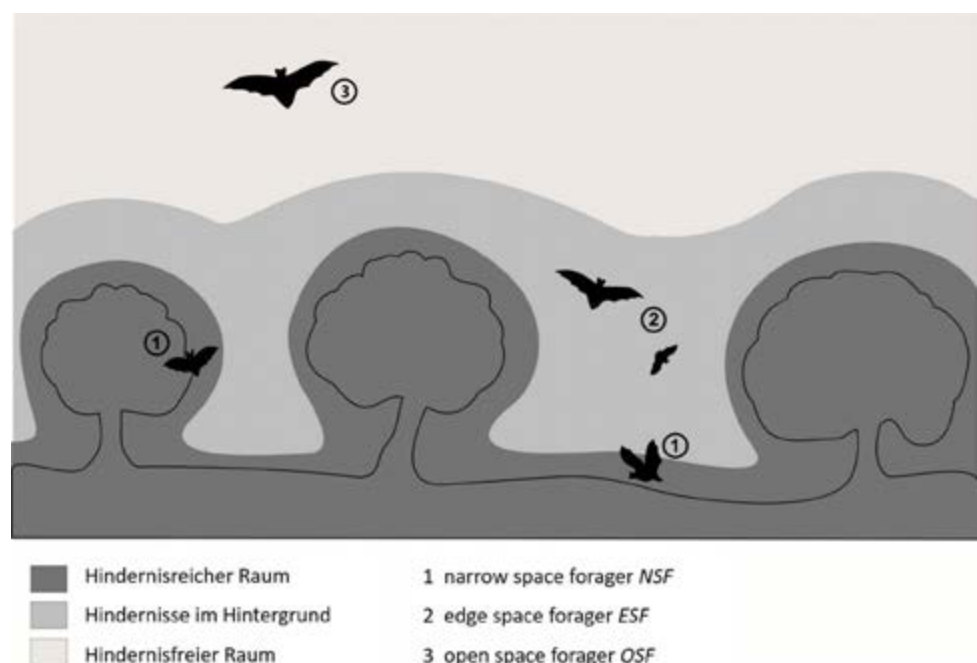
- wann im Jahr und mit welchen Methoden ein Fledermausmonitoring umgesetzt wird und
- auf welchen Flächen im Bereich der NNE-Flächen Fledermäuse erfasst werden.

Innerhalb der NNE-Gebietskulisse nehmen Waldflächen den umfangreichsten Anteil ein. Wälder sind für alle in Mitteleuropa vorkommenden Fledermausarten essentielle Lebensräume mit artspezifisch unterschiedlicher Funktion – sie bieten sowohl Quartier- als auch Nahrungsraum. (Dietz & Krannich 2019; vgl. Tab. 1).

Die morphologischen und echo-akustischen Fähigkeiten von Fledermäusen bestimmen ihre nahrungsökologische Nische und damit auch die bevorzugten Biotopstrukturen auf NNE-Flächen. Anhand dieses Verhaltens werden Fledermausgilden definiert (u. a. Schnitzler & Kalko 2001, Abb. 2). Die Eigenschaften eines Waldes beeinflussen die funktionalen Eigenschaften und entsprechend die Aktivität von Fledermäusen in einem Wald (Fuentes-Montemayor et al. 2013, Cistrone et al. 2015, Dietz 2018, Dietz et al. 2021, Carr et al. 2020, Alder et al. 2021, Carr et al. 2023). Fledermäuse gelten deswegen als guter Strukturindikator für Mischwälder in gemäßigten Breiten (Russo et al. 2021). Außerhalb des Waldes weisen halboffene und gehölzreiche Landschaften (Heckenlinien, Ufergalerien, parkartige Landschaften, Streuobst) eine hohe Fledermausartendiversität auf, ebenso sind Orte mit Insektenkonzentrationen wie Gewässer Attraktionsorte für Fledermäuse.

Eine Kombination verschiedener Methoden, die im Kapitel 7 beschrieben werden, ist für die Erfassung der Fledermausartengemeinschaft, der Aktivitätsdichte und des Reproduktionsstatus in einem Gebiet unerlässlich. Das im Kapitel 5 beschriebene Fledermausmonitoring auf NNE-Flächen ist deswegen modular – basierend auf der Kombination verschiedener Methoden je nach Ziel – aufgebaut.

Abb. 2: Die morphologischen und echo-akustischen Fähigkeiten von Fledermäusen bestimmen ihre nahrungsökologische Nische und damit auch die bevorzugten Biotopstrukturen auf NNE-Flächen. Anhand dieses Verhaltens werden Fledermausgilden definiert (u. a. Schnitzler & Kalko 2001).



Tab. 1: Übersicht zur funktionalen Bedeutung von Wäldern für Fledermausarten in Deutschland und die daraus resultierende Waldbindung. Enge Bindung , mittlere und geringe Bindung; u = unbekannt, wird vermutet; WS = Wochenstube, MQ = Männchenquartier, PQ = Paarungsquartier, WQ = Winterquartier, ZQ = Zwischenquartier, NR = Nahrungsraum.

Art	Waldbindung						
	WS	MQ	PQ	WQ	ZQ	NR	gesamt
Bechsteinfledermaus							
Mopsfledermaus							
Nymphenfledermaus							
Fransenfledermaus			u				
Brandtfledermaus			u				
Abendsegler							
Kleinabendsegler							
Rauhautfledermaus							
Braunes Langohr							
Wasserfledermaus							
Mückenfledermaus							
Großes Mausohr							
Bartfledermaus			u				
Zwergfledermaus							
Große Hufeisennase							
Kleine Hufeisennase							
Nordfledermaus			u				
Breitflügelfledermaus							
Alpenfledermaus							
Wimperfledermaus							
Weißbrandfledermaus							
Teichfledermaus							
Graues Langohr							
Zweifarbflfledermaus			u				



Alter Laubmischwald im Brönnhof



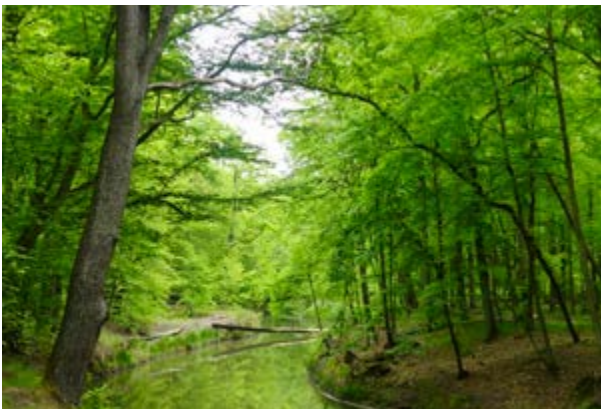
Kiefernwald im Authausener Wald



Moor im Biesenthaler Becken



Heide in der Kyritz-Ruppiner Heide



Fließgewässer im Daubaner Wald



Teich im Daubaner Wald



Streuobstwiese im Brönnhof



Weidelandschaft im Brönnhof

Abb. 3: Übersicht charakteristischer Fledermauslebensräume auf NNE-Flächen. Fotos: ITN.

4.1 Kurzporträts ausgewählter Fledermausarten

Mopsfledermaus – *Barbastella barbastellus*



Abb. 4: Mopsfledermaus. Foto: ITN.

Die Mopsfledermaus (Abb. 4) ist eine mittelgroße Fledermausart mit mopsartigem Gesicht und auffallend kleinem Mund, wodurch sie als Nahrung bevorzugt Nachtfalter aufnimmt. Ihre Baumquartiere sind häufig hinter der sich lösenden Rinde absterbender Bäume – bisweilen in Spalten am Stamm oder in Zwieseln. Sie kommt sowohl in alten Eichen- und Buchenwäldern als auch in Kiefernwäldern vor, wobei sie von stehendem Totholz und natürlicher Dynamik profitiert. Zur Nahrungssuche werden Schneisen, Waldränder aber auch Gehölzreihen und Ufergalerien in der offenen Landschaft aufgesucht. Der Winterschlaf erfolgt in frostsicheren, aber durchaus kühlen Quartieren – oft in Bahntunneln sowie Kellern historischer Gebäude. Weitere Informationen zur Art: www.mopsfledermaus.de.

Breitflügelfledermaus – *Eptesicus serotinus*

Die Breitflügelfledermaus (Abb. 5) zählt zu den größeren Arten und ist eine typische gebäudebewoh-



Abb. 5: Breitflügelfledermaus. Foto: Klaus Bogon.

nende Art. Häufig werden Mauerspalt, Holzverkleidungen, Dachüberstände und Zwischendächer als Tagesquartiere genutzt. Nahrungsräume der Breitflügelfledermaus liegen überwiegend im Offenland, wo baumbestandene Weiden, Gärten, Parks, Hecken und Waldränder als Jagdhabitate genutzt werden. Die Art überwintert in Gebäuden, z. B. in Zwischendecken im Inneren isolierter Wände, seltener in Felsspalt oder Höhlen.

Nymphenfledermaus – *Myotis alcaethoe*

Die Nymphenfledermaus (Abb. 6) ist die kleinste Myotis-Art in Europa und sehr selten in Deutschland. Sie ist die wohl am stärksten an urwaldähnliche Strukturen gebundene Fledermausart in Europa. Bislang wurde sie vor allem in Niederungen mit alten Laub- und Auwaldresten nachgewiesen. Wochenstubengesellschaften suchen Spalten in oder hinter sich lösender Rinde (Blitzrinnen) sowie Astabbrüche in Eichen und anderen Laubbäumen auf. Die Nahrungsräume liegen nahe zu den Quartierbäumen im Wald, wobei sie intensiv das Kronendach befliegt. Winterschlaf erfolgt in frostsicheren, meist unterirdischen Quartieren.



Abb. 6: Nymphenfledermaus. Foto: Christian Dietz.

Bechsteinfledermaus – *Myotis bechsteinii*

Die Bechsteinfledermaus (Abb. 7) ist eng an naturnahe Laubmischwälder gebunden. Ergänzend nutzt sie auch offene Landschaften wie Streuobstwiesen oder parkartig beweidete Landschaften. Sie bezieht ausschließlich in Baumhöhlen Quartiere und zeigt ein ausgeprägtes Quartierwechselverhalten. Dadurch kann ein Wochenstubenkomplex aus bis zu

40 Baumhöhlen bestehen. Bevorzugt werden dabei Buntspechthöhlen und Astabbrüche. Die Nahrungsräume liegen nahe an den Quartierbäumen. Ideal sind strukturierte alte Laubwälder mit weitgehend geschlossenem Kronendach und einer erkennbaren Zugänglichkeit des Waldbodens. Im Winter suchen Bechsteinfledermäuse unterirdische und frostsichere Verstecke auf (z. B. Stollen, Höhlen, Keller). Weitere Informationen zur Art und ihrem Schutz wurden in einem Praxishandbuch zusammengestellt (Dietz & Krannich 2019).



Abb. 7: Bechsteinfledermaus. Foto: Marko König.

Brandtfledermaus – *Myotis brandtii*

Die Brandtfledermaus (Abb. 8) zählt wie die ähnliche Nymphenfledermaus zu den kleinen Fledermäusen in Europa. Wochenstubenkolonien siedeln – bisweilen in großen Gruppen mit 200–300 Weibchen – in Spalten von Stämmen (Blitzrinnen, Frostrisse) oder hinter der sich lösenden Rinde absterbender Bäume. Die Art ist typisch für Au- und Bruchwälder sowie Eichenwälder mit hohem Anteil von Naturwaldstrukturen, kommt aber auch in alten Buchenwäldern und bisweilen Kiefernforsten



Abb. 8: Brandtfledermaus. Foto: Christian Dietz.

vor. Gelegentlich werden auch Gebäude als Wochenstubenquartier genutzt (Hohlräume hinter Hausverkleidungen, Dachböden). Nahrungsräume liegen im Wald, an Gewässern und in gehölzreichen offenen Landschaften. Der Winterschlaf erfolgt in frostsicheren, meist unterirdischen Quartieren.

Wasserfledermaus – *Myotis daubentonii*

Wasserfledermäuse (Abb. 9) sind Baumhöhlenbewohner, die auf die Jagd an und über Gewässern spezialisiert sind. Sie beziehen Spalten und Spechthöhlen im Wald ebenso wie am Gewässerufer, wo oft Weiden, Erlen oder auch Pappeln genutzt werden. Zwischen ihren Quartierbäumen und den



Abb. 9: Wasserfledermaus. Foto: Thomas Stephan.

Jagdgewässern können einige Kilometer liegen, wobei die Vernetzung über Gehölzreihen essentiell ist. Der Winterschlaf erfolgt in frostsicheren, meist unterirdischen Quartieren.

Großes Mausohr – *Myotis myotis*

Das Große Mausohr (Abb. 10) ist die größte bei uns vorkommende Fledermausart. Sie ist eine typische Gebäudefledermaus, die überwiegend ihr Quartier



Abb. 10: Große Mausohren. Foto: ITN.

auf Dachböden bezieht und sehr hohe Individuenzahlen in einer Kolonie erreichen kann (über 1.000 Weibchen). Sie kommt in strukturreichen Landschaften mit einem hohen Waldanteil vor. Als Nahrungsraum nutzt sie geschlossenen Waldbestände mit geringer Kraut- und Strauchschicht, bevorzugt werden Altersklassen-Laubwälder, z. B. Buchen-Hallenwälder. Auf dem Weg vom Quartier ins Jagdgebiet braucht sie Leitstrukturen wie z. B. Hecken. Die Winterquartiere befinden sich meist in Höhlen, Stollen oder Kellern.

Bartfledermaus – *Myotis mystacinus*

Die zu den kleinen Arten zählende Bartfledermaus (Abb. 11) ist im Gegensatz zu ihren Schwesternarten Brandt- und Nymphenfledermaus weniger eng an Wald und Wasser gebunden – sie bevorzugt dagegen stärker strukturreiche und offene Landschaften mit Fließgewässern. Ihre Sommerquartiere und Wochenstuben sind meist in Spalten oder Dachstühlen von Gebäuden, seltener hinter abstehender Rinde von Bäumen. Im Winter bezieht die Art Quartier in Höhlen, Stollen und Tunneln.



Abb. 11: Bartfledermaus. Foto: Klaus Bogon.

Fransenfledermaus – *Myotis nattereri*

Die Fransenfledermaus (Abb. 12) ist der Bechsteinfledermaus äußerlich sehr ähnlich, hat aber kleinere Ohren. Sie besiedelt vor allem Spalten und Spechthöhlen – bisweilen gründen sich Wochenstubenkolonien auch in Gebäuden (Dachböden, Hohlräume in Mauern). Die ökologische Amplitude ist etwas breiter als bei der Bechsteinfledermaus. Vom Tiefland bis ins Mittelgebirge werden unterschiedlichste Wälder besiedelt, neben Laub- und Laubmischwäldern auch Wälder mit größeren Nadelholzanteilen. Zur Nahrungssuche werden neben Wäl-

dern Gewässer und Ufergalerien, Obstwiesen, Gärten sowie Viehställe aufgesucht. Winterschlaf erfolgt in frostsicheren, meist unterirdischen Quartieren.



Abb. 12: Fransenfledermaus. Foto: Thomas Stephan.

Kleinabendsegler – *Nyctalus leisleri*

Der Kleinabendsegler (Abb. 13) gehört zu den mittelgroßen Fledermausarten. Er gründet typischerweise Wochenstubenkolonien in Baumhöhlen (Spalten, Astabbrüche, seltener Spechthöhlen) und wird bisweilen auch in Gebäudespalten von Hochhäusern gefunden. Typische Lebensräume sind naturnahe Laub- und Auwälder in Tieflagen, alte Stadtwälder und Parks, aber auch Wälder im Mittelgebirge. Nahrungsflüge erfolgen schwalbenähnlich meist in großer Höhe über den Baumkronen und in weiten Radien bis zu mehr als 20 km um den Quartierbaum. Als wandernde Art (bis 1.500 km) verlassen die meisten Kleinabendsegler ihre Sommerlebensräume – allerdings ist über die Winterschlaforte annähernd nichts bekannt.



Abb. 13: Kleinabendsegler. Foto: Klaus Bogon.

Abendsegler – *Nyctalus noctula*

Der Abendsegler (Abb. 14) ist eine der größten Fledermausarten in unseren Wäldern und hat ihren Reproduktionsschwerpunkt im norddeutschen Tiefland. In Mittel- und Süddeutschland liegt der Schwerpunkt vor allem im Tiefland (Flusstalagen). Das Besondere ist die ganzjährige Nutzung von Baumhöhlen, d. h. sowohl die Jungenaufzucht als auch die Paarung und der Winterschlaf erfolgen in Baumhöhlen. Es werden vor allem Spechthöhlen aufgesucht – bisweilen auch Faulspalten und Astabbrüche. Zu den natürlichen Quartieren zählen zudem Felsspalten (v. a. im Buntsandstein), manchmal werden auch Hochhäuser besiedelt. Nahrungsflüge finden in großer Höhe und in weiten Radien um die Quartiere statt. Sie ist ebenso wie der Kleinabendsegler eine weit wandernde Art.



Abb. 14: Abendsegler. Foto: Thomas Stephan.

Rauhautfledermaus – *Pipistrellus nathusii*

Rauhautfledermäuse (Abb. 15) zählen zu den kleinen Fledermausarten. Sie besiedeln strukturreiche und naturnahe Wälder – bisweilen auch ausge-



Abb. 15: Rauhautfledermaus. Foto: Klaus Bogon.

dehnte Kiefernwälder. Quartiere werden in langgezogenen Spalten (Frostrisse, Blitzrinnen) und hinter sich lösender Rinde aufgesucht. Die Nahrungssuche findet oft über Gewässern, an Ufergalerien, Waldtümpeln und in Feuchtgebieten statt. Reproduktionsschwerpunkt in Deutschland ist das norddeutsche Tiefland. Winterschlafgebiete können bis zu 2.000 km entfernt liegen.

Zwergfledermaus – *Pipistrellus pipistrellus*

Die Zwergfledermaus (Abb. 16) ist die in Deutschland am häufigsten vorkommende Fledermausart. Als Kulturfolger kommt sie in strukturreichen Landschaften und vor allem in und um Siedlungsräumen vor. Wochenstuben siedeln in Spalten an der Außenseite von Gebäuden. Sie nutzt vielfältige Nahrungshabitate im und am Wald, an Gewässern, Hecken und Baumreihen. Als Winterquartier dienen Spalten hinter Fassaden, in Felsen, Kellern, Tunneln und Höhlen.



Abb. 16: Zwergfledermaus. Foto: Klaus Bogon.

Mückenfledermaus – *Pipistrellus pygmaeus*

Die Mückenfledermaus (Abb. 17) zählt zu den kleinsten Fledermäusen und wird in Deutschland oft als überwiegend gebäudebewohnend eingestuft. Im Osten Europas sind Wochenstubenkolonien in Bäumen aber sehr viel typischer und auch bei uns werden zunehmend Kolonien in Bäumen gefunden (z. B. in dicken Eichen, hinter sich lösender Rinde). Au- und Bruchwälder sowie alte Eichenwälder erfüllen die Lebensraumsprüche am besten. Nahrungshabitate sind vor allem Gewässer und deren Ufer, feuchte Wälder sowie Waldtümpel. Über die Überwinterung ist so gut wie nichts bekannt.



Abb. 17: Mückenfledermaus. Foto: Klaus Bogon.

Braunes Langohr – *Plecotus auritus*

Braune Langohren (Abb. 18) sind aufgrund ihrer Ohren nur noch mit dem Grauen Langohr verwechselbar. Letzteres ist jedoch kaum im Wald anzutreffen, während das Braune Langohr typischerweise Baumhöhlen aufsucht. Oft beziehen Wochenstubenkolonien Spalten in unterständigen Bäumen, aber auch Spechthöhlen und bisweilen Stammfußhöhlen. Ebenfalls können Gebäude bewohnt werden (meist Dachböden). Es werden vor allem strukturreiche Laub- und Laubmischwälder vom Tiefland bis ins Mittelgebirge besiedelt, aber auch Wälder mit höherem Nadelholzanteil (v. a. Kiefern, seltener Fichten). Der Winterschlaf erfolgt in frostsicheren, meist unterirdischen Quartieren.



Abb. 18: Braunes Langohr. Foto: Thomas Stephan.

Graues Langohr – *Plecotus auritus*

Das Graue Langohr (Abb. 19) ist eng an den Siedlungsraum gebunden. Es bezieht Dachböden in Kirchen und anderen Gebäuden und jagt in reich strukturierten Kulturlandschaften wie Gärten, Streuobstwiesen, Viehweiden und Hecken, aber auch an Waldsäumen. Als Winterquartiere dienen Höhlen, Keller und Felsspalten.



Abb. 19: Graue Langohren. Foto: ITN.

5 Fledermausmonitoring auf NNE-Flächen

5.1 Übersicht der empfohlenen Methoden

Um Fledermäuse effizient zu erfassen, müssen verschiedene Methoden in den jeweils richtigen Zeiträumen und an den erfolgversprechendsten Standorten eingesetzt werden (Murray et al. 1999, Dietz & Simon 2005, Kunz & Parsons 2009, Meyer et al. 2011, Lintott et al. 2014). Weit überwiegend erfolgt eine Erfassung der Fledermäuse während der Reproduktionsphase zwischen Mitte Mai und Mitte August (optimaler Zeitraum einer Fledermauserfassung). Je nach Art und Region kehren Fledermäuse schon eher in ihren Sommerlebensraum zurück und/oder verbleiben dort auch länger, deswegen können Fledermauserfassungen auch vor oder nach dem optimalen Zeitraum sinnvoll sein (randlicher Anwendungszeitraum). Die Erfassung zwischen Mitte August bis Oktober ist des Weiteren sinnvoll, wenn Erkenntnisse über die Nutzung des Gebiets als Migrationsraum oder Schwärmgebiet gewünscht sind. Diese können auch zum Nachweis weiterer Arten führen.

Die technische Entwicklung zur Erforschung und Erfassung von Fledermäusen ist mittlerweile sehr weit fortgeschritten und vielfältig. Es gibt molekularbiologische Methoden zur Analyse von Verwandtschaftsbeziehungen, Artzugehörigkeit und Beutetierspektren. Mit Hilfe von Wärmebild- und Infrarotaufnahmen können das Flugverhalten beschrieben und Koloniegroßen quantifiziert werden. Artenspektrum und relative Aktivitätsdichten können über akustische Erfassungseinheiten ergänzt durch Netzfänge festgestellt werden und die exakte Lokalisation von Koloniestandorten, Koloniegroße und Jagdgebieten kann über Telemetrie erfolgen. Nicht jede Erfassungsmethode ist für ein Monitoring geeignet

Der Anspruch an die zu verwendenden Monitoringmethoden im NNE-Monitoring muss sein, dass sie

- standardisierbar sind,
- reproduzierbare und dabei personenunabhängige Ergebnisse liefern und
- in einem bezogen auf die Fragestellungen vertretbaren Kosten-Nutzenaufwand stehen.

Vor jeder aktiven Erfassung sollte zunächst immer eine Datenrecherche erfolgen, um sowohl das Gebiet in den räumlichen Kontext der Kenntnisse im jeweiligen Bundesland oder des Naturraums einzuordnen, als auch um das lokale Fledermauswissen gebührend zu berücksichtigen.

Bei der aktiven Erfassung im Sommerlebensraum ist die Aufzeichnung der Echoortungsrufe mit ultraschallsensitiven Detektoren, sowohl dauerhaft an einer Stelle (stationär, automatisch), als auch auf einem Transekt (mobil) eine etablierte und nicht-invasive Methode. Für die Ausbringung der Geräte ist kein Spezialwissen erforderlich, sofern die Standorte vorher nach bestimmten Qualitätskriterien festgelegt werden. Die anschließende Auswertung der Aufnahmen am PC ist zeitintensiv und erfordert eine hohe Expertise. Durch diese nichtinvasive Methode ist es möglich einen Teil des vorhandenen Artenspektrums mit Hinweisen auf weitere Arten zu erhalten (Basismodul 1). Die Rufe einiger Arten lassen sich jedoch auch für Fachkundige nicht sicher trennen, des Weiteren sind keine Aussagen zu Alter und Geschlecht möglich. Deswegen ist eine Kombination mit Netzfängen (Fang der Tiere mit feinen Netzen) sinnvoll (Basismodul 2). Um weiterhin Koloniestandorte und Quartiere zu lokalisieren und damit auch Waldgebiete mit großer Naturnähe, können bei den Netzfängen ausgewählte Fledermäuse mit einem Mini-Sender versehen und anschließend mittels Telemetrie verfolgt werden. Die Methoden Netzfang und Telemetrie liefern qualitativ sehr hochwertige Ergebnisse, sind jedoch invasiv und erfordern deswegen entsprechend Erfahrungen (Vertiefungsmodul 1, Vertiefungsmodul 3). Um die Häufigkeitsfrequenzen von Fledermausarten und deren Habitatbindung in einem Gebiet zu ermitteln, bietet sich die Rastererfassung mit stationären Detektoreinheiten an (Vertiefungsmodul 2). Bei bestehenden Kastenrevieren (Vogel- oder Fledermauskästen) können Kastenkontrollen Informationen über die Artengemeinschaft der Fledermäuse in einem Gebiet liefern, ggfs. können solche Gebiete auch gezielt eingerichtet werden (Sondermodul Fledermauskästen). In

Gebieten mit natürlichen Höhlen, Bergwerksstollen, Bunkern und alten Kellern (Gewölbe, Eiskeller) geben Winterquartierbegehungen Aufschluss über die Fledermausartengemeinschaft im Winter und die Bedeutung des Gebietes als Winterlebensraum für Fledermäuse (Sondermodul Winterquartiere). In Tab. 11 im Kap. 7 sind alle etablierten und in einem Monitoring sinnvoll einzusetzenden Methoden der Fledermauserfassung aufgelistet. Anschließend werden alle Methoden und deren Durchführung detailliert beschrieben (Kap. 7.3 bis 7.5). Das folgend dargestellte Schema fasst die Möglichkeiten eines NNE-Fledermausmonitorings

zusammen (Tab. 2). Die Mindest erfassung umfasst das Basismodul 1 oder 2, je nach vorhandenen Ressourcen. Klar empfohlen wird das Basismodul 2, da nur durch die Kombination akustischer Erfassung mit Netzfängen ein vollständiges Artenspektrum erfasst werden kann.

Alle genannten und im Folgenden detailliert vorgestellten Methoden sind etablierte Methoden der Fledermauserfassung und werden bei Planungsverfahren und Forschungsaufträgen auch in der Normallandschaft angewandt, sodass ein Vergleich möglich ist.

Tab. 2: Schema der Möglichkeiten eines Fledermausmonitorings auf Flächen des Nationalen Naturerbes und Naturschutzflächen.

Modul	Ziele	Methoden	Ergebnisse
Basismodul 1	Erfassung des akustischen Artenspektrums	akustische Erfassung	Anzahl Arten und relative Aktivitätsdichten, Nachweise Indikatorarten
Basismodul 2	Erfassung des Artenspektrums und des Reproduktionsstatus	akustische Erfassung, Netzfang	Anzahl Arten und relative Aktivitätsdichten, Reproduktionsstatus, Nachweise Indikatorarten
Vertiefungsmodul 1	Ermittlung von Wochenstubenquartieren und Koloniegrößen	Telemetrie zur Quartierermittlung	Koloniestandorte, Quartierbäume, Koloniegrößen
Vertiefungsmodul 2	flächenhafte Erfassung, Habitatpräferenzen	akustische Erfassung vorzugsweise im Raster; ergänzende Netzfänge	Verteilung und Anzahl der Arten sowie relative Aktivitätsdichten bezogen auf das Habitatangebot
Vertiefungsmodul 3	Identifikation von Struktur- und Arten „hot-spots“; Ermittlung der Raumnutzung von Indikatorarten	Netzfang, Raumnutzungstelemetrie	flächenscharfe Aktionsräume von Indikatorarten, Nutzungsdichten und essentielle Nahrungsräume, Vernetzung mit umgebender Landschaft
Sondermodul 1	Ergänzung zum Artenspektrum und Reproduktionsstatus	Kastentkontrolle	Artnachweise, Reproduktionsstatus, ggf. Wochenstubenkolonien und Populationsgrößen
Sondermodul 2	Erfassung des Artenspektrums und relative Häufigkeiten im Winter	Winterquartierkontrolle	Artnachweise und deren Häufigkeit im Winterlebensraum

5.2 Datenrecherche

Ziel: Ermittlung des Kenntnisstandes zu vorkommenden Fledermausarten auf und um NNE-Flächen sowie mit Blick auf das Bundesland.

Vorgehensweise: Die Datenabfrage sollte sich auf das Gebiet und die erweiterte Umgebung mit einem Radius von etwa 10 km erstrecken. Abfragen können bei den jeweiligen Landesämtern oder anderen zentralen Einrichtungen mit Datenbanken gestellt werden. Des Weiteren ist es unablässig das Ehrenamt einzubinden. Naturschutzvereine, Fledermausarbeitsgemeinschaften oder auch individuell tätige Fledermauskundige haben oftmals einen guten Kenntnisstand zu Fledermausvorkommen, betreuen Quartiere oder können hilfreiche Hinweise für die Feldarbeit geben.

Informationen zum Fledermausvorkommen können auch aus regionalen Fachveröffentlichungen ermittelt werden. Gibt es Überschneidungen der NNE-Flächen mit anderen Schutzgebieten (Natura 2000, Nationalpark etc.) sind ggf. auch hier Daten vorhanden und bei den zuständigen Ämtern zu erfragen.

Eine Auflistung regional tätiger Vereine/Verbände sind hier zu finden (siehe auch Kap. 7.2):

www.deutsche-fledermauswarte.org/adressen/vereine-und-verbaende

Ansprechpersonen der NABU-Länderarbeitsgemeinschaften können erfragt werden über:

BFA-BAG@NABU.de

Höhlenverbände können Auskunft zu möglichen Winterquartieren geben:

www.vdhk.de/ueber-uns#c363

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Es sind keine speziellen Vorkenntnisse erforderlich. Der Zeitaufwand beträgt bis zu einem Tag.

Erwartbare Ergebnisse: Datenrecherchen ergeben neben dem in der Region bekannten Artenspektrum oftmals konkrete Hinweise auf Sommer- und Winterquartierstandorte, Fledermauskästen oder auf Teilflächen mit hoher Fledermausaktivität. Idealerweise ergeben sich Fundpunkte mit Koordina-

tenangaben, sodass der Kenntnisstand vor Untersuchungsbeginn auf einer Karte dargestellt werden kann. Da Fledermäuse artspezifisch unterschiedliche nächtliche Aktionsradien zeigen, können Wochenstubenquartiere im Umfeld der NNE-Fläche auch Hinweise auf die Herkunft jagender Tiere auf der NNE-Fläche geben.

5.3 Basismodul 1: Akustisches Artenspektrum

Ziel: Mit Hilfe dieses Moduls kann das akustische Artenspektrum für die NNE-Fläche ermittelt werden. Es können relative Aktivitätsdichten ermittelt werden (Abundanz). Zudem können manche gebietspezifische Indikatorarten nachgewiesen werden.

Vorgehensweise: Zur Anwendung kommt eine akustische Erfassung. Die Zahl der Probepunkte kann dabei ausgehend von einem Mindestumfang, der für alle Gebiete gelten sollte, erweitert werden.

Das Mindestprogramm umfasst acht Standorte für die stationäre akustische Erfassung, wobei an jedem Standort eine Mindestanzahl von drei vollständigen Erfassungsnächten aufgezeichnet wird (vgl. Tab. 3, sowie Kap. 7.3.1). Dadurch ergeben sich insgesamt 24 vollständige Erfassungsnächte.

Die acht Standorte für die stationäre akustische Erfassung werden so gewählt, dass unterschiedliche Standorte, die charakteristisch für das jeweilige NNE-Gebiet sind, beprobt werden. Innerhalb eines Waldes wird z. B. differenziert nach Laub- und Nadelwald, geschlossener Bestand und Lichtung, Bestände unterschiedlichen Alters. Weiterhin sind Gewässer, Gehölzbänder oder -gruppen und beweidete Flächen sowie Heiden geeignete Standorte.

Um die Daten zwischen den NNE-Flächen vergleichen zu können, ist es erforderlich, dass mit der gleichen Aufnahmetechnik und auch mit einer standardisierten Geräteeinstellung gearbeitet wird. Bewährt haben sich die Batcorder der Firma ecoObs aus Nürnberg (Abb. 20).



- Batcorder auf Stange mit mind. 2 m Höhe
- im Umkreis von etwa 2 m keine hohe Vegetation oder anderen großen Objekte
- im Waldbestand auf möglichst freie Umgebung achten, z. B. Hallenwaldstruktur, Lichtungen oder Schneisen
- Aufnahme zwischen einer Stunde vor Sonnenuntergang bis einer Stunde nach Sonnenaufgang
- trockene, warme und windarme Witterung
- einheitliche Batcorder-Einstellungen:

threshold: -36 dB
postrigger: 400 ms
quality: 20
critical frequency: 16 dB

Abb. 20: Batcorder und wichtige Eigenschaften des Gerätes und des Standortes. Foto: ITN.

Weitere Hinweise zur geeigneten Gerätetechnik und zu standardisierten Einstellungen der Aufnahmegeräte sind unter Kap. 7.2.1 gegeben. Da eine individuenspezifische Auswertung der Fledermausrufe nicht möglich ist, sollten die Ergebnisse als Aktivität pro Minute (im Sinne eines Präsenz-/Absenz-Nachweises = Aktivitätsdichte) angegeben

werden. Weitere Hinweise zur Auswertung sind unter Kap. 7.3.2 zusammenfassend dargestellt.

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Das Ausbringen der Batcorder erfordert lediglich eine kleine Einarbeitung in die Gerätetechnik sowie Erläuterungen für die Auswahl der richtigen Standorte. Die Auswertung der aufgezeichneten Fledermausrufe dagegen erfordert einige Erfahrung und Spezialwissen. Zwar gibt es die Möglichkeit der automatisierten akustischen Auswertung mittels spezieller Software, allerdings ist die Artbestimmung nicht immer zuverlässig und muss überprüft werden.

Der Zeitaufwand für die akustische Auswertung liegt etwa bei 45 min pro aufgezeichnete Nacht, d. h. bei acht Standorten mit jeweils drei Nächten ergäbe sich ein Auswerteaufwand von 18 h. Hinzu kommen 2–3 h für die Datenaufbereitung.

Erwartbare Ergebnisse: Über die akustische Erfassung wird ein Artenspektrum von Fledermausarten erfasst, soweit diese akustisch bestimmbar sind (vgl. 7.2.1). Zusätzlich kann es Hinweise auf weitere Arten geben, die rein akustisch nicht zu erfassen sind. Zudem können relative Aktivitätsdichten für jeden Standort und für jede Fledermausart ermittelt werden. Im Weiteren sind Aussagen zur Fledermausaktivität im Nachtverlauf darstellbar, da die Batcorder die gesamte Nacht aufzeichnen. Möglichkeiten einer Ergebnisdarstellung sind in Abb. 21 (Kap. 5.4) gezeigt.

Tab. 3: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung des Artenspektrums = Basismodul 1. Optimaler Zeitraum ■, randlicher Anwendungszeitraum ■, je nach Region und Jahr ebenso optimal nutzbar (siehe auch Kap. 5.1).

Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt

1. Datenrecherche
2. Akustische Erfassung
NNE-Fläche < 300 ha: 8 Standorte, 3 Nächte pro Standort
NNE-Fläche > 300 ha: 12 Standorte, 3 Nächte pro Standort

5.4 Basismodul 2: Artenspektrum und Reproduktionsstatus

Ziel: Mit Hilfe dieses Moduls kann das vollständige Artenspektrum für die NNE-Fläche ermittelt werden. Es können relative Aktivitätsdichten ermittelt werden. Da reproduktive Fledermäuse und hier vor allem adulte Weibchen qualitativ hochwertige Lebensräume für Fledermäuse anzeigen, soll der Reproduktionsstatus ermittelt werden. Zudem sollen gebietsspezifische Indikatorarten nachgewiesen werden.

Vorgehensweise: Zur Anwendung kommt eine Kombination aus akustischer Erfassung und Netzfängen. Die Zahl der Probepunkte kann dabei ausgehend von einem Mindestumfang, der für alle Gebiete gelten sollte, erweitert werden.

Das Mindestprogramm der akustischen Erfassung entspricht den Erläuterungen im Basismodul 1 (Kap. 5.3).

Neben der stationären Akustik werden Netzfänge empfohlen, um die akustisch nicht bestimmbar Fledermausarten sowie den Reproduktionsstatus festzustellen. Details zu der Durchführung der Netzfänge finden sich unter Kap. 7.4.

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Für die akustischen Erfassungen siehe Basismodul 1 (Kap. 5.3).

Für die Netzfänge ist ebenfalls umfangreiche Erfahrung im Aufbau der Netze an den richtigen Standorten sowie in der Bestimmung und Handhabung der Fledermäuse erforderlich. Hier sind eine besondere Umsicht und Vorsicht erforderlich, ebenso muss eine artenschutzrechtliche Genehmigung beantragt werden.

Bei Netzfängen ist zu bedenken, dass diese nur mit zwei Personen durchgeführt werden sollten. Pro Nacht ist ein Mindestaufwand von 16 h anzunehmen (2 x 8 h). Dies umfasst den Auf- und Abbau sowie 5–6 h Fangzeit beim Einsatz von mehreren Netzen. Die Netzfangstandorte sollten in typischen Konzentrationsorten (z. B. tunnelartige Waldwege) und Jagdgebieten (z. B. naturnahe, mehrschichtige Waldbestände oder Streuobstwiesen) sowie an

möglichen Flugrouten von Fledermäusen aufgebaut werden. Erfolgversprechend sind ebenso Kleinstgewässer, die von Fledermäusen einerseits zur Jagd als auch zum Trinken aufgesucht werden. Je nach Größe der NNE-Fläche und den gegebenen Strukturen, können dieselben Netzfangstandorte auch wiederholt genutzt werden. Da Fledermäuse ihren Aktionsradius je nach Reproduktionsphase ändern, ist es sinnvoll die Netzfänge in verschiedenen Nächten mit möglichst trockener, windstiller Witterung von Mitte Mai bis Mitte August durchzuführen (Tab. 4).

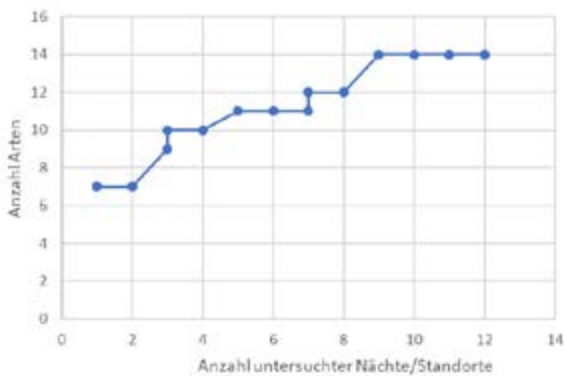
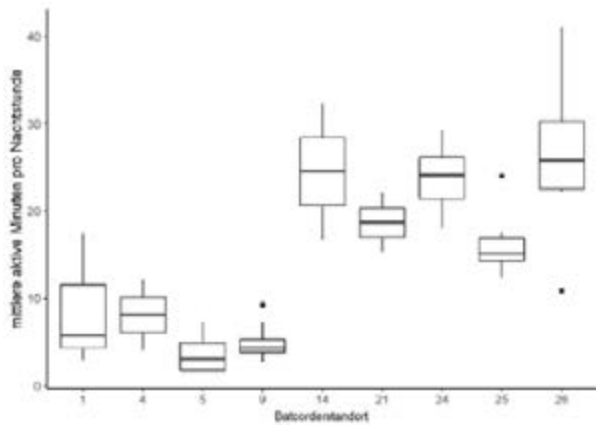
Erwartbare Ergebnisse: Durch die Kombination der akustischen Erfassung und dem Netzfang wird ein vollständiges Artenspektrum aller im Gebiet vorkommenden Fledermausarten erfasst. Zudem können relative Aktivitätsdichten für jeden Standort und für jede Fledermausart ermittelt werden. Im Weiteren sind Aussagen zur Fledermausaktivität im Nachtverlauf darstellbar, da die Batcorder die gesamte Nacht aufzeichnen. Möglichkeiten einer Ergebnisdarstellung sind in Abb. 22 gezeigt.

Es können weiterhin Geschlecht und Reproduktionsstatus ermittelt werden. Dabei zeigen reproduktive Weibchen besonders wertvolle Lebensräume an.

Tab. 4: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung des Artenspektrums = Basismodul 2. Optimaler Zeitraum , randlicher Anwendungszeitraum , je nach Region und Jahr ebenso optimal nutzbar (siehe auch Kap. 5.1).

Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt

1. Datenrecherche
2. Akustische Erfassung NNE-Fläche < 300 ha: 8 Standorte, 3 Nächte pro Standort NNE-Fläche > 300 ha: 12 Standorte, 3 Nächte pro Standort
3. Netzfänge NNE-Fläche < 300 ha: 4 Netzfänge NNE-Fläche > 300 – 1.000 ha: 6 Netzfänge NNE-Fläche > 1.000 ha: 6 + je 2 pro weitere 500 ha



NF Standort	Datum	dt. Name	wiss. Name	Anzahl/ Geschlecht	Alter
A	21.06.	Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastellus</i>	1 ♂	adult
		Nymphenfledermaus	<i>Myotis alcathoe</i>	1 ♀	adult
		Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>	1 ♂/1 ♀	adult
		Braunes Langohr	<i>Plecotus auritus</i>	1 ♂	adult
B	22.06.	Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>	4 ♂/12 ♀	adult
		Rauhautfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>	1 ♀	adult
		Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1 ♂	adult
		Mückenfledermaus	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1 ♀	adult
C	23.06.	Braunes Langohr	<i>Plecotus auritus</i>	1 ♂/1 ♀	adult
		Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastellus</i>	1 ♀	adult
		Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>	1 ♂/1 ♀	adult
D	24.06.	Braunes Langohr	<i>Plecotus auritus</i>	1 ♂	adult
		Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>	1 ♀	adult
		Fransenfledermaus	<i>Myotis nattereri</i>	1 ♂/1 ♀	adult
		Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2 ♂	adult

Abb. 21: Beispiele einer Ergebnisdarstellung der Basiserfassung. Oben: Batcorder im Gelände; Boxplot mit Aktivitätsdichten pro Batcorderstandort. Unten: Sättigungskurve der Artenzahl und Netzfangergebnisse. Foto, Grafiken, Tabelle: ITN.

5.5 Vertiefungsmodul 1: Reproduktion und Koloniegrößen

Ziel: Das Vertiefungsmodul 1 ermöglicht konkrete Aussagen zu Koloniestandorten und ebenso Koloniegrößen und hier im Besonderen von Wochenstufenkolonien.

Vorgehensweise: Um Koloniestandorte zu lokalisieren und Koloniegrößen zu ermitteln, werden während der Netzfänge reproduktive Weibchen besendert. Da sich v. a. bei waldbewohnenden Fledermausarten die Kolonie bisweilen auf zwei und mehr Bäume aufteilt, sollten pro Netzfangstandort idealerweise zwei Weibchen pro Fledermausart besendert werden. Auf größeren NNE-Flächen (Empfehlung > 300 ha) können mehrere Kolonien einer Fledermausart vorkommen, sodass an unterschiedlichen Netzfangstandorten mit einem Abstand von etwa einem Kilometer weitere Weibchen einer Art besendert werden können.

Die Mini-Sender werden den Fledermäusen nach dem Fang mit Hautkleber vorsichtig ins Rückenfell geklebt. Je nach den artspezifischen Aktionsräumen kann es sinnvoll sein, die besenderte Fledermausart unmittelbar zu verfolgen, da gerade Arten mit größeren Aktionsräumen (z. B. Mopsfledermaus, Abendsegler, Kleinabendsegler) sehr schnell und weit entfernt ihren Quartierstandort haben, was die Suche am Tage sehr aufwendig machen kann. Die Verfolgung der Tiere ebenso wie das Aufsuchen der Quartiere erfolgt über „Homing-in-on-the-animal“ (vgl. Kap. 7.5.1).

Nach dem Auffinden des Quartiers finden Ausflugszählungen zur Ermittlung der Koloniegröße statt (Tab. 5). Da bei baumhöhlenbewohnenden Arten regelmäßig Quartierwechsel erfolgen und ein Quartierverbund aus bis zu 40 Quartieren bestehen kann, werden die Quartiere der besenderten Tiere an den Folgetagen wiederholt ermittelt. Es sollten mindestens zwei weitere Quartiersuchen erfolgen. Je nach verfügbaren Ressourcen (z. B. Einsatz ehrenamtlicher

Mitarbeitenden) und örtlichen Gegebenheiten (z. B. gute Erreichbarkeit der Quartiergebiete) sind weitere Quartiersuchen bis zum Senderausfall sinnvoll.

Zum Auffinden von Koloniestandorten in Wäldern können potentiell alle baumhöhlenbewohnenden Fledermausarten besendert werden (vgl. Tab. 1 in Kap. 4 „enge Waldbindung“). Dazu zählen Bechsteinfledermaus, Fransenfledermaus, Brandtfledermaus und ebenso Bartfledermaus, Nymphenfledermaus, Wasserfledermaus, Braunes Langohr, Mopsfledermaus, Abendsegler, Kleinabendsegler, Mückenfledermaus und Rauhautfledermaus.

Für die Ausflugzählungen am Baumquartier sollten ein Nachtsichtgerät oder eine Wärmebildkamera verwendet werden, da dies die Zählung deutlich präzisiert.

Eine detaillierte Beschreibung und die Anwendung der Methodik wird im Kap. 7.5.1 beschrieben.

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Die Besenderung von Fledermäusen erfolgt aus Tierschutzgründen nur durch erfahrene Fledermauskundige. Neben der artenschutzrechtlichen Genehmigung ist eine Tierschutzgenehmigung erforderlich. Das Auffinden der Bäume mittel Telemetrie erfordert ebenfalls einige Übung sowohl bei der Lokalisation und Eingrenzung des Koloniestandortes als auch bei der eindeutigen Identifikation der besetzten Baumhöhle. Die Ausflugzählung kann mit Hilfe von Nachtsichtgeräten oder Wärmebildkameras aufgezeichnet werden, so dass ein überprüfbarer Beleg vorhanden ist. Die Echtzeitzählung am Baum erfordert zumindest eine Einarbeitung durch gemeinsame Zählungen.

Neben dem Zeitaufwand für den Netzfang (Kap. 5.4) sollten pro Sendertier für die mehrmalige Lokalisation, Einmessung und Beschreibung des Baumes sowie das Zählen der ausfliegenden Tiere je nach Fledermausart 12–15 h angenommen werden.

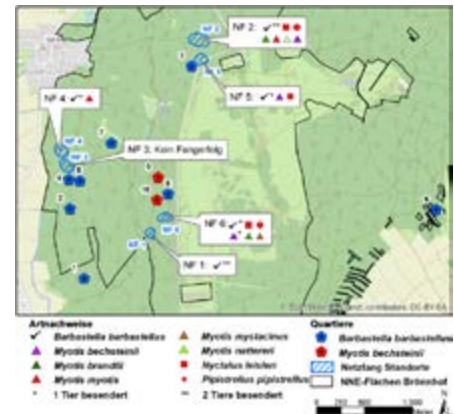


Abb. 22: Beispiele der Ergebnisdarstellung von Vertiefungsmodul 1. Links: Kleinabendsegler mit Sender und nachgewiesenes Quartier. Rechts: Karte mit Netzfangstandorten, Netzfangergebnissen und ermittelten Quartieren. Foto, Karte: ITN.

Erwartbare Ergebnisse: Wochenstubenkolonien sind die Populationskerne von Fledermauspopulationen und in hohem Maße schutzwürdig. Sie zeigen qualitativ hochwertige Lebensräume an und bezogen auf den Quartierstandort waldbewohnender Fledermausarten weisen sie in der Regel auf Waldflächen mit überdurchschnittlicher Dichte an Naturwaldstrukturen hin (vgl. Kap. 4). Über die Lokalisation der Koloniestandorte können somit gezielt naturnahe Waldausschnitte identifiziert werden. Weiterhin ist es möglich Koloniegrößen und damit Schätzungen der Lokalpopulation zu ermitteln. Ergebnisse können kartografisch und tabellarisch sowie mit Fotos dokumentiert und dargestellt werden (Abb. 22).

Tab. 5: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung der Reproduktion und Koloniegrößen = Vertiefungsmodul 1. Optimaler Zeitraum [orange square], randliche Anwendungszeitraum [light orange square], je nach Region und Jahr ebenso optimal nutzbar (siehe auch Kap. 5.1).

Methoden	Mai	Juni	Juli	Aug
Reproduktion	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal
Koloniegrößen	Optimal	Optimal	Optimal	Optimal

4. Besenderung & Quartiersuche mittels Telemetrie

Je Art werden 1 bis 2 reproduzierende Weibchen/ ggf. Jungtiere besendert; bei weit auseinanderliegenden Netzfangstandorten (> 1 km) werden weitere Weibchen einer Art besendert.

Quartiersuche/Telemetrie: Idealerweise mehrere Quartiersuchen bis zum Ende der Senderlaufzeit (ca. 1 Woche), mindestens jedoch zwei Wiederholungen pro Tier.

Ausflugszählungen: mind. 1 erfolgreiche Ausflugszählung, besser 2–3 Wiederholungen

5.6 Vertiefungsmodul 2: Habitatbindung

Ziel: Mit Hilfe dieses Moduls kann eine habitatspezifische Analyse der Fledermausaktivität in einem Gebiet erfolgen. Es können intensiv beflogene Habitate von weniger genutzten Flächenausschnitten differenziert werden.

Vorgehensweise: Das Vertiefungsmodul 2 ist vor allem auf größeren NNE-Flächen (hier > 300 ha) sinnvoll. Es kann anschließend nach einem durchgeführten Basismodul (1 oder 2) erfolgen oder das Basismodul (1) ersetzen und entsprechend um die hier genannten Ziele erweitern.

Um die Habitatbindung und Flächenrepräsentanz zu ermitteln, empfiehlt es sich die Standorte der akustischen Erfassung anhand eines über die NNE-Fläche gelegten Rasters von 500 x 500 m auszuwählen (Tab. 6). Die Standorte in den Rastern sollten dabei sowohl charakteristische Habitate der NNE-Fläche repräsentieren, als auch die „Normalausstattung“.

Die stationären akustischen Erfassungseinheiten (Batcorder) zeichnen wie im Basismodul (1 oder 2) für mindestens drei Nächte die Fledermausaktivität auf. Die Anzahl der zu beprobenden Rasterpunkte hängt von der Flächenrepräsentanz und ebenso von den verschiedenen Habitaten ab, die untersucht werden sollen. Es sind jedoch mindestens zwölf Raster zu beproben.



Um die Daten zwischen den NNE-Flächen vergleichen zu können, ist es erforderlich, dass mit der gleichen Aufnahmetechnik und auch mit einer standardisierten Geräteeinstellung gearbeitet wird. Bewährt haben sich die Batcorder der Firma ecoObs aus Nürnberg (Kap. 5.3, Abb. 20).





Weitere Hinweise zur geeigneten Gerätetechnik und standardisierten Einstellungen der Aufnahmergeräte sind unter Kap. 7.3.1 gegeben. Da eine individuen-spezifische Auswertung der Fledermausrufe nicht möglich ist, sollten die Ergebnisse als Aktivität pro Minute (im Sinne eines Präsenz-/Absenz-Nachweises = Aktivitätsdichte) angegeben werden. Weitere Hinweise zur Auswertung sind unter Kap. 7.3.2 zusammenfassend dargestellt.

Die Ergebnisse der Rastererfassung werden anschließend in einem statistischen Modell mit den Habitateigenschaften verglichen und Habitatbindungen ermittelt. Die genauen Methoden der Rastererfassung und der Auswertung werden in Kap. 7.3.1 dargestellt.

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Der Aufwand für die jeweiligen Erfassungsstandorte und Auswertung der aufgezeichneten Nächte entspricht den im Basismodul angegebenen Werten multipliziert mit der Anzahl der Standorte. Ergänzend kommt hier der Aufwand für die statistische Auswertung und Verschneidung mit den vorkommenden Habitaten hinzu.

Erwartbare Ergebnisse: Ergänzend zu dem Basismodul kann die Artendiversität und relative Aktivitätsdichte ausgewählter Fledermausarten räumlich und mit Bezug zur vorkommenden Habitatausstattung analysiert werden. Es ergibt sich ein differenziertes Bild des Fledermausartenspektrums und der Nutzungsdichte auf der NNE-Fläche (Abb. 23). Setzt man diese gemessene Aktivität in Bezug zu vorliegenden Geo-Daten (z. B. FFH-Lebensraum und Biotoptypenkartierung, Forsteinrichtung, Waldnaturnähe, ATKIS-Daten), kann für einzelne Arten oder Artgruppen eine Habitatpräferenz ermittelt werden. Über einen längeren Monitoringzeitraum ergeben sich Veränderungen der Fledermausaktivität, u. a. bedingt durch die natürliche Dynamik der Lebensräume.

Tab. 6: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung der Habitatbindung = Vertiefungsmodul 2. Optimaler Zeitraum , randliche Anwendungszeitraum , je nach Region und Jahr ebenso optimal nutzbar (siehe auch Kap. 5.1).

Mai	Juni	Juli	Aug
			

1. Datenrecherche

2. Rastererfassung mit akustischer Erfassung

Raster von 500 x 500 m über NNE-Fläche (Mindestgröße > 300 ha)

Beprobung von 5 bis maximal 20 % der Raster, je nach Größe der NNE-Fläche und Diversität der Habitatausstattung, mindestens jedoch 12 Raster.

3 Erfassungsnächte pro Standort

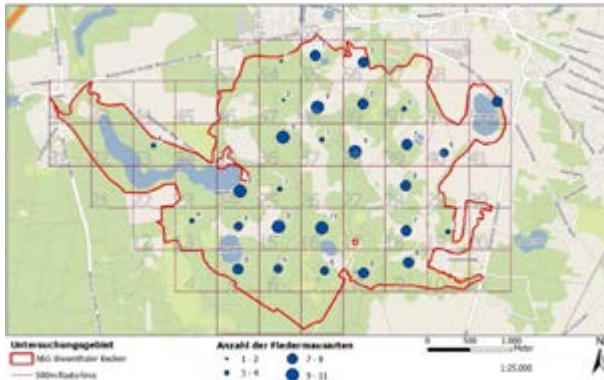


Abb. 23: Beispiel einer Rastererfassung im NNE-Gebiet Biesenthaler Becken. Dargestellt ist die Anzahl der nachgewiesenen Fledermausarten pro Rasterpunkt. Karte: ITN.

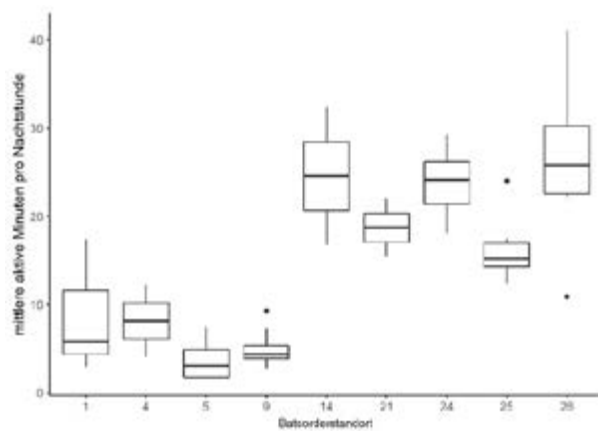


Abb. 24: Beispiel einer Ergebnisdarstellung ergänzend zu Abb. 23. Erfasste Anzahl Arten pro Nacht je Standort (Rasternummer) im Untersuchungsgebiet. Boxplot mit Minimum, 25 %-Quartil, Median, 75 %-Quartil, Maximum, Ausreißer. Grafik: ITN.

5.7 Vertiefungsmodul 3: Strukturindikation durch Indikatorarten

Ziel: Über die Ermittlung der Raumnutzung von ausgewählten Indikatorarten können vertiefte Kenntnisse zu besonders naturnahen (Wald-)flächen („hot spots“) sowie zu der Vernetzung von Gebietsteilen und Lebensraumelementen auf der NNE-Fläche gewonnen werden. Da Fledermäuse großräumig Landschaftsteile in ihren Aktionsraum integrieren, kann ebenso die Vernetzung der NNE-Fläche mit der umgebenden Landschaft gezeigt werden.

Vorgehensweise: Aus den über das Basismodul und das Vertiefungsmodul 1 identifizierten Indikatorarten wird gebietsspezifisch diejenige ausgewählt, für die im Besonderen die Raumnutzung

ermittelt werden soll. Um den Aktionsraum und die Nutzungsschwerpunkte einer Wochenstubenkolonie zu beschreiben, sollten ca. sechs bis acht reproduktive Weibchen einer Kolonie besendert und telemetrisch verfolgt werden (Tab. 7). Angestrebt wird die nächtliche Lokalisation über zeitgleiche Kreuzpeilung, d. h. zwei Beobachtende verfolgen eine Fledermaus und orten zur identischen Zeit von verschiedenen Standorten aus das Sendersignal. Auf Basis einer zeitlichen Peilrhythmik (hier: 5 min-Peilungen) entstehen so Punktsammlungen, die später im GIS dargestellt und mit Geo-Daten verschnitten werden.

Für jede besenderte Fledermaus werden ca. 120 verwendbare Peilpunkte angestrebt, die im Rahmen von zwei bis drei vollständigen Telemetriennächten gewonnen werden.

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Die Besenderung erfordert, wie oben ausgeführt, entsprechende Erfahrung mit der Handhabung der Fledermäuse. Die nächtliche Verfolgung der Sendertiere erfolgt mittels PKW und installierter Peilausrüstung. Die Beobachtenden benötigen mindestens ein Verständnis der Peiltechnik und räumliches Orientierungsvermögen.

Um die ausreichende Peilpunktdichte zu ermitteln, sollte jede Fledermaus idealerweise über drei Nächte mit zwei Beobachtenden verfolgt werden (= sechs vollständige Personennächte). Entsprechend der Anzahl der besenderten Tiere erhöht sich die Zahl der Personennächte jeweils um sechs pro Tier, bei kleinräumig aktiven Arten (z. B. Bechsteinfledermaus) können auch Synergien vorhanden sein.

Zusätzlich zu der Felderfassung kann für jedes Tier ein Aufwand von 6–8 h für die Datenaufbereitung und Verarbeitung im GIS angenommen werden. Weitere Auswerteschritte hängen dann von den Detailfragestellungen ab und müssen bei der Kalkulation entsprechend berücksichtigt werden.

Die genaue Methode der Raumnutzungstelemetrie (Kreuzpeilung) wird im Kap. 7.5.2 beschrieben.

Erwartbare Ergebnisse: Die Raumnutzungstelemetrie ermöglicht sehr exakte Aussagen zur Lebensraumnutzung einer Fledermauskolonie (Bsp. siehe Abb. 25). Sie liefert sehr belastbare Daten zu Nutzungsschwerpunkten und ist damit eine wesentliche Grundlage für gezielte Schutzmaßnahmen. Entsprechend der Lebensraumansprüche der Indikatorarten kann weiterhin die NNE-Fläche hinsichtlich ihrer Naturschutzwertigkeit sehr differenziert dargestellt werden. Gegenüber Dritten liefern die Telemetrie-Module (Vertiefungsmodule 1 und 3) sehr konkrete Argumentationshilfen. Die Vernetzung von Teilflächen innerhalb des Gebietes, als auch mit der umgebenden Landschaft wird deutlich.

Tab. 7: Methoden und deren Anwendungszeit zur Erfassung der Raumnutzung von Indikatorarten = Vertiefungsmodul 3. Optimaler Zeitraum , randliche Anwendungszeitraum , je nach Region und Jahr ebenso optimal nutzbar (siehe auch Kap. 5.1).

Mai	Juni	Juli	Aug
			

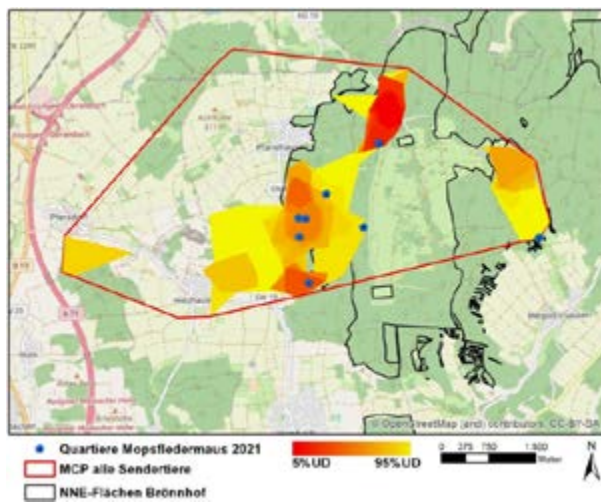
5. Besenderung & Raumnutzungstelemetrie

Ggfs. sind zusätzlich zu den Netzfängen des Basis- und Vertiefungsmoduls 1 weitere Netzfänge erforderlich

Besenderung von 6–8 Weibchen

Raumnutzungstelemetrie über 3 Nächte/Tier

Verteilung der Sendertiere auf mindestens zwei Phasen des Lebenszyklus (beginnende Trächtigkeit, Laktation und Flüggerwerden der Jungtiere); Hochtrchtige Tiere werden nicht besendert



5.8 Sondermodul 1: Fledermauskästen

Einige baumhöhlenbewohnende Fledermausarten besiedeln auch Fledermauskästen und bilden dort Wochenstubenkolonien und Paarungsgesellschaften. Bei sorgfältiger und regelmäßiger Instandhaltung der Kästen kann die Besiedlung über Jahrzehnte anhalten. Wartung und Pflege erfolgen meist durch Ehrenamtliche, die bisweilen auch gezielt sogenannte Kastenreviere einrichten, um Fledermäuse nachzuweisen. Sind aufgrund der Datenabfrage solche Kastenreviere bekannt, sollten diese in das Monitoring auf den NNE-Flächen integriert werden. Ebenso ist es möglich, dass gezielt Kastenreviere eingerichtet werden. Das Sondermodul 1 kann damit zusätzlich zum Basismodul (1 oder 2) oder den Vertiefungsmodulen 1 und 2 durchgeführt werden. Als alleinige Monitoringmethode ist die Einrichtung von Kastenrevieren keinesfalls aussagekräftig und daher nicht ausreichend.

Ziel: Über die Einrichtung und Kontrolle von Kastenrevieren bzw. der Kontrolle bereits bestehender Kastenreviere können das Basismodul (1 oder 2) sowie das Vertiefungsmodul 1 ergänzt werden, um weitere Hinweise zur Fledermausfauna der NNE-Fläche zu gewinnen. Möglich sind ergänzende Aussagen zum Artenspektrum sowie zum Reproduktionsstatus einzelner Fledermausarten. In etablierten Kastenrevieren mit Wochenstubenkolonien können auch Hinweise zu Populationsgrößen ermittelt werden. Werden vorhandene Fledermauskästen nicht genutzt, bedeutet dies nicht, dass

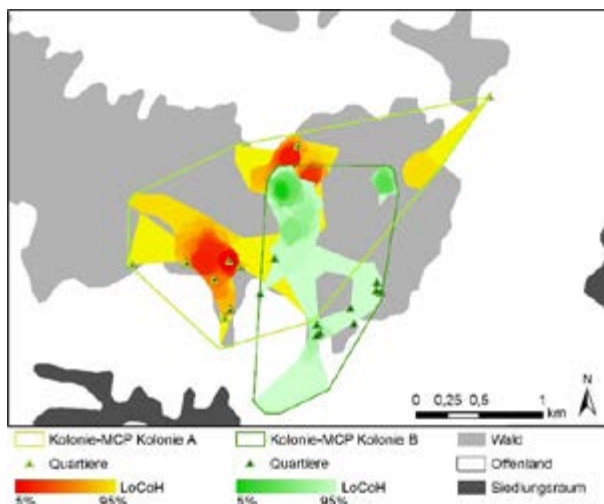


Abb. 25: Beispiele einer Ergebnisdarstellung einer Raumnutzungstelemetrie. Der Farbwechsel von hell nach dunkel gibt die zunehmende Aufenthaltsdichte wieder. Links: Mopsfledermauskolonie im Brönnhof. Rechts: zwei Bechsteinfledermauskolonien in einem Waldgebiet (grau hinterlegt). Karten: ITN.

dort keine Fledermäuse vorkommen. Vor allem auf baumhöhlenreichen Flächen werden Fledermauskästen oftmals nicht genutzt.

Vorgehensweise: Vorhandene Kastenreviere werden über die Datenrecherche auffindbar. Eine Kontrolle der Fledermauskästen/Kastenreviere muss in Absprache und idealerweise gemeinsam mit der Betreuung der Kästen erfolgen.

Sinnvoll ist mindestens ein Kontrolltermin im Spätsommer, je nach Region etwa ab August. Sofern bei der Kontrolle Fledermäuse angetroffen werden, sollten diese auch hinsichtlich Geschlechtes und Reproduktionsstatus dokumentiert werden.

Eine Beringung wird nicht durchgeführt, es sei denn, es soll ein Populationsmonitoring etabliert werden, was jedoch eine jahrelange Kontinuität und populationsmathematische Kenntnisse erfordert. Fledermäuse können durch Beringung verletzt werden, weswegen diese Methode hier ausdrücklich nicht als Standard vorgesehen wird.

Soll ein neues Kastenrevier gegründet werden, sind mindestens 30 Kästen in einer Gruppe aufzuhängen. Dies erhöht die Besiedlungswahrscheinlichkeit und berücksichtigt das Wechselverhalten der

Tiere. Es sind Modelle zu verwenden, bei denen der Fledermauskot rausfallen kann („selbstreinigend“). Ungeachtet dessen ist eine jährliche Reinigung erforderlich (z. B. Entfernen alter Vogelnester). Die Kästen können zur besseren Erreichbarkeit und wohl auch günstigeren Besiedlung an Waldwegen und Rückegassen aufgehängt werden. Eine Aufhänghöhe von 3–4 m ist sinnvoll.

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Die Kontrolle von Fledermauskästen erfordert Umsicht und Übung in der Bestimmung und Handhabung der Fledermäuse. Ebenso muss eine artenschutzrechtliche Genehmigung beantragt werden. Für die Kontrolle eines Kastenreviers kann je nach Anzahl der Kästen ein voller Tag mit zwei Personen angenommen werden.

Erwartbare Ergebnisse: Sofern es gelingt ein Kastenrevier zu etablieren oder bereits ein etabliertes vorhanden ist, können Hinweise zum Artenspektrum, zum Reproduktionsstatus und zur Populationsgröße einzelner Fledermausarten gewonnen werden. Bei Neueinrichtung eines Kastenreviers können die Ergebnisse nicht unbedingt erwartet werden, da es insbesondere in baumhöhlenreichen Wäldern geschehen kann, dass die Kästen nicht angenommen werden.



Abb. 26: Über die Kontrolle von Fledermauskästen können Artnachweise gewonnen werden. Etablierte Kastenreviere ermöglichen auch die Erhebung populationsrelevanter Daten. Im rechten Bild sind Bechsteinfledermäuse zu sehen. Fotos: ITN.

Hinweis: In etablierten Kästen, z. B. Winterschlafkästen von Abendseglern oder Wochenstubenkästen von Waldfledermäusen, können Lichtschranken installiert werden. Mit dieser Methode kann mit verhältnismäßig wenig Aufwand das Ein- und Ausflughverhalten der Fledermäuse in den Kästen über einen längeren Zeitraum überwacht werden (Abb. 27, Kugelschafter et al. 2013).

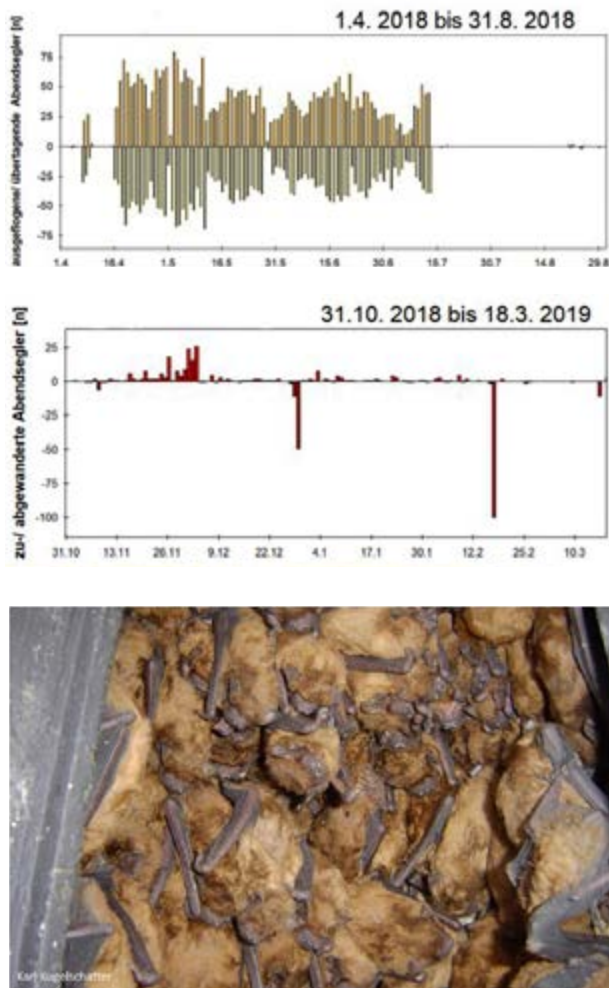


Abb. 27: Überwinternde Abendsegler in einem Kasten. Oben: Ergebnisse der Lichtschrankenüberwachung eines Fledermauskastens. Grafiken, Foto: Fa. ChiroTec/K. Kugelschafter.

5.9 Sondermodul 2: Winterquartiere

Auf einigen NNE-Flächen mit militärischem Hintergrund sind Bunkeranlagen vorhanden, die in Teilen sehr geeignete Winterquartiere für Fledermäuse darstellen oder bei entsprechender baulicher Ergänzung zukünftig sein können. Sind solche Bunkeranlagen (oder auch andere Winterquartiere,

wie Höhlen, Tunnel und Keller vorhanden), sollten diese in das Monitoring integriert werden.

Ziel: Ermittlung der im Winter vorkommenden Fledermausarten und deren relative Häufigkeit.

Vorgehensweise: Vorhandene Winterquartiere werden über die Datenrecherche auffindbar. Eine Kontrolle der Quartiere muss in Absprache und idealerweise gemeinsam mit der zuständigen Betreuung des Quartieres erfolgen. Meist sind dies ehrenamtlich Engagierte und/oder Mitarbeitende des Flächeneigentümers.

Sinnvoll ist ein Kontrolltermin zwischen Anfang Januar und Mitte Februar (idealerweise bis 15.02.), je nach Wetterlage auch etwas später, wenn es kalt genug ist (Nachtfrost und einstellige Tageswerte). Alle einsehbaren Spalten und Löcher werden bei der Begehung ausgeleuchtet.

Aufgrund der Nahrungsknappheit überdauern Fledermäuse den Winter in Winterquartieren im Zustand des Torpors, eines physiologischen Schlafzustandes. Dabei wird die Körpertemperatur dauerhaft abgesenkt und auch die Atmung und der Herzschlag werden herabgesetzt. All diese Maßnahmen dienen dazu Energie zu sparen und die insektenlose Winterzeit mit dem zuvor angefressenen Fettpolster zu überleben. Jede Störung dieses Zustands bedeutet für die Tiere einen Energieverlust und verringert die Überlebenschancen. Folgenden Regeln sollten deshalb bei einer Winterquartierkontrolle beachtet werden:

- Es dürfen keinesfalls Tiere berührt werden.
- Die Beleuchtung sollte so reduziert sein, dass ein gefahrloses Bewegen im Winterquartier und das Erkennen der Fledermäuse gewährleistet sind, jedoch keine Störung der Tiere erfolgt.
- Die Anzahl von Fotos, insbesondere mit Blitz, sollte möglichst minimal bleiben.
- Ruhiges Verhalten im Winterquartier, kein Schreien oder laute Geräusche erzeugen.
- Der Aufenthalt im Winterquartier und in der Nähe der Tiere muss so kurz wie nötig gehalten werden.
- Die Personenanzahl muss in Abhängigkeit der Quartiergröße so gering wie möglich sein.

Für die Bestimmung der winterschlafenden Tiere wird folgende Literatur empfohlen:

www.fledermausschutz.de/wp-content/uploads/bestimmung-von-fledermaeusen-im-winterschlaf.pdf

Vorkenntnisse und Zeitaufwand: Die Kontrolle von Fledermauswinterquartieren erfordert Umsicht und Übung in der Bestimmung der Fledermäuse. Eine artenschutzrechtliche Genehmigung muss beantragt werden.

Erwartbare Ergebnisse: Die Winterquartierkontrollen ergeben Hinweise auf vorkommende Fledermausarten sowie eine relative Quantität. Bei Winterquartieren mit vielen Versteckmöglichkeiten muss bedacht werden, dass sich die meisten Fledermäuse nicht zählbar in Spalten und Hohlräumen verkriechen. In Bunkeranlagen mit unbeschädigten Wänden werden allerdings die meisten Tiere sichtbar sein (Bsp. siehe Abb. 28).



Abb. 28: Bunker mit fledermausfreundlicher Tür und überwinternde Mopsfledermaus in einer Spalte im Bunker. Fotos: ITN.

5.10 Monitoringrhythmus

Die Ergebnisse der bisher beschriebenen Methoden in den einzelnen Modulen dienen bei einmaliger Ausführung als Grunderfassung auf einer NNE-Fläche. Es wird erst durch Wiederholungen und dem anschließenden Vergleich mit den Ergebnissen der Grunderfassung (= Erwartungswert) zu einem Monitoring. Die verschiedenen Module bedürfen aufgrund ihrer verschiedenen angewandten Methoden und Ziele ein unterschiedliches Wiederholungsintervall (Tab. 8). Das Vertiefungsmodul 3 (Raumnutzung von Indikatorarten) dient v. a. der Grunderfassung. Es ist jedoch sinnvoll, nach Feststellen einer grundlegenden Änderung der Fledermausdiversität und -aktivität auf einer NNE-Fläche (Monitoringergebnisse Basismodul 1 oder 2 oder Vertiefungsmodule 1 oder 2), es zu wiederholen.

Tab. 8: Monitoringrhythmus der einzelnen Module.

Modul	Ziel	Monitoringrhythmus
Basismodul 1	Erfassung des akustischen Artenspektrums	5 Jahre
Basismodul 2	Erfassung des Artenspektrums und des Reproduktionsstatus	5 Jahre
Vertiefungsmodul 1	Ermittlung von Wochenstubenquartieren und Koloniegroßen	10 Jahre
Vertiefungsmodul 2	flächenhafte Erfassung, Habitatpräferenzen	10 Jahre
Sondermodul 1	Ergänzung zum Artenspektrum und Reproduktionsstatus	1 Jahr
Sondermodul 2	Erfassung des Artenspektrums und relative Häufigkeiten im Winter	1 Jahr

6 Organisation des Monitorings

6.1 Durchführung und Zeitaufwand

Der modulare Aufbau des NNE-Monitorings ermöglicht je nach den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten sowie den erforderlichen Kenntnissen und dem Zeitaufwand, den Einsatz sowohl von ehrenamtlich Aktiven mit begrenztem Zeitbudget, Mitarbeitenden der Flächeneigentümer und professionellen Fledermaus-Fachleuten (Tab. 9).

Für die Organisation des Monitorings sind die jeweiligen Flächeneigentümer der Naturerbeflächen zuständig. Als erstes sollte das Ziel des Monitorings und demnach die benötigten Module festgelegt werden (Kap. 5). Für die Anwendung der Methoden bedarf es, v. a. für die Auswertung der akustischen Erfassungen sowie den direkten und tierschutzgerechten Umgang mit den Fledermäusen, praktische Erfahrung und Fachwissen. Dies kann in Einzelfällen durch langjährig ehrenamtlich engagierte Fledermausschützer*innen mit entsprechendem Zeitbudget geleistet werden, regelmäßiger werden jedoch professionell arbeitende Fledermauskundi-

ge mit entsprechender technischer und materieller Ausstattung (vgl. hierzu auch die Hinweise im Kap. 7) erforderlich sein. Für die meisten Flächen ist eine Kombination aus Personen mit Expertise und Personen ohne fachlichen Hintergrund möglich bzw. sinnvoll. So können die Batcorder für die akustische Erfassung nach einer kurzen Einarbeitung durch erfahrene Fledermaus-Fachleute auch von Mitarbeitenden der Flächeneigentümer ausgebracht und eingeholt werden. Die Auswertung kann in der Folge dann durch mit der Methode vertrauten Fledermauskundigen (in Einzelfällen können dies auch Ehrenamtliche übernehmen, wenn Erfahrungen vorliegen) gemäß den standardisierten Vorgaben des NNE-Monitorings erfolgen (vgl. Kap. 5 und Kap. 7). Netzfang und Telemetry sind grundsätzlich nicht von Ungeübten machbar, da ansonsten die Tiergesundheit gefährdet ist.

Für die Basismodule (1 und 2) und die Vertiefungsmodule sind Beispiele für den Zeitaufwand im Kap. 7.6 berechnet.

Tab. 9: Übersicht über Zeitaufwand und Durchführung der einzelnen Methoden der Monitoringmodule (vgl. 7.6).

Modul	Methoden	Durchführende	Zeitaufwand (Schätzung)
Datenrecherche	Eigentümer oder Mitarbeitende der NNE-Flächen	ggf. beauftragte Fledermauskundige	4–8 h
Basismodul 1	akustische Erfassung: 1. Auswahl der Standorte	Fledermauskundige zusammen mit Eigentümer oder Mitarbeitenden der NNE-Flächen	2–4 h Büro/8 h Überprüfung in der Fläche
	2. Ein-/Ausbringen der Geräte	unter Einweisung durch Fledermauskundige: Eigentümer oder Mitarbeitende der NNE-Flächen oder Ehrenamt	1 h pro Gerät für 1x Ausbringen und Einholen; bei 8 Standorten: 8 h
	3. Auswertung	Fledermauskundige oder Ehrenamtliche mit entsprechender Erfahrung	1,5 h pro Gerätnacht, bei 300 ha 8 Standorte mit je 3 Gerätenächten = 24 Gerätenächte = 36 h;
Basismodul 2	akustische Erfassung	siehe Basismodul 1	siehe Basismodul 1
	Netzfang	Fledermauskundige, ggf. Ehrenamtliche mit entsprechender Erfahrung	inklusive Auf-/Abbau 16–18 h (2 Personen à 8–9h) pro ganznächtlichem Netzfang, dabei ca. 6 h Fangzeit Gesamt: 4 oder 6 oder 6 + x Netzfänge je nach Größe der NNE-Fläche;
Vertiefungsmodul 1	Quartiermittlung mit Ausflugszählung	Fledermauskundige, unter Einweisung durch Fledermauskundige: Eigentümer oder Mitarbeitende der NNE-Flächen oder Ehrenamtliche	je Tier 15 h, inklusive 3x Lokalisation an Folgetagen, Einmessen und Beschreiben der Quartiere sowie abendliche Zählungen
	akustische Erfassung im Raster: 1. Auswahl der Standorte	Fledermauskundige zusammen mit Eigentümer oder Mitarbeitenden der NNE-Flächen	je nach Anzahl der Raster und Habitausstattung der NNE-Fläche 3–5 h im Büro und 8 h Überprüfung in der Fläche
		siehe Basismodul 1	siehe Basismodul 1
		siehe Basismodul 1	siehe Basismodul 1
Vertiefungsmodul 2	akustische Erfassung im Raster: 1. Auswahl der Standorte	Fledermauskundige/Statistiker*innen	40 h
		siehe Basismodul 2	1 Netzfang mit 16–18 h (8–9 h mit 2 Personen), je nach Fangertag weitere Netzfänge oder auch kürzerer Netzfang möglich
		Fledermauskundige	pro besonderte Fledermaus 3 volle Nächte mit 2 Personen = 6 Nächte (48 h) + 6–8 h Datenaufbereitung pro Kolonie sollten 6–8 Tiere telemetriert werden
		Ehrenamtliche/Kastenbetreuende, Fledermauskundige	je nach Anzahl der Kästen: 1 Tag mit 2 Personen = 16 h
Sondermodul 1	Kastenteste	Ehrenamtliche/Kastenbetreuende, Fledermauskundige	je nach Anzahl und Größe der Winterquartiere bis zu 1 Tag mit 2 Personen = 16 h pro Kolonie sollten 6–8 Tiere telemetriert werden
Sondermodul 2	Winterquartierkontrolle	Ehrenamtliche/Winterquartierbetreuende, Fledermauskundige	je nach Anzahl und Größe der Winterquartiere bis zu 1 Tag mit 2 Personen = 16 h pro Kolonie sollten 6–8 Tiere telemetriert werden

6.2 Genehmigungen

Alle europäischen Fledermausarten sind gemäß § 7 BNatSchG besonders und streng geschützt, weswegen es für den Fang und die Besenderung von Fledermäusen ebenso wie für die Kasten- und Quartierkontrolle eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung bedarf. Nach gegenwärtigem Stand ist für die Besenderung i. d. R. eine tierschutzrechtliche Genehmigung erforderlich, da die Besenderung als Tierversuch angesehen wird. Das Vorgehen muss für jedes Bundesland abgeklärt werden. Beide Genehmigungen sind personenbezogen und von den für das Monitoring beauftragten Fledermaus-Sachverständigen einzuholen. Für die Beantragung der Genehmigungen sollte ausreichend Zeit vorgesehen werden, da die Bearbeitung seitens der Behörden mehrere Monate dauern kann.

Für Schutzgebiete ist im Weiteren eine Betretungsgenehmigung erforderlich, ebenso eine Fahrgenehmigung für PKWs auf land- und forstwirtschaftlichen Wegen in und um das Schutzgebiet.

6.3 Datendokumentation

Alle aufgenommenen Daten zur Methodik, zu den Standorten und den nachgewiesenen Fledermäusen werden während der Feldarbeit protokolliert und fotografisch dokumentiert (siehe Tab. 10). Die akustischen Aufnahmen werden als Beleg dauerhaft gesichert und archiviert (Festplatte, cloud). Somit stehen sie für zukünftige Auswertungen zur Verfügung. Es sollte immer nachvollziehbar sein, wer kartiert hat.

Tab. 10: Im Monitoring anzuwendende Methoden und deren Protokollierung/Dokumentation.

Methoden	Daten	Format
Datenrecherche	Fledermausfundpunkte	Tabelle, shapefile
Akustische Erfassung	Gerätestandorte mit Koordinaten in UTM ETRS32, Standortbeschreibungen und Fotos akustische Aufnahmen mit Gerätetyp, Standort, Datum, Zeit, Art und Aufnahmemerkmale	Tabelle, shapefile, Bildformate Datenbank oder Tabelle, Aufnahmedaten (wav- oder raw-file)
Netzfang	Netzfangstandorte mit Koordinaten in UTM ETRS32, Standortbeschreibungen und Fotos, Anzahl und Art der Netze Netzfangergebnisse mit Erkennungsmerkmalen der gefangenen Fledermäuse	Tabelle, shapefile, Bildformate
Besenderung & Telemetrie	Merkmale der besenderten Tiere, Frequenz Quartierstandort mit Koordinaten in UTM ETRS32, Standortbeschreibungen und Fotos Peilpunkte und Fotos der Flug- und Jagdgebiete	Tabellen, shapefile, Bildformate
Kastentkontrolle	Standorte der Kästen mit Koordinaten in UTM ETRS32, Standortbeschreibungen und Fotos Besatz der Kästen mit Merkmalen der Fledermäuse	Tabellen, shapefile, Bildformate
Winterquartierkontrolle	Standorte der Winterquartiere mit Koordinaten in UTM ETRS32, Standortbeschreibungen und Fotos Besatz der Winterquartiere	Tabellen, shapefile, Bildformate

Im Bericht sind die Ergebnisse tabellarisch und kartografisch darzustellen. Das Artenspektrum ist in einer Tabelle mit nationaler und länderspezifischer Schutzzugehörigkeit und Nachweisart zu nennen. Bei allen angewandten Methoden sind die Aufnahmezeiten und Witterungsverhältnisse standardisiert zu beschreiben. Die strukturellen Merkmale der Standorte, die den Lebensraum für Fledermäuse charakterisieren, sind zu beschreiben und mit Fotos zu belegen (Standorte der akustischen Erfassungsgeräte, Netzfangstandorte, besenderte Tier, Quartierstandorte, Jagdgebiete).

Akustische Erfassung: Die Aktivität (aktive Minuten) der nachgewiesenen Arten/Artgruppen sollte für jeden Standort/Raster in einer Tabelle mit Angabe der Anzahl an untersuchten Nächten dargestellt werden. Im Kapitel 7 werden die Ergebnisse pro Standort je Nacht dokumentiert. Neben der tabellarischen Darstellung sind Karten mit Anzahl Arten pro Standort und Aktivität aller Fledermäuse pro Standort vorzuweisen. Des Weiteren sollte ein Boxplot mit der Aktivität aller Fledermäuse pro Standort erstellt und entsprechende statistisch belegte Unterschiede zwischen den Standorten berechnet und wiedergegeben werden.

Für die bei der Rastererfassung durchgeführten Modellberechnungen zur Analyse der habitatspezifischen Aktivitäten sind die Vorgehensweisen inklusive der Gültigkeitsprüfung, Modellwahl und Evaluierung nachvollziehbar zu beschreiben. Die Modellergebnisse sind tabellarisch und grafisch darzustellen. Alle verwendeten Programme sind dabei inklusive verwendeter Programmierungen (z. B. im Programm R packages) zu zitieren.

Netzfang: Die Lage der Netzfänge ist in einer Karte zu beschreiben (Bestand, Wegenetz, Netz über Gewässer etc.). In einer Tabelle werden Datum, Fangzeit, Anzahl und Art der Netze (Länge, Höhe, Material) sowie Fangnachweise mit Art, Geschlecht und Alter sowie ausschlaggebenden Bestimmungsmerkmalen (Messwerte/Merkmale der Zähne, der Ohren, der Geschlechtsteile, des Gesichts) abgebildet.

Quartierbaumtelemetrie: Alle Daten werden dokumentiert (Datum, Uhrzeit, Kartierer*in, Fangstandort, besenderte Art, Frequenz der Sender und Koloniegroße). Für die nachgewiesenen Quartierbäume werden geografische Koordinaten im UTM-Format erfasst. Die Quartierbäume werden fotografiert sowie die Art und Lage der Quartiere (Spechthöhle, Astabbruch, Höhe, Exposition, Baumart, BHD) protokolliert.

Raumnutzungsstelemetrie: Die in einer Raumnutzungsanalyse angewandte Vorgehensweise und verwendeten Programme sind zu benennen. Die Ergebnisse sollten für jedes telemetrierte Tier als auch für die Kolonie kartografisch dargestellt werden. Mit Hilfe von statistischen Verfahren sollten Aktionsraumgrößen und Kernjagdgebietsgrößen sowie Flugdistanzen berechnet werden.

Kastenkontrolle/Winterquartierkontrolle: Die Art und deren Anzahl der gefundenen/gesichteten Fledermäuse sind tabellarisch zu notieren. Bei den Kastenkontrollen sind zudem Geschlecht und Alter sowie ausschlaggebende Bestimmungsmerkmale (siehe oben) zu dokumentieren.

7 Zusatzinformationen

7.1 Übersicht zu Erfassungsmethoden

Tab. 11: Etablierte Erfassungsmethoden und Einsatzmöglichkeit im Rahmen des NNE-Monitorings

Zeit	Methode	Ziele	Hinweise	Kapitel
Sommer (Mai–Mitte Aug, opt. September)	Akustik	<ul style="list-style-type: none"> • nicht-invasiv und störungsfrei • Artenspektrum • relativ. Aktivitätsdichte 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht-invasiv und störungsfrei • Rufanalyse ist zeitaufwendig und erfordert umfangreiche Expertise • Artbestimmung nicht immer möglich • keine Aussage zu Alter und Geschlecht möglich 	Kap. 5.2
	Dauerhaft, stationär	<ul style="list-style-type: none"> • Artenspektrum • relative Aktivitätsdichte • Aktivitätsrhythmik 	<ul style="list-style-type: none"> • lückenlose zeitliche Überwachung • einfache Installation und geringer Zeitaufwand im Feld • regelmäßige Wartung erforderlich • in hohem Maße standardisierbar • Punktaufnahme 	Kap. 5.3 und 5.5
	Mobil (Transekt)	<ul style="list-style-type: none"> • Artenspektrum • Beobachtung von Verhaltensweisen (z. B. Balz) 	<ul style="list-style-type: none"> • Momentaufnahme • erhöhter zeitlicher Aufwand für die nächtliche Felderfassung • Flächen • Transektaufnahme 	Wird für NNE-Monitoring nicht empfohlen
	Netzfang	<ul style="list-style-type: none"> • exakte Artbestimmung • Nachweis von Indikatorarten • Ermittlung von Geschlecht, Alter und Reproduktionszustand 	<ul style="list-style-type: none"> • invasiv für die Fledermäuse • erfordert umfangreiche Erfahrung • Zeit- und personalaufwendig 	Kap. 5.4 und 5.5
	Telemetrie	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung räumlicher Aufenthaltsschwerpunkte und Kernlebensräume • hoher Detaillierungsgrad und exakte räumliche Zuordnung sowie Aussagen zur Vernetzung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • invasiv für die Fledermäuse • erfordert umfangreiche Erfahrung • Zeit- und personalaufwendig 	Kap. 5.5 und 5.7
	Quartierermittlung	<ul style="list-style-type: none"> • Lokalisation von Wochenstubenstandorten • Ermittlung von Populations-/Koloniegrößen 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitativ hochwertige Daten • Erfahrung und Mobilität erforderlich • von einer Person leistbar 	Kap. 5.5
	Raumnutzung	<ul style="list-style-type: none"> • ergänzend zur Quartierlokalisierung eindeutige räumliche Identifikation von essentiellen Nahrungsräumen und vernetzten Teillebensräumen 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitativ hochwertige Daten • zeitgleiche Kreuzpeilung erfordert zwei mobile Personen • hoher Zeitaufwand 	Kap. 5.7
Winter (Dez–Feb)	Kastenkontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Artnachweise • bei etablierten Kastenrevieren Populationsparameter feststellbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Besiedlungserfolg nicht garantiert • jährliche Wartung erforderlich • in etablierten Revieren hohe Datenqualität möglich 	Kap. 5.8
	Winterquartierkontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Artnachweise 	<ul style="list-style-type: none"> • geringer Zeitaufwand 	Kap. 5.9

7.2 Ehrenamtliche Mitarbeit – Adressen

Baden-Württemberg: Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Baden-Württemberg e. V.
vorstand(@)agf-bw.de

Bayern:
Koordinationsstellen für Fledermausschutz

Berlin: Berliner Artenschutz-Team (BAT- e. V.)
info(@)bat-ev.de

Brandenburg: NABU Landesfachausschuss Säugetierkunde Brandenburg
Tel.: 033925/70928; info(@)lfa-säugetiere.de

Bremen:
Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) e. V.
heike.schumacher(@)bund-bremen.net

Hamburg: NABU Hamburg
AG Fledermausschutz
Telefon 0700-35 33 37 62
fledermausschutz(@)NABU-Hamburg.de
www.nabu-hamburg.de/fledermaus

Hessen: AG Fledermausschutz Hessen (AGFH),
NABU Hessen
Fledermaus(@)Nabu-Hessen.de

Mecklenburg-Vorpommern: Landesfachausschuss Fledermausschutz Mecklenburg-Vorpommern
info(@)lfa-fledermausschutz-mv.de

Niedersachsen:
Liste und Adressen der Regionalbetreuer:
www.nlwkn.niedersachsen.de/
naturschutztier_und_pflanzenartenschutz/
ansprechpartner_tier_und_pflanzenartenschutz/
fledermausregionalbetreuer/fledermaus-
regionalbetreuer-in-niedersachsen-44215.html

Nordrhein-Westfalen: Landesfachausschuss Fledermausschutz NRW (NABU)
giese(@)fledermausschutz.de

Rheinland-Pfalz: Arbeitskreis Fledermausschutz Rheinland-Pfalz, NABU Rheinland-Pfalz
fledermaus@NABU-RLP.de

Saarland: Landesfachausschuss Fledermausschutz Saarland
www.fledermausschutz.de/ansprechpartner/saarland

Sachsen: NABU Landesverband Sachsen e. V.
Fledermausschutz(@)NABU-Sachsen.de

Sachsen-Anhalt:
Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e. V.
info(@)fledermaus-aksa.de

Schleswig-Holstein:
Noctalis Fledermaus-Zentrum
office(@)noctalis.de

Thüringen: Interessengemeinschaft Fledermausschutz und -forschung Thüringen e. V. (IFT)
martin.biedermann(@)gmx.de

7.3 Akustik

Die mitteleuropäischen Fledermausarten rufen im Ultraschallbereich zwischen ca. 16 und 120 kHz. Sozialrufe können auch im hörbaren Bereich liegen. Um Ultraschalllaute aufnehmen zu können, wurden spezielle Geräte, sogenannte Ultraschalldetektoren (im Weiteren Detektor) entwickelt. Zuerst wurden mit diesen Detektoren Lebensräume der Fledermäuse abgelaufen und Rufe aktiv aufgenommen (Transektbegehung). Mittlerweile sind Detektoren entwickelt worden, die nach Aktivierung zu vorgegebenen Zeiten an- und ausgehen und automatisch Fledermausrufe erkennen und aufnehmen (passiv). In Kombination mit entsprechenden Witterungsschutz und einem Akku sind diese Detektoren für eine dauerhafte automatische stationäre Erfassung von Fledermausrufen geeignet (stationäre Dauererfassung). Aufgrund des wesentlich geringeren Aufwands wird nur die akustische Erfassung mittels stationärer Dauererfassung nachfolgend erläutert. Die akustischen Eigenschaften der Fledermäuse gelten unabhängig der angewandten Methode.

7.3.1 Erfassung

Für die einzelnen europäischen Fledermausarten schwankt die Erfassungsreichweite akustischer Aufnahmegeräte in Abhängigkeit des artspezifischen

schen Rufverhaltens (Brigham et al. 1997, Schnitzler & Kalko 2001) sowie der atmosphärischen und geometrischen Abschwächung des Schalls (vgl. Kap. 6.5 in Runkel & Gerding 2016). So ist zum einen davon auszugehen, dass Rufe einzelner Arten in bestimmten Situationen aufgrund ihrer sehr geringen Ruflautstärke und einer starken Bündelung des ausgestoßenen Schalls unter Umständen (beispielsweise bei starkem Regen) auch in einem 10-m-Radius nicht aufgezeichnet werden können (Waters & Jones 1995; z. B. Bechsteinfledermaus, Braunes Langohr). Zum anderen bedeutet die Aufnahme bestimmter Arten (z. B. der Gattung *Nyctalus*) nicht unbedingt ein Tier dieser Gruppe im direkten Umfeld des Mikrofons. Bedingt durch die Jagdweise im freien Luftraum nutzen Vertreter dieser Lautgruppe vergleichsweise niedrigfrequente und daher weitreichende Ortungsrufe. Diese können daher von den Erfassungsgeräten auf bis zu hundert Meter Entfernung aufgenommen werden. Aufgrund fehlender Untersuchungen zur Ruflautstärke europäischer Fledermäuse in verschiedenen Freilandsituationen ist die Ermittlung von Schätzwerten für potenzielle, in den einzel-

nen Nächten nicht aufgezeichnete Fledermausrufe nicht möglich.

Die dauerhafte akustische Überwachung erlaubt bei Beachtung einiger Kriterien dennoch gleichermaßen die Erfassung residenter und wandernder Tiere und gibt einen guten und standardisierbaren Eindruck der Aktivität und räumlichen Verteilung von Fledermäusen in Flächen (Gorresen et al. 2008, Skalak et al. 2012, Froidevaux et al., 2014, Law et al. 2015). Wichtig ist eine Erfassung über die gesamte Nacht (Skalak et al. 2012, Froidevaux et al. 2014). Die Nachweiswahrscheinlichkeit ist umso höher je mehr Geräte an verschiedenen Standorten eingesetzt werden (Gorresen et al. 2008). Im Wald sollten verschiedene Mikrohabitate untersucht werden, mindestens jedoch der geschlossene Bestand und Waldlücken (Froidevaux et al. 2014, Law et al. 2015). Wiederholte Erfassungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit seltene Arten zu erfassen (Skalak et al. 2012).

Der Abstand zwischen zwei Geräten sollte mindestens 500 m betragen.

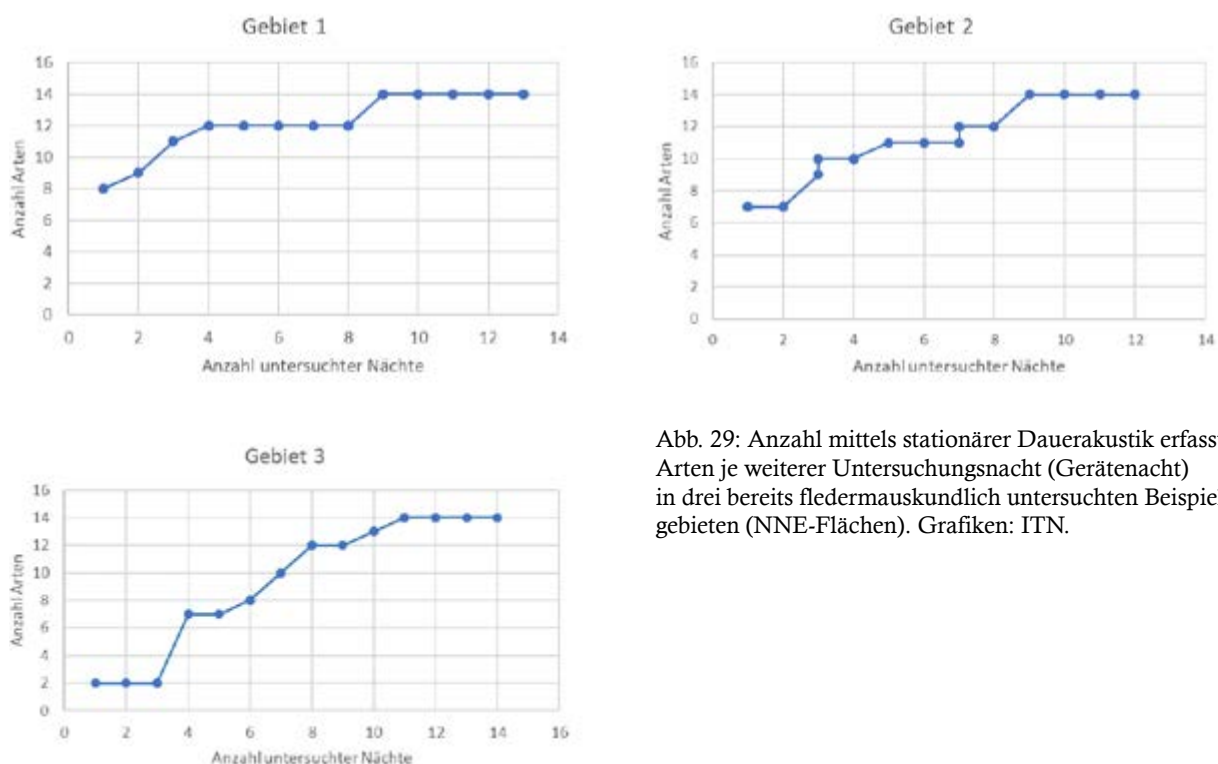


Abb. 29: Anzahl mittels stationärer Dauerakustik erfasster Arten je weiterer Untersuchungsnacht (Gerätenacht) in drei bereits fledermauskundlich untersuchten Beispielgebieten (NNE-Flächen). Grafiken: ITN.

In den vergangenen Jahren fanden bereits Fledermausuntersuchungen auf einigen wenigen NNE-Flächen statt. Dort wurde die Methode der akustischen Erfassung mittels stationärer Daueraustik eingesetzt. In den in Abb. 29 zusammengefassten Grafiken ist zu erkennen, dass die Anzahl der Nächte, die benötigt wird um eine Sättigung der Artnachweise zu erreichen bei neun bzw. elf lag. Als Untersuchungsnacht gilt jede Nacht pro Gerät (= Gerätenacht). Carr et al. (2023) stellten in einer Untersuchung fest, dass an 14 Standorten mit zeitgleicher stationärer Dauererfassung nach bereits vier Nächten (= 56 Gerätenächte) 95 % Detektionswahrscheinlichkeit von Waldfledermausarten (Median) erfasst wurden. Sie schlussfolgerten, dass fünf Gerätenächte pro Standort im Wald ausreichen, um alle Arten festzustellen (an 14 parallel beprobten Standorten). Für eine Erfassung der Fledermausartengemeinschaft durch Detektion der Ultraschallrufe ist also das Verhältnis der Anzahl gleichzeitig einsetzbarer Geräte und Gerätenächte

entscheidend. Die in den vorliegend beschriebenen Modulen eingesetzte Anzahl an Gerätenächten orientiert sich an einer geringen Anzahl an parallel einsetzbaren Geräten (1–3 Geräte). Dafür stehen die Geräte zeitversetzt an verschiedenen Standorten, was ebenso zum Erreichen einer Sättigung der Artnachweise führt.

Im NNE-Monitoring sollten als automatische Erfassungsgeräte solche mit aktuellster Technik und zugehöriger Analysesoftware verwendet werden. Um einen Vergleich zwischen den NNE-Flächen zu ermöglichen, sollte ein einheitlicher Gerätetypus verwendet werden. Bewährt haben sich die Batcorder der Firma ecoObs aus Nürnberg. Die Geräte ermöglichen eine Echtzeitaufnahme, bieten eine hohe Empfindlichkeit und gute Qualität der Aufnahmen. Die Abtastrate (sample rate) liegt bei über 350 kHz. Um die Aufnahme von Störgeräuschen zu verhindern, ist eine Mindestfrequenz von 16 kHz, ab der eine Aufnahme startet, eingestellt.



Abb. 30: Beispiele für Standorte der Aufnahmegeräte im Wald. Obere Reihe im Bestand. Untere Reihe in Bestandslücken mit offenem Kronendach. Fotos: ITN.

Alle Aufnahmen werden einem Datum und einer korrekten Zeit zugeordnet. Die gleichen Geräte sollten mit den gleichen Einstellungen auch bei der Wiederholung verwendet werden.

Die Standorte werden so gewählt, dass alle charakteristischen Biotoptypen der NNE-Fläche berücksichtigt werden. In walddreichen NNE-Flächen sollten sowohl Standorte im Bestand als auch in Waldlücken (Lichtungen, Wege – offenes Kronendach!) ausgewählt werden. Im Offenland sollten strukturnahe Standorte gewählt werden, z. B. an Hecken, Bauminseln, Ufergehölzen, Baumreihen.

Grundsätzlich sollte um das Aufnahmegerät im Umkreis von zwei Metern möglichst keine höhere Vegetation sein. Im Waldbestand heißt dies, das vegetationsarme Stellen, ohne Dichtung aufgesucht werden sollten (Abb. 30). Im strukturierten Offenland sollte das Aufnahmegerät strukturnah gestellt werden, jedoch z. B. nicht direkt in ein Gebüsch hinein. Der Bereich vor und seitlich vom Mikrofon sollte frei von hoher Vegetation sein.

Die Erfassungen erfolgen immer über die gesamte Nacht und beginnen eine Stunde vor Sonnenuntergang und enden eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang. Die akustischen Erfassungen sollten bei trockener, windarmer und warmer Witterung erfolgen. Ggf. sollten die Aufnahmenächte wiederholt werden.

Rastererfassung

Soll eine Habitatbindung anhand akustischer Erfassungen ermittelt werden, wird diese als Rastererfassung durchgeführt. Dabei wird ein Raster mit einer Kantenlänge von 500 x 500 m erstellt und über die NNE-Fläche gelegt (Abb. 31). So entstehen pro Untersuchungsgebiet jeweils eine unterschiedliche Anzahl Rasterflächen. Methodisch bedingt enthalten häufig nicht alle Rasterflächen Anteile des Untersuchungsgebiets. Von vornherein ausgeschlossen werden Flächen auf denen aus fachlichen oder technischen Gesichtspunkten kein akustisches Erfassungsgerät platziert werden kann oder soll (z. B. Wasserflächen, Straßen oder Flächen, in denen kein Anteil der NNE-Fläche liegt). Anhand der Erfahrungen bereits erfolgter Beprobungen ein-

zelter NNE-Flächen sowie der Größenvarianz der NNE-Flächen (siehe Kap. 2) wird empfohlen, je nach Größe der NNE-Fläche minimal 5 und maximal 20 % der Raster zu beproben, sodass mindestens in zwölf Rastern eine Erfassung erfolgt. Dabei sollten die charakteristischen Lebensräume einer NNE-Fläche mit mindestens jeweils drei Standorten berücksichtigt werden. Ausgehend vom Mittelpunkt des Rasters wird das Aufnahmegerät in maximal 100 m Entfernung platziert (Ausnahmen sind möglich).

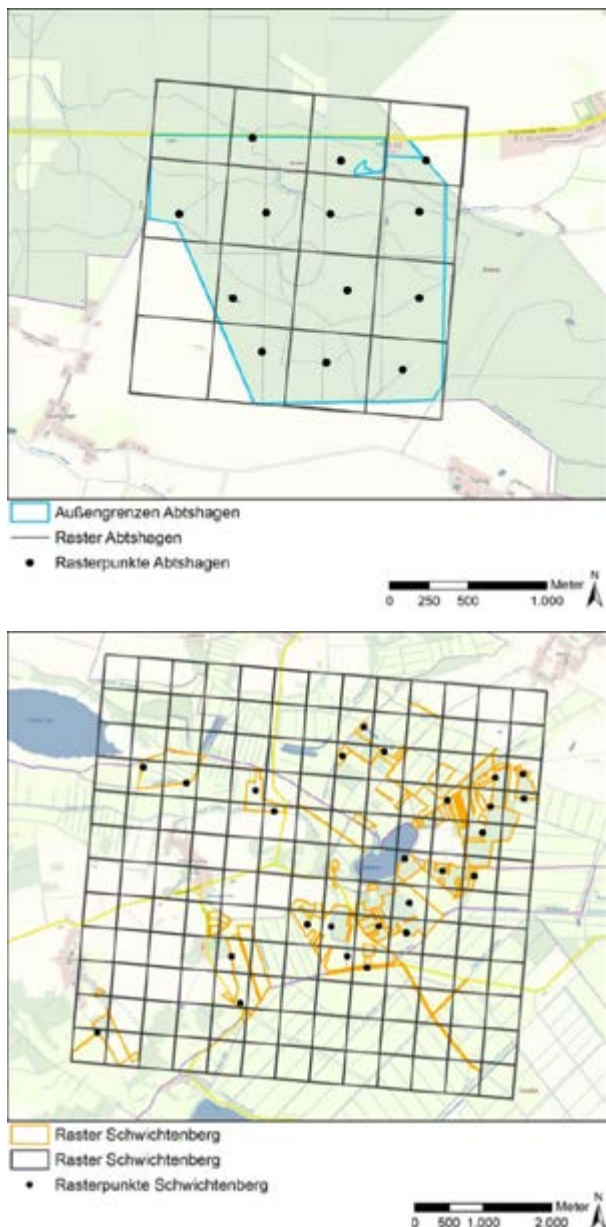


Abb. 31: Beispiele einer Rastererfassung in zwei unterschiedlichen Flächen. Links: orchideenreicher Laubmischwald Abtshagen – 267 ha. Rechts: Niedermoor mit kleinen Laubwäldern und großen Seen – 475 ha. Grafiken: ITN.

Für die Ermittlung der Habitatbindung werden aktuelle Daten zu den Flächenausprägungen einer Biotop- und Lebensraumtypenkartierung benötigt. Die Flächenanteile der ermittelten Biotope/Lebensräume um die Standorte der Aufnahmegeräte werden in Radien von 50, 200 und 500 m berechnet. Die Entfernung zum nächsten großen Fließ- oder Standgewässer von jedem Standort wird ermittelt. Liegen weitere Lebensraum beschreibende Daten vor, z. B. aus der Forsteinrichtung oder aus dem NNE-Waldmonitoring, können diese in gleicher Weise verwendet werden. Anschließend erfolgen Modellberechnungen mit der Aktivität als abhängige Variable. Die Daten müssen vorher entsprechend ihrer Gültigkeit überprüft und die Modelle evaluiert werden.

7.3.2 Auswertung

Die Auswertung der akustischen Erfassung ist, trotz umfangreicher technischer Hilfsmittel, mit Herausforderungen verbunden, die bei der Auswertung und Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen sind. Insgesamt besteht eine große inter- und intraspezifische Variabilität der Echoortungslaute (Abb. 32). Fledermäuse nutzen, in Abhängigkeit von der Flugsituation, unterschiedliche Formen der Echoortung (Fenton 1990, Neuweiler 1989, Schnitzler & Kalko 2001). Anhand ihrer spezifischen Echoortung und Morphologie können die mitteleuropäischen Fledermäuse in drei Gilden/Gruppen eingeteilt

werden: Man unterscheidet zwischen open-space foragers (OSF) = Offenraumjäger, edge space foragers (ESF) = Strukturrandjäger und narrow space foragers (NSF) = Waldspezialisten (vgl. Kap. 4, Abb. 2 und Müller et al. 2012). Bei der Ortung von Objekten im hindernisfreien Raum oder in weiter Entfernung werden z. B. niederfrequente, quasi-konstantfrequente Rufe ausgestoßen (OSF, Luftjäger im freien Raum). In einer Umgebung mit hoher struktureller Auflösung werden dagegen hochfrequente, frequenzmodulierte Rufe genutzt (NSF, Substratsammler in hindernisreicher Umgebung). Die edge space foragers (ESF) jagen im freien Luftraum mit Hindernissen im Hintergrund. Die überwiegend genutzte Echoortungsform kann allerdings in einem gewissen Rahmen, abhängig von der Flugsituation, individuell angepasst werden (Schnitzler & Kalko 1998). So nutzen Arten, die gewöhnlich im freien Luftraum jagen und niederfrequente Suchrufe nutzen, auf dem Weg durch den strukturreichen Wald dennoch kurzzeitig hochfrequente und frequenzmodulierte Rufe.

Hinzu kommen große Überlappungsbereiche der Rufparameter zwischen den einzelnen Arten (Vaughan et al. 1997, Russo & Jones 1999, Obrist et al. 2004). Arten einer Gattung nutzen gewöhnlich ähnliche Rufmuster und sind daher, je nach Flugsituation, nicht oder nur bei ausreichend langen Rufreihen voneinander zu unterscheiden.

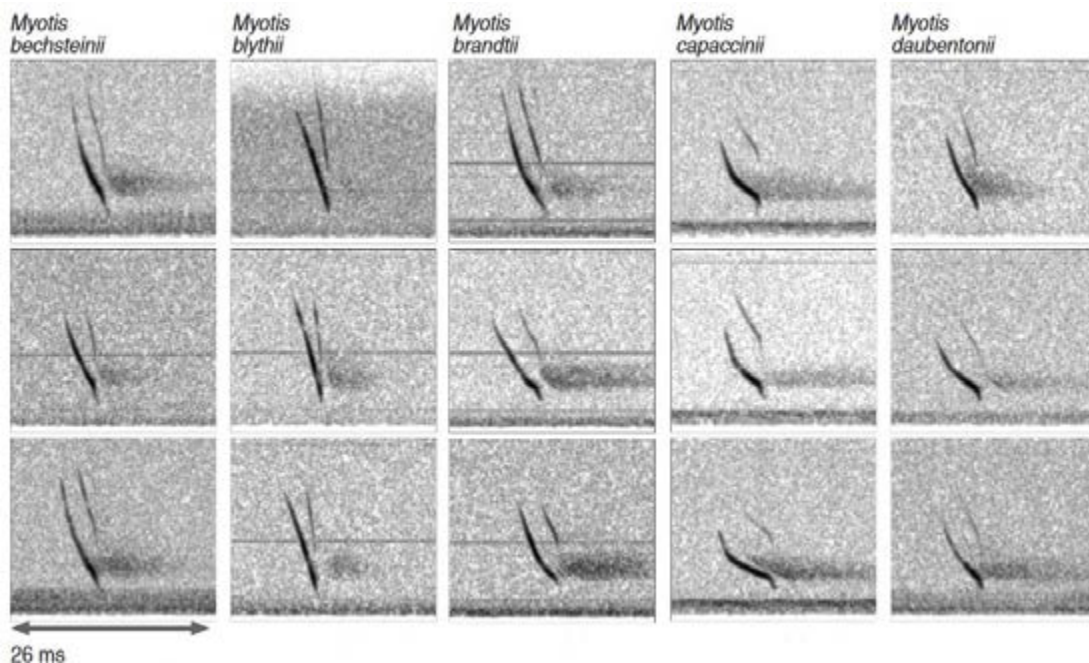


Abb. 32: Inter- (Zeile) und intraspezifische Rufvariabilität (Spalte) bei fünf Arten der Gattung *Myotis spec.*, aus Obrist et al. (2004).

Die Auswertungen der akustischen Aufnahmen sollten nur durch erfahrene Personen durchgeführt werden. Es eignen sich verschiedene Programme, die auch geräteunabhängig verwendet werden können. Die meisten Programme bieten mittlerweile eine automatische Auswertung an, die jedoch nicht unkritisch übernommen werden sollte. Erfahrungen zeigen, dass lediglich einige wenige Arten unter bestimmten Bedingungen sicher automatisch bestimmt werden (z. B. die Zwergfledermaus oder der Abendsegler bei sehr tiefen Frequenzen). Eine manuelle Nachbestimmung ist unablässig. Dafür sollten je nach Art und Rufsituation nur qualitativ gut bestimmbare Aufnahmen ausgewählt werden (LfU 2020). Durch die automatische Bestimmung werden oft Arten bestimmt, deren Verbreitungsgebiet das Untersuchungsgebiet nicht einschließt. Diese Arten sollten immer kontrolliert und deren Vorkommen kritisch hinterfragt werden.

Die Bestimmung erfolgt anhand von Sonagrammen der Aufnahmen, in denen verschiedene Rufparameter gemessen werden: Anfangsfrequenz, Endfrequenz, Ruflänge, Rufabstände, Hauptfrequenz, Rhythmus, Rufform. Die Bestimmung anhand dieser Parameter erfolgt nach LfU (2020). Zusätzlich können weiterhin die Werke von Ahlén (1990), Baratraud (2015), Dietz et al. (2007), Jones & van Parijs (1993), Hammer et al. (2009), Middleton et al. (2014), Miller & Degn (1981), Obrist et al. (2004), Obrist et al. (2011), Parsons & Jones (2000), Pfalzer (2002), Pfalzer & Kusch (2003), Russ (2012), Russ (2021), Russo & Jones (2002), Schaub & Jones Schnitzler (2007), Siemers & Schnitzler (2004), Skiba (2009), Vaughan et al. (1997b), Weid & von Helversen (1987) und Zingg (1990) hinzugezogen werden.

Eine Fledermaussequenz in einer Aufnahme entspricht einem Kontakt. Sind verschiedene Fledermaussequenzen in einer Aufnahme, so ergeben sich entsprechend mehrere Kontakte. Da Fledermausrufe nicht individualspezifisch unterschieden werden können, sagt die reine Anzahl der aufgenommenen Kontakte jedoch nur wenig über das Vorkommen der verschiedenen Arten aus. Eine Fledermaus kann, wenn sie permanent im Aufnahmebereich des Mikrofons fliegt, in kürzester Zeit mehrere hundert Aufnahmen auslösen. Zur Darstellung in Abbildungen und Tabellen wird daher die Einstel-

lung „Aktive Minuten“ gewählt. Diese bezeichnet eine Minute mit Aktivität einer bestimmten Fledermausart (im Sinne eines Präsenz-Absenz Nachweis pro Minute).

Rufe der Schwesternarten Brandt-/Bartfledermaus oder des Braunen und Grauen Langohrs sowie Rauhaut- und Weißrandfledermaus lassen sich anhand ihrer Rufparameter nicht differenzieren. Des Weiteren gibt es starke Ähnlichkeiten innerhalb von Gattungen und ökologischen Gilden. Die Bildung von Lauttypen/Rufgruppen mit ähnlichen Rufmerkmalen ist daher sinnvoll, wenn eine Bestimmung bis auf die Art nicht möglich ist (Tab. 12). Einige Arten, wie z. B. die Teichfledermaus, lassen sich nur in bestimmten Rufsituationen gut bestimmen (bei der Teichfledermaus Rufreihe mit „Wachtelrufen“).

7.4 Netzfang

Die Netzfänge sollten vorwiegend in alten, naturnahen, mehrschichtigen Waldbeständen oder im reich strukturierten Offenland durchgeführt werden. Die Auswahl der Netzfangstandorte erfolgt nach Kriterien der potenziell günstigsten Habitateignung (Alter, Schichtung und Kronenschluss der Waldfläche), auf Basis der akustischen Voruntersuchungen sowie der Datenrecherche. Der Aufbau der Netze erfolgt in verschiedenen Formationen innerhalb der Waldbestände. Netzfänge im strukturierten Offenland können z. B. in Streuobstwiesen oder entlang von Baumreihen oder Ufergehölzen stattfinden. Eine Fangnacht dauert von Sonnenuntergang bis in den frühen Morgen. Jeder Netzfangstandort muss durchgehend von zwei mit der Methode vertrauten Personen betreut werden.

Folgende Netze sind für den Netzfang geeignet:

- Japannetze (z. B. Firma Ecotone), schwarzes Nylon, Stärke: 70 Denier, Maschenweite: 16 mm
- Puppenhaarnetze (z. B. Firma Solida Safety Line GmbH), extrafeine, weißes Nylon, Stärke: 20 Denier, Maschenweite: 10 mm

Pro Netzfangstandort sollte ca. 90 Meter Netzfläche gestellt werden (verteilt auf verschiedene Teilstandorte: im Bestand, über Wegen mit Hochnetzen, über oder an Gewässern). Je nach Untersuchungspunkt sollte sowohl mit Bestandsnetzen als auch mit Hoch-

Tab. 12: Übersicht der 25 in Deutschland heimischen Arten sowie deren Zugehörigkeit zu einer ökologischen Gilde (vgl. Kap. 4, Abb. 2; Dietz & Kiefer, 2014, Müller et al., 2012), Zuordnung zu einer Gruppe oder Lauttypen sowie akustische Bestimmbarkeit. NSF – narrow space forager, ESF – edge space forager, OSF – open space forager. * gilt als ausgestorben.

Art	Ökologische Gilde	Mögliche Lauttypen	Akustische Bestimmbarkeit
Barbastella barbastellus	ESF	Myotis	sehr gut
Eptesicus nilsonii	OSF	Nyctaloid	schwierig
Eptesicus serotinus	OSF	Nyctaloid	mittelgut
Hypsugo savii	OSF	Pipistrellus	schwierig
Miniopterus schreibersii*	ESF	-	-
Myotis alcathoe	NSF	Myotis	gut
Myotis bechsteinii	NSF	Myotis / Myotis klein	schwierig
Myotis brandtii	ESF	Myotis / Myotis klein	schwierig
Myotis dasycneme	ESF	Myotis	schwierig bis gut
Myotis daubentonii	ESF	Myotis / Myotis klein	mittelgut
Myotis emarginatus	ESF	Myotis	mittelgut
Myotis myotis	NSF	Myotis	mittelgut
Myotis mystacinus	ESF	Myotis / Myotis klein	schwierig
Myotis nattereri	NSF	Myotis / Myotis klein	mittelgut
Nyctalus leisleri	OSF	Nyctaloid	schwierig
Nyctalus noctula	OSF	Nyctaloid	schwierig bis gut
Pipistrellus kuhlii	ESF	Pipistrellus / Pipistrellus tief	schwierig
Pipistrellus nathusii	OSF	Pipistrellus / Pipistrellus tief	schwierig
Pipistrellus pipistrellus	ESF	Pipistrellus / Pipistrellus tief / Pipistrellus hoch	sehr gut
Pipistrellus pygmaeus	ESF	Pipistrellus / Pipistrellus hoch	sehr gut
Plecotus auritus	NSF	Myotis	schwierig
Plecotus austriacus	NSF	Myotis	schwierig
Rhinolophus ferrumequinum	NSF	Rhinolophus	sehr gut
Rhinolophus hipposideros	NSF	Rhinolophus	sehr gut
Vespertilio murinus	OSF	Nyctaloid	schwierig

netzen über den Waldweg gearbeitet werden. Die Beprobung erfolgt während der Graviditäts-, Laktations- und Postlaktationsphase der Tiere.

Für gefangene Tiere werden folgende Parameter protokolliert:

- Artzugehörigkeit
- Geschlecht
- Reproduktionsstatus
- Alter (adult/juvenil)
- Unterarmlänge

Um die doppelte Registrierung im Verlauf einer Fangnacht auszuschließen, sollte eine farbige Markierung der Fußzehenkrallen vorgenommen werden.

7.5 Telemetrie

7.5.1 Zur Quartierermittlung

Um mögliche Fledermaus-Wochenstubenquartiere auf der jeweiligen NNE-Fläche zu ermitteln und Bestandsgrößen festzustellen (vertiefende Erfassung), werden durch Netzfang erhaltene weibliche Tiere besendert und anschließend telemetriert. Besendert werden Arten, die eine Waldbindung bezüglich der Wochenstuben aufweisen (Dietz & Krannich 2019), d. h. ausschließlich bzw. meist in Baumhöhlen ihre Wochenstuben bilden (siehe auch Kap. 4, Tab. 1).

Bevorzugt werden reproduzierende Weibchen ausgewählt. Je nach Art, Entwicklungszustand und Zeit können auch juvenile Tiere besendert werden. Die Weibchen finden sich erst in den Wochenstuben zusammen, wenn sie hochträchtig sind. Dies findet artspezifisch zu verschiedenen Zeiten statt. Nach flügge werden der Jungtiere lösen sich die Wochenstubenkolonien je nach Art zeitlich unterschiedlich auf. Das heißt, die Antreffwahrscheinlichkeit der Tiere in den Wochenstuben ist zeitlich artspezifisch unterschiedlich. Dies sollte bei der Besenderung beachtet werden.

Für die Telemetrie werden Minisender verwendet und mit medizinischem Hautkleber ins Rückenfell geklebt. Das Sendergewicht darf maximal 5 % der Körpermasse der besenderten Tiere betragen, um keine gravierende Belastung für die Fledermaus

darzustellen (Aldridge & Brigham 1988). Tab. 13 zeigt geeignete Sendertypen für verschiedene Fledermausarten.

Tab. 13: Geeignete Sendertypen (Auswahl) für verschiedene Fledermausarten.

Fledermausart, durchschnittliches Gewicht	Sender, Gewicht
Kleine Fledermausarten, < 5 g z. B. Zwergfledermaus, Mückenfledermaus, Nymphenfledermaus, Bartfledermaus	Plecotus Solutions (Dessau): Typ V5 (0,27 g)
Mittlere Fledermausarten, ca. 10 g z. B. Bechsteinfledermaus, Wasserfledermaus, Kleinabendsegler	Plecotus Solutions (Dessau): Typ V3 (0,37 g)
Große Fledermausarten, > 20 g z. B. Großes Mausohr, Abendsegler	Plecotus Solutions (Dessau): Typ V2 200 mikrowatt, 60 Tage live-time 0,80 g Typ V3 400 mikrowatt, 10 Tage live-time 0,37 g

Mit entsprechenden Empfangsgeräten (z. B. Yaesu-Empfänger der Firma Wagener (Köln) und 2-Element Yagi Antennen HB9CV) können die von den aktivierten Sendern abgegebenen Signale über Distanzen von bis zu ca. 2.000 m von den Beobachtenden geortet werden.

Die Ermittlung der vom Sendertier tagsüber besetzten Quartieren erfolgt ähnlich dem „Homing-in on the animal“ (Mech 1986, White & Garrott 1990). Dabei wird der genaue Aufenthaltsort der besenderten Fledermaus bestimmt. Dies erfolgt indem zunächst der Richtung gefolgt wird, in die das Empfangsgerät mit stärkstem Ton- sowie Displaysignal weist. Nach Annäherung an das Sendertier und damit einhergehender kontinuierlicher Zunahme der Signalstärke kann die Genauigkeit der Peilung durch allmähliche Abschwächung des geräteinternen Vorverstärkers erhöht werden. Befindet sich das Sendertier schließlich nur noch in sehr geringem Abstand zum Empfänger, kann die Exaktheit

der Signalwahrnehmung mittels eines Attenuators gesteigert werden.

Nach erfolgreicher Lokalisation des Quartiers erfolgt am gleichen Abend eine Ausflugszählung. Dabei wird die Höhle von Beginn der Dämmerung, bei Bedarf mit Nachtsichtgerät (z. B. Vectronix BIG 25, Firma Leica) oder Wärmebildkamera (z. B. Nightlux JSA IR-450, Firma Guide) beobachtet und alle ausfliegenden Tiere werden gezählt. Ist die Ausflugszählung nicht erfolgreich, z. B. da das Ausflugsloch nicht gut beobachtbar ist, ist eine weitere Quartiersuche und Ausflugszählung am Folgetag zu leisten. Die Koloniegröße wird durch die höchste ermittelte Zahl bei einer Ausflugszählung bestimmt.

7.5.2 Raumnutzungstelemetrie

Je nach Ziel kann die Raumnutzungstelemetrie die Bedeutung einer NNE-Fläche als essentiellen Lebensraum für eine Fledermausart ermitteln. Handelt es sich um eine hoch spezialisierte Art, kann sie als Indikator für andere Arten dienen. Als Indikator für naturnahe, alte Wälder mit Urwaldcharakter gelten die Bechsteinfledermaus, Mopsfledermaus und Nymphenfledermaus.

Zur Ermittlung von Flugrouten, Aktionsräumen und Kernjagdgebieten werden ausgewählte Tiere mit einem Minisender ausgestattet (siehe Kap. 8.4.1) und über die gesamte Nacht vom Ausflug aus den Wochenstubenquartieren nach Sonnenuntergang bis zum Einflug am nächsten Morgen telemetriert. Zwei Beobachtende verfolgen jeweils ein Tier, idealerweise mit dem PKW. Für die notwendige Koordination ihrer Peilstandorte stehen sie über Funkgeräte miteinander in Kontakt. Die Ermittlung der Aufenthaltsorte der Tiere erfolgt durch zeitgleiche Kreuzpeilung. Hierbei ermitteln zwei Beobachtende zeitgleich die Himmelsrichtung, aus der das Signal des Sendertiers am stärksten zu empfangen ist. Ist die genaue Position der beiden Beobachtenden bekannt und werden die Peilrichtungen als Linie dargestellt, wird an deren Schnittpunkt die aktuelle Position des Sendertiers verortet (Mech 1986). Für eine genaue Bestimmung der Position sollte der Winkel zwischen den beiden Linien möglichst nahe eines rechten Winkels sein (White & Garrott 1990). Die Geländepositionen, an denen sich die

jeweiligen Personen zum Zeitpunkt der Peilung befinden, wird mit einem GPS-Gerät (z. B. GARMIN GPS 64, Global Positioning System) ermittelt. Die Gradzahl der Peilrichtung wird an einem Kompass (z. B. RECTA DP2) abgelesen. Die Peilungen im Nahrungsraum werden im 5-Minuten-Rhythmus durchgeführt und protokolliert, für die Flugrountenerfassung werden kürzere Abstände (≤ 2 min) gewählt. Die Telemetrie eines besenderten Tieres erfolgt über zwei bis drei Telemetrienächte, um mindestens 120 verwendbare Peilpunkte pro Tier zu erhalten. Idealerweise werden pro Kolonie sechs bis acht Weibchen telemetriert.

Grundlage der nachfolgenden Auswertungen sind die bei der Telemetrie ermittelten Aufenthaltsorte der Sendertiere. Die bei der Telemetrie gewonnenen Raumnutzungsdaten werden zu Aufenthaltspunkten berechnet (Triangulation z. B. mit Batmapviewer). Jeder Schnittpunkt der Lokalisationen wird mit den Angaben zur Signalstärke und zur Peilsituation (z. B. Gebäude, Relief, Wetter) abgeglichen. Die für eine Lokalisation notierte Signalstärke muss zur Entfernung zwischen der Position des Beobachtenden und dem berechneten Schnittpunkt passen. Volle Signalstärke schließt beispielsweise aus, dass sich der Aufenthaltsort der Fledermaus in mehreren hundert Metern Entfernung zum Beobachtenden befindet.

Der Aktionsraum ist das Gebiet mit einer definierten Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Tieres innerhalb einer bestimmten Zeitspanne (Kernohan et al. 2001). Nach Kenward et al. (2001) kann ein so definierter Aktionsraum voneinander abgrenzbare Gebiete intensiver Nutzung und geringer Nutzung einschließen. Die Gebiete intensiver Nutzung werden als „core areas“ bezeichnet (Samuel et al. 1985). Die Größe der Aktionsräume kann als Minimum Convex Polygon (MCP) oder als LoCoH, eine nicht-parametrische Methode zur Berechnung konvexer Hüllen, berechnet werden. Die Fläche, innerhalb der sich ein Tier mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % (50 % LoCoH, Local Convex Hull) aufhält (Weinbeer & Kalko 2004, Meyer et al. 2005), wird als „Kernjagdgebiet“ bezeichnet. Die Fläche mit einer Aufenthaltswahrscheinlichkeit von 95 % (95 % LoCoH) ist der „Nahrungssuchraum“.

7.6 Beispielkalkulationen für den Zeitaufwand der Module

Basismodul 1

Tab. 14: Beispiele für den Zeitaufwand des Basismoduls 1 für eine NNE-Fläche < 300 ha und eine NNE-Fläche > 300 ha.

	Arbeitsschritte	NNE-Fläche ~ 270 ha	NNE-Fläche ~ 2.300 ha
Akustische Erfassung		8 Standorte à 3 Nächte	12 Standorte à 3 Nächte
	1. Standortauswahl & Einweisung	2 h + 8 h	2 h + 8 h
	2. Aus-/Einbringen Geräte	1 h pro Gerät -> 8 h	1 h pro Gerät -> 12 h
	3. Rufanalyse	3 x 8 = 24 Gerätenächte, 1,5 h pro Gerät und Nacht -> 36 h	12 x 3 = 36 Gerätenächte, 1,5 h pro Gerät und Nacht -> 54 h
	4. Bericht	40 h	40 h
	Summe	94 h	116 h

Basismodul 2

Tab. 15: Beispiele für den Zeitaufwand des Basismoduls 2 für eine NNE-Fläche < 300 ha und eine NNE-Fläche > 300 ha.

	Arbeitsschritte	NNE-Fläche ~ 270 ha	NNE-Fläche ~ 2.300 ha
Akustische Erfassung		8 Standorte à 3 Nächte	12 Standorte à 3 Nächte
	1. Standortauswahl & Einweisung	2 h + 8 h	2 h + 8 h
	2. Aus-/Einbringen Geräte	1 h pro Gerät -> 8 h	1 h pro Gerät -> 12 h
	3. Rufanalyse	3 x 8 = 24 Gerätenächte, 1,5 h pro Gerät und Nacht -> 36 h	12 x 3 = 36 Gerätenächte, 1,5 h pro Gerät und Nacht -> 54 h
Netzfang	4. Netzfang	4 ganznächtl. Netzfänge mit zwei Personen (16 h) = 64 h	bis 1.000 ha 6 Netzfänge + je 2 Netzfänge pro 500 ha = 9 ganznächtl. Netzfänge = 144 h
	5. Bericht	40 h	40 h
	Summe	158 h	260 h

Vertiefungsmodul 1

Tab. 16: Beispiele für den Zeitaufwand des Vertiefungsmoduls 1 für eine NNE-Fläche < 300ha und eine NNE-Fläche > 300ha.

	Arbeitsschritte	NNE-Fläche ~ 270 ha	NNE-Fläche ~ 2300 ha
Akustische Erfassung		8 Standorte à 3 Nächte	12 Standorte à 3 Nächte
	1. Standortauswahl & Einweisung	2 h + 8 h	2 h + 8 h
	2. Aus-/Einbringen Geräte	1 h pro Gerät -> 8 h	1 h pro Gerät -> 12 h
	3. Rufanalyse	3 x 8 = 24 Gerätenächte, 1,5 h pro Gerät und Nacht -> 36 h	12 x 3 = 36 Gerätenächte, 1,5 h pro Gerät und Nacht -> 54 h
Netzfang	4. Netzfang	4 ganznächtliche Netzfänge mit zwei Personen (16 h) = 64 h	bis 1.000 ha 6 Netzfänge + je 2 Netzfänge pro 500 ha = 9 ganznächtliche Netzfänge = 144 h
Telemetrie	*5. Telemetrie zur Quartiersuche, Koloniegröße	15 h je Sendertier, Annahme 2 Tiere: 30 h	15 h je Sendertier, Annahme 5 Tiere: 75 h
	6. Bericht	48 h	56 h
	Summe	196 h	351 h

* Beispiel! Können auch weniger oder mehr Tiere und entsprechend Stunden sein, je nach Fangenerfolg und Erfolg bei der Quartiersuche und Ausflugszählung. Aufgrund des Quartiernutzungsverhalten (z. B. zwei Tiere einer Kolonie sitzen in einem Quartierbaum oder in zwei verschiedenen Quartierbäumen) können sich auch Synergien ergeben.

Vertiefungsmodul 2

Tab. 17: Beispiele für den Zeitaufwand des Vertiefungsmoduls 2 für zwei NNE-Flächen > 300 ha.

	Arbeitsschritte	NNE-Fläche ~ 2.300 ha	NNE-Fläche ~ 3.400 ha
Akustische Erfassung		pro Rasterfläche 3 Nächte 500 x 500 m Raster > 169 Raster- flächen, davon 59 geeignet 20 % = mind. 12 Rasterflächen	pro Rasterfläche 3 Nächte 500 x 500 m Raster > 207 Raster- flächen, davon 139 geeignet 15 % = 20 Rasterflächen
	1. Standortauswahl & Einweisung	2 h + 8 h	2 h + 8 h
	2. Aus-/Einbringen Geräte	1 h pro Gerät -> 8 h	1 h pro Gerät -> 12 h
	3. Rufanalyse	12 Rasterflächen mit 3 Nächten (36); 1,5 h pro Gerätenacht -> 54 h	20 Rasterflächen mit 3 Nächten (60); 1,5 h pro Gerätenacht -> 90 h
	4. Statistische Auswertung	40 h	40 h
	5. Bericht	40 h	40 h
	Summe	152 h	192 h

Vertiefungsmodul 3

Tab. 18: Beispiel für den Zeitaufwand des Vertiefungsmoduls 3 für eine Indikatorart (z. B. Mopsfledermaus) (zusätzlichen Berichtsaufwand bedenken).

Methode*	NNE-Fläche ~ 2300 ha
	6 Mopsfledermäuse
Raumnutzungs-telemetry	je Tier 2 Personen à 3 Nächte > 48 h + 7 h Datenaufbereitung 6 x 55 h = 330 h

* wird das Vertiefungsmodul 3 erst nach dem Basismodul 2 durchgeführt kommt noch der Zeitaufwand für die Netzfänge dazu (vgl. Tab. 15).

7.7 Protokollbögen – Beispiele

- Batcorder
- Netzfang: Fangbogen, Zusatz Fangbogen
- Quartierbogen: Sommerquartier und Ausflugszählung Baum & Gebäude
- Kastenkontrolle

8 Literatur

- Ahlén, I. (1990): Identification of Bats in Flight. Swedish Society for Conservation of Nature and The Swedish Youth Association for Environmental Studies and Conservation, Stockholm, 50 pp.
- Alder, D.C., Poore, A., Norrey, J., Newson, S.E. & Marsden, S.J. (2021): Irregular silviculture positively influences multiple bat species in a lowland temperate broadleaf woodland. *Forest Ecology and Management*, 483, 1–12.
- Aldridge, H.D.J.N. & Brigham, R.M. (1988): Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% “rule” of radio-telemetry. *Journal of Mammalogy*, 69, 379–382.
- Baratraud, M. (2015): Acoustic Ecology of European Bats. Coédition Biotope, Paris, 348 pp.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007, 4th edn. Berlin, 179 pp.
- Brigham, R.M., Grindal, S.D., Firman, M.C. & Morissette, J.L. (1997): The influence of structural clutter on activity patterns of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 75, 131–136.
- Carr, A., Weatherall, A. & Jones, G. (2020): The effects of thinning management on bats and their insect prey in temperate broadleaved woodland. *Forest Ecology and Management*, 457, 1–10.
- Carr, A., Weatherall, A., Zeale, M.R.K., Rachwald, A. & Jones, G. (2023): A method for rapid assessment of bat richness using woodland structure characteristics. *Forest Ecology and Management*, 529, 120680.
- Cistrone, L., Altea, T., Matteucci, G., Posillico, M., De Cinti, B. & Russo, D. (2015): The effect of thinning on bat activity in Italian high forests: the LIFE+“ ManFor C. BD.” experience. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 26.
- Dietz, C. & Kiefer, A. (2014): Die Fledermäuse Europas: Kennen, Bestimmen, Schützen, Kosmos-Naturführer. Franck-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, 394 pp.
- Dietz, C., von Helversen, O. & Nill, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Kosmos Verlag, Stuttgart, 399 pp.
- Dietz, M. & Kalko, E.K.V. (2007): Reproduction affects flight activity in female and male Daubenton’s bats, *Myotis daubentonii*. *Canadian Journal of Zoology*, 85, 653–664.
- Dietz, M. & Krannich, A. (2019): Die Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* – eine Leitart für den Waldnaturschutz. Handbuch für die Praxis. <https://www.bechsteinfledermaus.eu>, 188 pp.
- Dietz, M. & Simon, M. (2005): Fledermäuse (Chiroptera). In: Bundesamt für Naturschutz – BfN (ed), Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bonn, pp. 318–372.
- Fenton, M.B. (1990): The foraging behaviour and ecology of animal-eating bats. *Canadian Journal of Zoology*, 68, 411–422.
- Fleming, T.H. & Eby, P. (2003): Ecology of Bat Migration. In: Kunz, T.H. & Fenton, M.B. (eds), *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 156–208.
- Froidevaux, J.S.P., Zellweger, F., Bollmann, K. & Obrist, M.K. (2014): Optimizing passive acoustic sampling of bats in forests. *Ecology and Evolution*, 4, 4690–4700.
- Fuentes-Montemayor, E., Goulson, D., Cavin, L., Wallace, J.M. & Park, K.J. (2013): Fragmented woodlands in agricultural landscapes: The influence of woodland character and landscape context

- on bats and their insect prey. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 172, 6–15.
- Furmankiewicz, J. & Altringham, J. (2007): Genetic structure in a swarming brown long-eared bat (*Plecotus auritus*) population: evidence for mating at swarming sites. *Conservation Genetics*, 8, 913–923.
- Gorresen, P.M., Miles, A.C., Todd, C.M., Bonaccorso, F.J. & Weller, T.J. (2008): Assessing bat detectability and occupancy with multiple automated echolocation detectors. *Journal of Mammalogy*, 89, 11–17.
- Hammer, M., Zahn, A. & Marckmann, U. (2009): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen.
- Jones, G. & van Parijs, S.M. (1993): Bimodal echolocation in pipistrelle bats: are cryptic species present? *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)*, 251, 119–125.
- Kenward, R.E. (2001): *A Manual for Wildlife Tagging*. Academic Press, London, 311 pp.
- Kernohan, B.J., Gitzen, R.A. & Millsaugh, J.J. (2001): Analysis of Animal Space Use and Movements. In: Marzluff, M. a. (ed), *Radiotelemetry and Animal Populations*. Academic Press, pp. 125–166.
- Kretzschmar, F. (1997): Zum Schwärmverhalten von Fledermäusen vor Höhlen und Stollen im Regierungsbezirk Freiburg. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, N.F., 16, 631–637.
- Kugelschafter, K., Dieterich, H., Döpner, R., Gloza-Rausch, F., Harrje, C., Krumlinde, H., Schwarting, H. & Wagner, H.-J. (2013): Vergleichende Untersuchung zum winterlichen Einwanderungsverhalten des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in verschiedenen Kastenrevieren in Hessen und Schleswig-Holstein. Rostock.
- Kunz, T.H. & Parsons, S. (2009): *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, 2nd edn. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland pp.
- Law, B., Gonsalves, L., Tap, P., Penman, T. & Chidel, M. (2015): Optimizing ultrasonic sampling effort for monitoring forest bats: Optimising monitoring effort for bats. *Austral Ecology*, 40, 886–897.
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2020): *Bestimmung von Fledermausrufaufnahmen und Kriterien für die Wertung von akustischen Artnachweisen – Teil 1*. Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 86 pp.
- Lintott, P.R., Fuentes-Montemayor, E., Goulson, D. & Park, K.J. (2014): Testing the effectiveness of surveying techniques in determining bat community composition within woodland. *Wildlife Research*, 40, 675–684.
- Mech, L.D. (1986): *Handbook of Animal Radio-Tracking*. University of Minnesota Press, Minneapolis, 105 pp.
- Meyer, C., Weinbeer, M. & Kalko, E.K.V. (2005): Home-range size and spacing patterns of *Macrophyllum macrophyllum* (Phyllostomidae) foraging over water. *Journal of Mammalogy*, 86, 587–598.
- Meyer, C.F.J., Aguiar, L.M.S., Aguirre, L.F., Baumgarten, J., Clarke, F.M., Cosson, J.-F., Villegas, S.E., Fahr, J., Faria, D., Furey, N., Henry, M., Hodgkison, R., Jenkins, R.K.B., Jung, K.G., Kingston, T., Kunz, T.H., Cristina MacSwiney Gonzalez, M., Moya, I., Patterson, B.D., Pons, J.-M., Racey, P.A., Rex, K., Sampaio, E.M., Solari, S., Stoner, K.E., Voigt, C.C., von Staden, D., Weise, C.D. & Kalko, E.K.V. (2011): Accounting for detectability improves estimates of species richness in tropical bat surveys. *Journal of Applied Ecology*, 48, 777–787.
- Middleton, N., Froud, A. & French, K. (2014): *Social Calls of the Bats of Britain and Ireland*. Pelagic Publishing, Exeter, 176 pp.
- Miller, L. & Degen, H. (1981): The acoustic behavior of four species of vespertilionid bats studied in the field. *Journal of Comparative Physiology A*, 142, 67–74.

- Müller, J., Mehr, M., Bässler, C., Fenton, M.B., Hothorn, T., Pretzsch, H., Klemmt, H.-J. & Brandl, R. (2012): Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat. *Oecologia*, 169, 673–684.
- Murray, K.L., Britzke, E.R., Hadley, B.M. & Robbins, L.W. (1999): Surveying bat communities: a comparison between mist nets and the Anabat II bat detector system. *Acta Chiropterologica*, 1, 105–112.
- Neuweiler, G. (1989): Foraging Behaviour and Audition in Echolocating Bats. *Tree*, 4, 160–167.
- Obrist, M.K., Boesch, R. & Flückiger, P.F. (2004): Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia*, 68, 307–322.
- Obrist, M.K., Flückiger, P.F. & Boesch, R. (2011): Bioakustische Erhebung von Fledermäusen in unterschiedlichen Lebensräumen der Schweiz – Computergestützte synergetische Arterkennung im Einsatz. Mit DVD BatEcho – Schweizer Fledermäuse: Echoortungslaute und Artinformation, Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Solothurn 41. 87 pp.
- Parsons, K.N., Jones, G., Davidson-Watts, I. & Greenaway, F. (2003): Swarming of bats at underground sites in Britain – implications for conservation. *Biological Conservation*, 111, 63–70.
- Parsons, S. & Jones, G. (2000): Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *Journal of Experimental Biology*, 203, 2641–2656.
- Pfalzer, G. (2002): Inter- und intraspezifische Variabilität der Sozilllaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae). *Mensch und Buch Verlag*, Berlin, 251 pp.
- Pfalzer, G. & Kusch, J. (2003): Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *Journal of Zoology London*, 261, 21–33.
- Piksa, K., Bogdanowicz, W. & Tereba, A. (2011): Swarming of Bats at Different Elevations in the Carpathian Mountains. *Acta Chiropterologica*, 13, 113–122.
- Runkel, V. & Gerding, G. (2016): Akustische Erfassung, Bestimmung und Bewertung von Fledermausaktivität.
- Russ, J. (2012): *British Bat Calls. A Guide to Species Identification*. Pelagic Publishing, Exeter, 192 pp.
- Russ, J. (2021): *Bat Calls of Britain and Europe A Guide to Species Identification*, 1st edn. Pelagic Publishing Ltd, Exeter, 432 pp.
- Russo, D. & Jones, G. (1999): The social calls of Kuhl's pipistrelles *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1819): structure and variation (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Zoology*, 249, 469–493.
- Russo, D. & Jones, G. (2002): Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology*, 258, 91–103.
- Russo, D., Salinas-Ramos, V.B., Cistrone, L., Smeraldo, S., Bosso, L. & Ancillotto, L. (2021): Do We Need to Use Bats as Bioindicators? *Biology*, 10, 693.
- Samuel, M.D., Pierce, D.J. & Garton, E.O. (1985): Identifying Areas of Concentrated Use within the Home Range. *Journal of Animal Ecology*, 54, 711–719.
- Schaub, A. & Schnitzler, H.U. (2007): Echolocation behavior of the bat *Vespertilio murinus* reveals the border between the habitat types “edge” and “open space.” *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61, 513–523.
- Schnitzler, H.U. & Kalko, E.K.V. (1998): How Echolocating Bats Search and Find Food. In: Kunz, T.H. & Racey, P.A. (eds), *Bat Biology and Conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, London, pp. 183–204.

- Schnitzler, H.U. & Kalko, E.K.V. (2001): Echolocation by insect eating bats. *BioScience*, 51, 557–569.
- Siemers, B.M. & Schnitzler, H.-U. (2004): Echolocation signals reflect niche differentiation in five sympatric congeneric bat species. *Nature*, 429, 657–661.
- Singer, D., Hondong, H. & Dietz, M. (2021): Habitat use of Bechstein's Bat (*Myotis bechsteinii*) and woodpeckers reveals the importance of old-growth features in European beech forests. *Forest Ecology and Management*, 498, 1–9.
- Skalak, S.L., Sherwin, R.E. & Brigham, R.M. (2012): Sampling period, size and duration influence measures of bat species richness from acoustic surveys: Effective acoustic monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 490–502.
- Skiba, R. (2009): Europäische Fledermäuse. Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung, 2. edn. VerlagsKG Wolf, Magdeburg, 220 pp.
- Vaughan, N., Jones, G. & Harris, S. (1997a): Identification of british bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters. *Bioacoustics*, 7, 189–207.
- Vaughan, N., Jones, G. & Harris, S. (1997b): Habitat Use by Bats (Chiroptera) Assessed by Means of a Broad-Band Acoustic Method. *Journal of Applied Ecology*, 34, 716–730.
- Waters, D.A. & Jones, G. (1995): Echolocation call structure and intensity in five species of insectivorous bats. *Journal of Experimental Biology*, 198, 475–489.
- Weid, R. & von Helversen, O. (1987): Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. *Myotis*, 25, 15–27.
- Weinbeer, M. & Kalko, E.K.V. (2004): Morphological Characteristics Predict Alternate Foraging Strategy and Microhabitat Selection in the Orange-Bellied Bat, *Lamproncycteris brachyotis*. *Journal of Mammalogy*, 85, 1116–1123.
- White, G.C. & Garrott, R.A. (1990): Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data. Academic Press, San Diego, 205 pp.
- Zahn, A. & Dippel, B. (1997): Male roosting habits and mating behaviour of *Myotis myotis*. *Journal of Zoology (London)*, 243, 659–674.
- Zingg, P.E. (1990): Akustische Artidentifikation von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) in der Schweiz. *Revue suisse de Zoologie*, 97, 263–294.



Handbuch Fledermausmonitoring auf Flächen des Nationalen Naturerbes und anderen Naturschutzflächen

Hrsg.: Naturstiftung David 2024

Autoren: Dr. Markus Dietz & Elena Krannich (Institut für Naturbildung und Tierökologie – ITN)

Redaktion: Jana Planek & Violetta Färber (Naturstiftung David)

Titelfoto: Naturstiftung David, Melanie Kleinod

Gestaltung: Stephan Arnold

Dieses Handbuch gibt die Auffassung und Meinung des Zuwendungsempfängers des Bundesprogramms Biologische Vielfalt wieder und muss nicht mit der Auffassung des Zuwendungsgebers übereinstimmen.

Das Verbundprojekt „Schutz und Förderung der Mopsfledermaus in Deutschland“ wird im Bundesprogramm „Biologische Vielfalt“ vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



Bundesamt für
Naturschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektpartner:



UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Bearbeitung durch:



