

# Akustisches Dauermonitoring von Fledermäusen im Nationalpark Kellerwald-Edersee

Markus Dietz, Elena Krannich & Axel Krannich

## Einleitung

Der Nationalpark Kellerwald-Edersee ist Hessens einziger Nationalpark. Er wurde 2004 zum Schutz einer der größten unzerschnittenen Buchenwaldflächen Hessens eingerichtet. Das vormalige Waldschutzgebiet „Gatter Edersee“ wies zum Zeitpunkt der Nationalparkausweisung mit einem überdurchschnittlich hohen Laubwaldanteil (75 %) und großflächigen Naturschutzgebieten ohne forstliche Nutzung günstige Voraussetzungen für die natürliche Entwicklung des Ökosystems Buchenwald auf. Neben dem Schutz der Artenvielfalt und der Dynamik von Buchenwaldökosystemen hat der Nationalpark die Aufgabe von Forschung und Inventarisierung sowie der Dokumentation der Veränderungen über die Zeit (Monitoring).

Die Fledermausforschung ist im Nationalpark Kellerwald-Edersee von Beginn an ein fester Bestandteil des Forschungskonzeptes. Bereits in den Jahren 2000 bis 2006 erfolgte eine systematische und arbeitsintensive Grundinventarisierung der vorkommenden Fledermausarten, ihrer artspezifischen Habitatbindung und ihrer Lebenszyklen. Mittels akustischer Erfassung, Netzfang, Telemetrie und Kontrollen von Bergwerksstollen konnten Sommer- und Winterquartiere sowie Nahrungsräume von insgesamt 15 Fledermausarten beschrieben werden (DIETZ & SIMON 2008).

Nach der Grundinventarisierung erfolgte nach Einrichtung des Nationalparks eine Fokussierung auf die Habitatbindung und die Dokumentation der Fledermausgemeinschaft in einem sich allmählich verändernden Wald. Durch die Frühjahrsstürme 2007 (Kyrill), großflächig geworfene Fichtenbestände und im Nachgang durch Käferfraß absterbende Fichtenwälder gewannen die Untersuchungen rasch an Dynamik. Um möglichst störungsfrei zu arbeiten und damit dem National-

parkgedanken gerecht zu werden, wurde ein nicht-invasives akustisches Monitoring etabliert. Mit automatischen akustischen Erfassungsgeräten (Batcorder, Fa. EcoObs) wurden von 2009 bis 2013 insgesamt 23 Standorte über den Zeitraum Frühling bis Herbst und die drei Reproduktionsphasen Gravidität, Laktation und Postlaktation untersucht. Auf diesem Wege gelang es, die Bedeutung der verschiedenen Waldstrukturhabitate für die Fledermausgemeinschaft des Nationalparks darzustellen. Drei weitere Fledermausarten konnten nachgewiesen werden, so dass aktuell 18 Fledermausarten für den Nationalpark dokumentiert sind (Tab. 1). Die technischen Möglichkeiten der stationären Batcorder-Erfassungssysteme erlauben mittlerweile eine Weiterentwicklung der akustischen Erfassung hin zu einem kontinuierlichen Monitoring der Fledermausaktivität über das gesamte Jahr hinweg. Im Detail sollen durch das nun erweiterte und inzwischen etablierte akustische Monitoring folgende Aspekte untersucht werden:

- Artendiversität im Nationalpark insgesamt sowie in unterschiedlichen Lebensräumen (z. B. Buchen- und Eichenwälder, Triescher, Windwurfflächen / abgängige Fichtenbestände)
  - Jahreszeitlich bedingte Veränderungen der Fledermausaktivität einschließlich der Wintermonate
  - Besiedlungsdynamik und Habitatbindung ausgewählter Fledermausarten
- Über die Langfristigkeit des Monitorings können entsprechend der Prozessschutzdynamik Veränderungen im Nationalpark festgestellt werden. Gleichzeitig ist der Nationalpark mit dem umfangreichen Fledermausmonitoring auch eine Referenzfläche für die Entwicklung der streng geschützten Artengruppe der europäischen Fledermäuse.

Der vorliegende Beitrag zeigt erste Ergebnisse des akustischen Fledermausmonitorings im Nationalpark am Beispiel eines

Fichtensturmwurfs (Bettelkopf), zweier Zielarten (Großes Mausohr, Mopsfledermaus) sowie einen Gesamtjahreszyklus der Fledermausaktivität.

## Untersuchungsgebiet und -standorte

Der in Nordhessen gelegene Nationalpark Kellerwald-Edersee erstreckte sich bislang südlich des Stausees Edersee über eine Fläche von 5738 ha. Im Jahr 2020 erfolgte eine Erweiterung um mehr als 2000 ha in die steilen Hänge nördlich des Edersees. Diese Erweiterungsflächen konnten für das akustische Fledermausmonitoring bislang noch nicht berücksichtigt werden.

Mit mehr als 75 % der Nationalparkfläche südlich des Edersees ist der Laubwaldanteil für Hessen überdurchschnittlich hoch. Dominierend sind ausgedehnte Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fagetum*), teilweise durchmischt mit Traubeneichen (*Quercus petraea*). Darüber hinaus gibt es bodensaure Eichen-Trockenwälder (*Luzulo-Quercetum*, *Galio-Carpinetum*), Pfingstnelken-Silikatfelsfluren (*Festucion pallentis*) und Blockhalden. Entlang der Bachläufe finden sich Erlen-Eschen-Wälder (*Stellario-Alnetum*) und teilweise ausgedehnte Wiesenzüge. Bemerkenswert ist, dass überdurchschnittlich viele Waldbestände ein Alter von deutlich mehr als 160 Jahren aufweisen.

Nicht bewaldet sind die für den Nationalpark typischen Wiesentäler entlang von Bachläufen und die als Triescher benannten ehemaligen Allmendeweiden. Größere Störstellen im Waldgefüge bilden die durch Stürme und Borkenkäferbefall sich auflösenden Fichtenbestände sowie aktiv geräumte, vormalige Douglasienflächen.

Die für das akustische Monitoring ausgewählten Standorte sind repräsentativ für die verschiedenartigen Lebensraum-

Tab. 1: Vorkommende Fledermausarten im Nationalpark Kellerwald-Edersee inklusive deren Schutzstatus, nachgewiesene Lebensraumfunktion und akustische Wahrnehmbarkeit sowie deren Bindung an den Lebensraum Wald

● = Nachweis, ○ = wahrscheinlich, RL H = Rote Liste Hessen, RL D = Rote Liste Deutschland, FFH = Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie; Waldbindung (Dietz & Krannich 2019):

■ Enge Bindung    ■ Mittlere Bindung    ■ Geringe Bindung

Kategorien der Roten Liste: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Arten der Vorwarnliste, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär, n = derzeit nicht gefährdet, n. a. = nicht aufgeführt; Angaben für Hessen nach Kock & Kugelschafter (1996); für Deutschland nach Meinig et al. (2020).

Akustische Wahrnehmbarkeit / Bestimmbarkeit: - = gering, da leise rufend und/oder akustisch nicht sicher von anderen Arten zu trennen; + = mittel, da meist gut hörbar, aber im Wald situationsabhängig nicht immer eindeutig von anderen Arten zu trennen; ++ = gut, da gut hörbar und im Wald in der Regel eindeutig bestimmbar

Art	Gefährdungsstatus			Nachgewiesene Lebensraumfunktion				
	RL H	RL D	FFH	Winterquartier	Sommerquartier	Nahrungsraum	Reproduktion	Akustische Wahrnehmbarkeit
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	1	2	II, IV	○	○	●	■	++
Nordfledermaus <i>Eptesicus nilsonii</i>	1	3	IV		■	●	■	+
Breitflügel-fledermaus <i>Eptesicus serotinus</i>	2	3	IV			●		+
Nymphenfledermaus <i>Myotis alcaethoe</i>	n. a.	1	IV	■	○	●	■	+
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>	2	2	II, IV	●	●	●	●	-
Brandtfledermaus <i>Myotis brandtii</i>	2	n	IV	●	●	●	●	-
Teichfledermaus <i>Myotis dasycneme</i>	0	G	II, IV	●		■		+
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentonii</i>	3	n	IV	●	●	●	●	+
Großes Mausohr <i>Myotis myotis</i>	2	n	II, IV	●	●	●	●	++
Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	2	n	IV	●	●	●	●	-
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	2	n	IV	●	●	●	●	++
Kleinabendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	2	D	IV	■	●	●	○	+
Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	3	V	IV	■	●	●	■	++
Rauhautfledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	2	n	IV	■	●	●	■	++
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3	n	IV	○	●	●	●	++
Mückenfledermaus <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	n. a.	n	IV	■	○	●	■	++
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	2	3	IV	●	●	●	●	-
Zweifarb-fledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	2	D	IV		■	●		+

typen und ihre jeweiligen Flächengrößen im Nationalpark. Insgesamt wurden bisher 25 Standorte in Eichen- und

Buchenwäldern, auf Windwurfflächen, Wiesen, Waldlichtungen nach Räumung der Douglasie sowie Block- und Ge-

steinsschutthalden untersucht (Tab. 2). Die Standorte verteilen sich über die gesamte Nationalparkfläche (Abb. 1).

Tab. 2: Standorte des dauerhaften akustischen Monitorings in den Jahren 2016 bis einschließlich 2019 im Nationalpark Kellerwald-Edersee sowie deren Zuordnung zu einem Habitattyp. Erläuterung: An den Standorten von 2018 und 2019 erfolgte die akustische Erfassung bis zum März des Folgejahres. Eine Ausnahme bildete nur RG<sup>1</sup>. Die Fläche, auf der der Batcorder stand, wurde im Winter geräumt.

Habitattyp	2016	2017	2018	2019	Summe
Eichenbestand	Mehlener Holz (MH) Ringelsberg (RS)	Obere Banfe (OB)	Kleiner Hegekopf (KH)	Kirchweg (KW) Mehlener Holz unten (MHu) Ochsenwurzelpf (OW)	7
Buchenbestand	Locheiche (LE) Ruhlauber (RL)	Arensberg (AB) Hoher Stoß (HS)	Dicker Kopf (DK) Traddelkopf (TK)	Hegeberg (HE)	7
Windwurffläche/ Sukzession	Bettelkopf (BK)	Heiligenstocktriesch (HST)		Rödertriesch (RT)	3
Wiese	Fahrentriesch (FT)	Denninghausen (DH)	Bleibergwiese (BW) Kleine Küche (KK)		4
Nadelwald <sup>1</sup> / Sukzession <sup>2</sup>			Rosengrund (RG) <sup>1</sup> Rabenstein (RA) <sup>2</sup>	Rosengrund (RG) <sup>2</sup>	2
Hangschluchtwald		Woog-Hölle (WH)			1
Block-/Schutthalde				Daudenberg (DB)	1
<b>Summe</b>					<b>25</b>

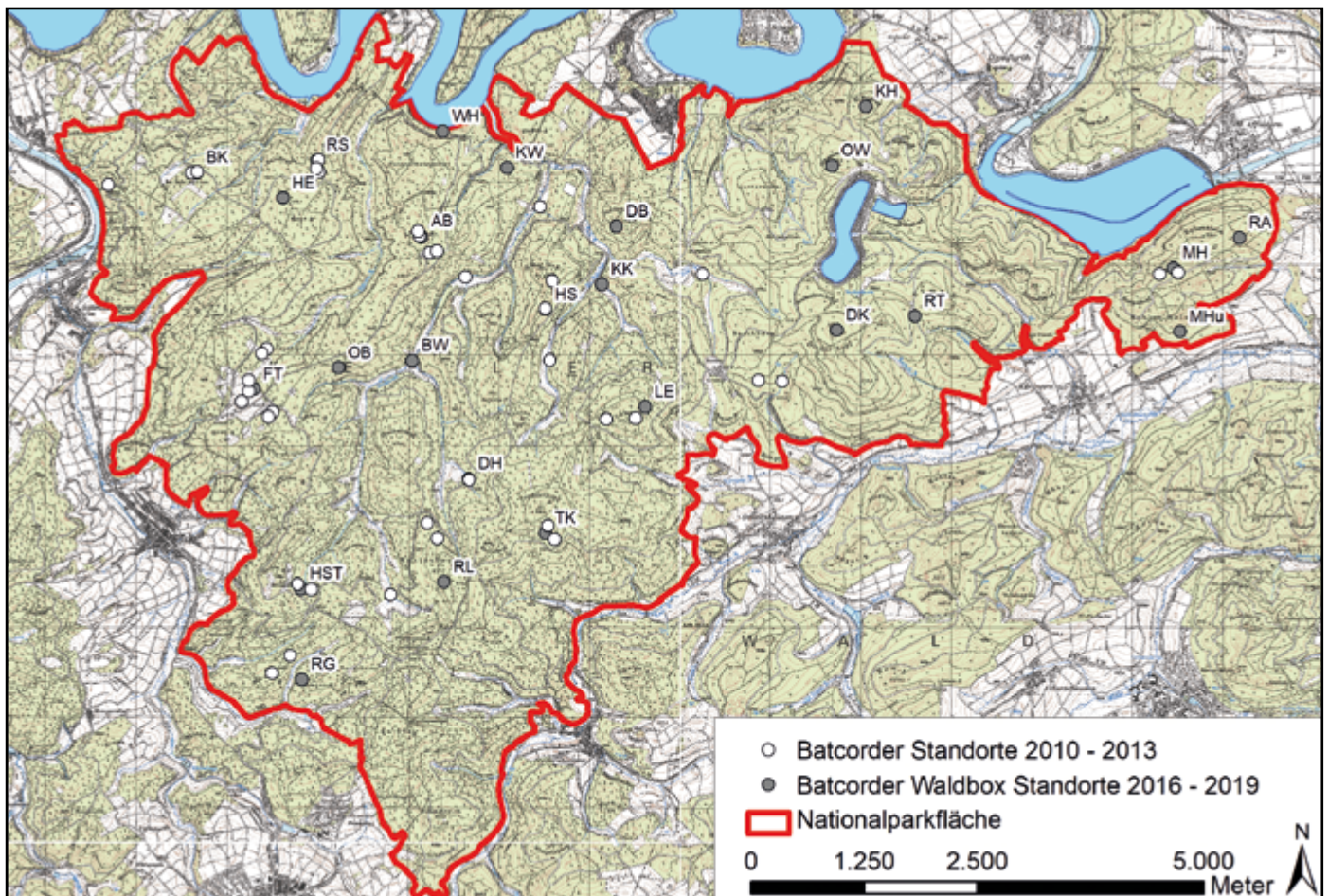


Abb. 1: Standorte des dauerhaften akustischen Monitorings im Nationalpark Kellerwald-Edersee in den Jahren 2016 bis einschließlich 2019

## Methodik

Für die dauerhafte akustische Erfassung von Fledermäusen wurden bioakustische Erfassungsgeräte, sogenannte Batcorder

(Version 3.0), in Kombination mit einer sogenannten Waldbox (Version 2.0) der Firma ecoObs, Nürnberg, genutzt (im weiteren Textverlauf als Batcorder bezeichnet). Der mit einem Ultraschalllau-

te aufnehmenden Mikrofon verbundene Batcorder zeichnet die Fledermausrufe datums- und uhrzeitengenau auf. In der wetterfesten Waldbox befinden sich ein GSM-Modul mit handelsüblicher SIM-

Karte und ein Bleigelakku. Durch die täglich versendete Status-SMS des GSM-Moduls (u. a. Angabe der aktuellen Speicher- und Akkukapazität) sowie den Einsatz eines Solarmoduls ist die Erfassung über einen längeren Zeitraum autark und kontrolliert möglich.

In den Jahren 2016 und 2017 kamen sechs Batcorder und in den Jahren 2018 und 2019 sieben Batcorder zeitgleich zum Einsatz. Die Standorte der Batcorder wechseln in der Regel jedes Jahr, es sei denn, dass eine absehbare Veränderung in der Flächenstruktur dokumentiert werden soll. So wurde ein Batcorder 2018 auf einer Douglasienfläche platziert, die im Winter 2018/2019 voll-

ständig geräumt wurde. Die beräumte Fläche wurde 2019 erneut beprobt. Die übrigen Standorte verteilen sich auf jeweils sieben Buchen- und Eichenbestände, drei Windwurf-/ Sukzessionsflächen, vier Wiesen/ Wiesentäler und je eine Block-/ Schutthalde, einen Hangschluchtwald und einen bereits geräumten Fichtenbestand mit neu beginnender Waldentwicklung (Tab. 2).

In den Jahren 2016 und 2017 erfolgte die Erfassung in den Monaten März bis Oktober. Ab 2018 wurden die Waldboxen im Herbst mit einer Styroporbox isoliert, so dass bis zum März des Folgejahres und damit ein gesamter Jahreszyklus beprobt werden konnte.

Um die enormen Datenmengen hinsichtlich der oben formulierten Fragen gezielt auswerten zu können, wurden Zielarten bzw. Artgruppen ausgesucht, die typisch für die Habitats im Nationalpark sind und deren Rufe weitestgehend sicher bestimmt werden können (vgl. letzte Spalte in Tab. 1): Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*), Nympfenfledermaus (*Myotis alcaethoe*), Großes Mausohr (*M. myotis*), Fransenfledermaus (*M. nattereri*), Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Zwergfledermaus (*P. pipistrellus*), Mückenfledermaus (*P. pygmaeus*), Langohren (hier annähernd zu 100 % Braunes Langohr *Plecotus auritus*) sowie Nyctaloider Lauttyp (umfasst überwiegend den Abend-

Tab. 3: Nachweise der Zielarten/ Artgruppen an den von 2016 bis 2019 beprobten Standorten der dauerhaften akustischen Erfassung im Nationalpark Kellerwald-Edersee und deren Zuordnung zum Habitattyp. Bbar = *Barbastella barbastellus* (Mopsfledermaus); Malc = *Myotis alcaethoe* (Nympfenfledermaus); Mmyo = *Myotis myotis* (Großes Mausohr); Nyctal. = Nyctaloider Lauttyp; Pnat = *Pipistrellus nathusii* (Rauhautfledermaus); Ppip = *Pipistrellus pipistrellus* (Zwergfledermaus); Ppyg = *Pipistrellus pygmaeus* (Mückenfledermaus); Plec. = *Plecotus spec.* (Langohren)

	Standort	Jahr	Bbar	Malc	Mmyo	Mnat	Nyctal.	Pnat	Ppip	Ppyg	Plec.
Eiche	Kleiner Hegekopf KH	2018		x	x	x	x	x	x	x	x
	Kirchweg KW	2019	x		x	x	x	x	x	x	x
	Mehlener Holz MH	2016			x	x	x		x	x	x
	Mehlener Holz unten MHu	2019	x		x	x	x	x	x	x	x
	Obere Banfe OB	2017	x	x	x	x	x		x	x	x
	Ochsenwurzelskopf OW	2019			x	x	x	x	x	x	x
	Ringelsberg RS	2016	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Buche	Arensberg AB	2017			x	x	x	x	x	x	x
	Dicker Kopf DK	2018		x	x		x	x	x		x
	Hegeberg HE	2019	x		x	x	x	x	x	x	x
	Hoher Stoß HS	2017	x		x	x	x	x	x	x	x
	Locheiche LE	2016			x	x	x		x	x	x
	Ruhlauber RL	2016	x		x	x	x	x	x	x	x
	Traddelkopf TK	2018	x	x	x	x	x	x	x		x
Windwurf	Bettelkopf BK	2016	x		x	x	x	x	x	x	x
	Heiligenstocktriesch HST	2017	x		x	x	x	x	x	x	x
	Röder Triesch RT	2019	x		x	x	x	x	x	x	x
Wiese	Bleibergwiese BW	2018	x		x	x	x	x	x	x	x
	Denninghausen DH	2017			x	x	x	x	x	x	x
	Fahrentriesch FT	2016	x		x	x	x	x	x	x	x
	Kleine Küche KK	2018			x	x	x	x	x	x	x
Douglasie <sup>1</sup> / Sukzession <sup>2</sup>	Rosengrund 1 RG <sup>1</sup>	2018			x	x	x		x		
	Rosengrund 2 RG <sup>2</sup>	2019			x	x	x	x	x	x	x
	Rabenstein RA <sup>2</sup>	2018			x	x	x	x	x		x
Hangschluchtwald	Woog-Hölle WH	2017	x		x	x	x	x	x	x	
Block-/ Schutthalde	Daudenberg DB	2019	x		x	x	x	x	x	x	
	Anzahl Standorte mit Nachweisen	26	15	5	26	25	26	22	26	22	25

segler und Kleinabendsegler (*Nyctalus noctula* und *N. leisleri*), in sehr geringen Teilen auch Breitflügel-, Nord- und Zweifarbfledermaus (*Eptesicus serotinus* und *E. nilsonii* sowie *Vespertilio murinus*).

Zur Auswertung wurden die aufgezeichneten Fledermausrufe mittels einer speziellen Erfassungs- und Verwaltungssoftware (bcAdmin 3.6.14, batIdent 1.5, bcAnalyse2 2.0; Fa. Ecoobs, ergänzt durch Batsound Fa. Petersson) am PC analysiert. Aufgrund der sehr großen Datenmengen wurden nur Aufnahmen mit mehr als 80%iger Artbestimmungssicherheit (von batIdent berechnet) und bevorzugt mit 15 – 30 Rufen pro Aufnahme manuell nachbestimmt. Eine Ausnahme bildete die Zwergfledermaus, da hier erfahrungsgemäß die automatische Bestimmung sicher ist. Alle Aufnahmen mit weniger als 80%iger Bestimmungssicherheit wurden in die dazugehörige Gattung oder den dazugehörigen Lauttyp (z. B. Nyctaloid) gruppiert, auf eine exakte Artbestimmung wurde dabei verzichtet.

## Ergebnisse

Seit Beginn des dauerhaften stationären Monitorings wurden alle Zielarten/Artgruppen mit hoher Stetigkeit bezogen auf die beprobten Standorte nachgewiesen (vgl. Tab. 3). Flächendeckend konnten die Fransenfledermaus und das Artenpaar „Langohren“ dokumentiert werden. Es ist anzunehmen, dass die „Langohren“ im Nationalpark annähernd ausschließlich vom Braunen Langohr repräsentiert werden, da während der Netzfangphase in den Jahren 2000 bis 2006 ausschließlich Braune Langohrfledermäuse gefangen wurden und die Art mit mehreren Wochenstubenkolonien charakteristisch für die Buchenwälder im Nationalpark ist (DIETZ & SIMON 2008). Das Graue Langohr dagegen konnte bislang nur einmal am Rande des Nationalparks gefunden werden. Das außerhalb des Nationalparks in Gebäuden mit mehreren großen Wochenstubenkolonien siedelnde Große Mausohr (s. u.) bejagt den Nationalpark flächendeckend, ebenso wie die allgegenwärtige Zwergfledermaus, die Wochenstubenkolonien in Einzelgebäuden und Siedlungen um den Nationalpark ausbildet. Die erstmals 2012



*Abb. 2: Der aufgelöste Fichtenbestand am Bettelkopf ist eine Folge des Orkans Kyrill. Aufgrund des Belassens der absterbenden Fichten hat sich für die Mopsfledermaus ein attraktiver Quartier- und Nahrungsraum ergeben. (Foto: A. Krannich).*

im Nationalpark nachgewiesene Mopsfledermaus konnte mittlerweile an etwas mehr als der Hälfte der Standorte (15) aufgezeichnet werden. Die geringste Flächenrepräsentanz zeigt bislang die in Hessen sehr seltene Nymphenfledermaus, die an fünf Standorten und ausschließlich in besonders alten Laubwäldern erfasst werden konnte. Die Art jagt bevorzugt im Kronenraum alter Waldbestände, was wiederum die akustische Erfassung deutlich erschwert.

## Aktivität der Zielarten am Beispiel des Standorts Bettelkopf

Der Standort Bettelkopf ist ein ehemaliger Fichtenbestand, der durch Stürme geschwächt und anschließend vom Borkenkäfer befallen wurde, sodass die ehemals bestandsbildenden Fichten nunmehr als liegendes wie stehendes Totholz strukturgebend sind (Abb. 2). Insgesamt zeigte der Standort bereits innerhalb eines Jahres eine hohe Dynamik, da die Sukzession voranschreitet und stehende Bäume durch Stürme sukzessive umbrechen.

Am Standort Bettelkopf konnte bei der akustischen Voruntersuchung 2012 erstmals die Mopsfledermaus im Nationalpark gefunden werden. Bei der dauerhaften stationären Beprobung 2016 bestätigte sich das Vorkommen der Art, ebenso nutzten die Zielarten Großes Mausohr, Fransen-

fledermaus, Rauhaut-, Zwerg- und Mückenfledermaus sowie die Artengruppen Nyctaloid und Langohren die belassene, nicht geräumte Fichtentotholzfläche als Nahrungsraum. Die Aktivitätsplots zeigen, dass die Zielarten je nach Jahreszeit in unterschiedlichem Maße am Bettelkopf aktiv sind (Abb. 3). So ist die Mopsfledermaus ab Mai in vereinzelt Nächten auf der Fläche anzutreffen, ab August nimmt die Aktivität für einige Nächte deutlich zu und schon ab Ende August reduziert sich die Aktivität der Art dann wieder, wobei bis Ende November immer wieder Mopsfledermäuse die Fläche befliegen.

Im Gegensatz dazu ist die Zwergfledermaus ab April stetig bis in den Oktober hinein festzustellen, Nachweise der Art gibt es bis Ende November. Wiederum anders verhält sich die baumbewohnende Fransenfledermaus, die von Mai an bis zum Spätsommer spärlich in einzelnen Nächten auf den Totholzflächen vorkommt, ab August dann jedoch häufiger. Ab Ende September und im gesamten Oktober ist neben der Stetigkeit auch eine Aktivitätssteigerung pro Nacht zu erkennen.

## Aktivität des Großen Mausohrs an verschiedenen Standorten im Nationalpark

Das Große Mausohr bezieht seine Wochenstuben vor allem auf geräumigen Dachböden, während die Nahrungshabi-

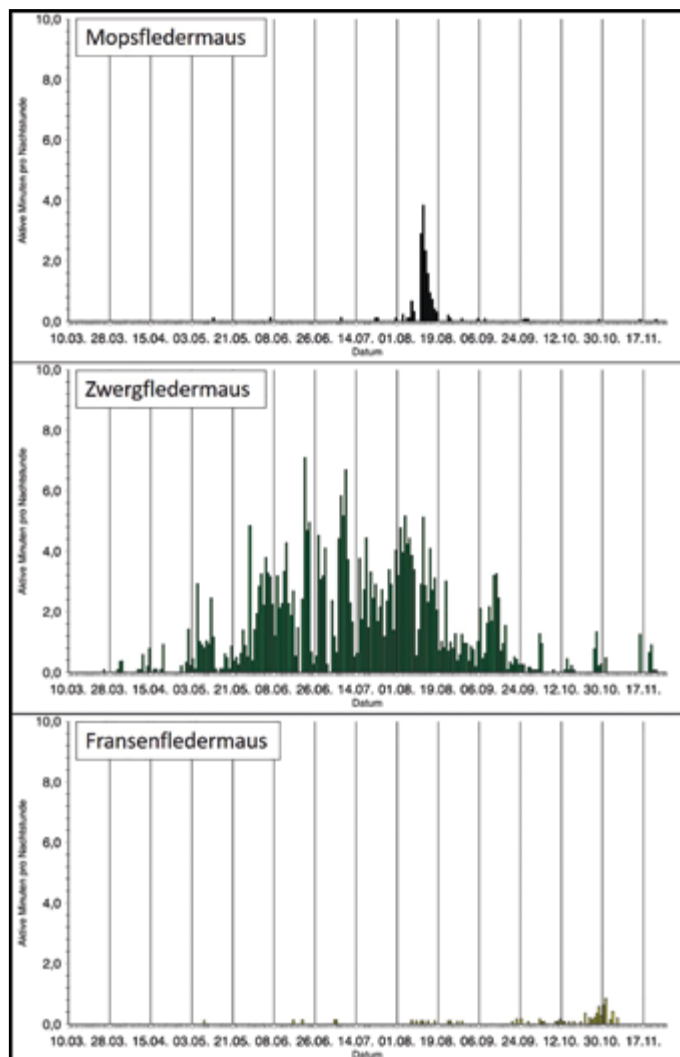


Abb. 3: Aktivitätsplots von drei Zielarten des im Jahr 2016 beprobten Standorts Bettelkopf. Die Aktivität ist als aktive Minuten pro Nachtstunde für jede Nacht über den Zeitraum vom 10. März bis zum 27. November angegeben.

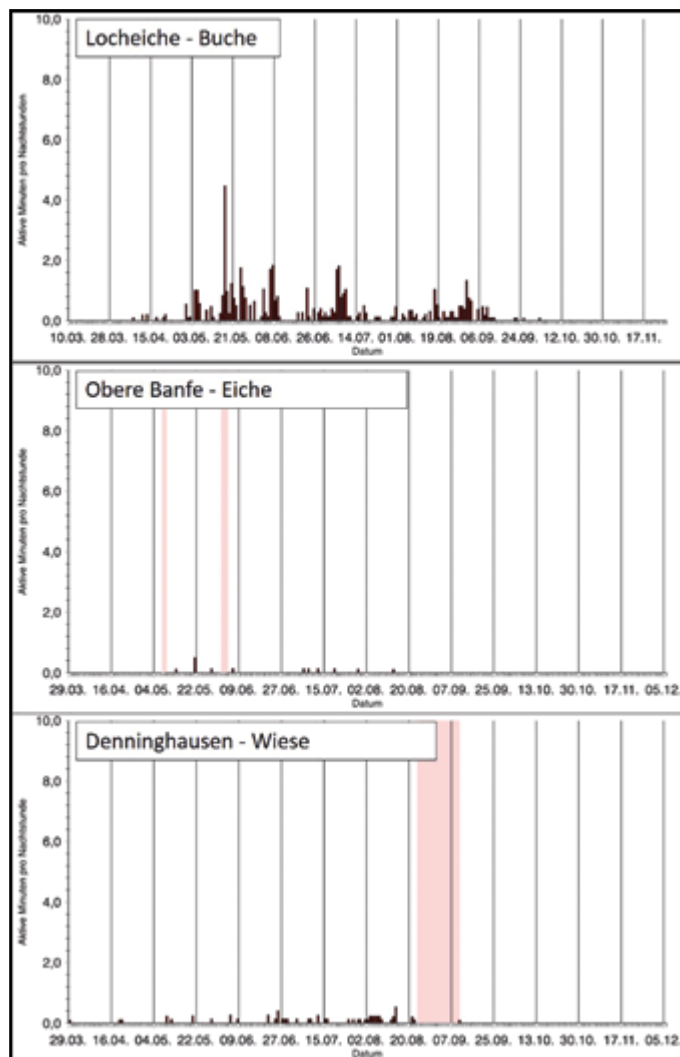


Abb. 4: Aktivitätsplots des Großen Mausohrs an drei verschiedenen Standorten im Nationalpark Kellerwald-Edersee. Die Aktivität ist als aktive Minuten pro Nachtstunde für jede Nacht über den Zeitraum März/April bis November/Dezember angegeben. Für die rot hinterlegten Zeiträume liegen keine Daten vor.

tate überwiegend in älteren Laubwäldern liegen. Große Mausohren jagen bevorzugt größere Käfer am Waldboden. Das in den alten Buchenwäldern meist noch immer geschlossene Kronendach begünstigt die Jagd und Zugänglichkeit der Beutetiere am Waldboden. Für das Umfeld des Nationalparks sind drei große Wochenstubenkolonien in den Ortschaften Vöhl (> 600 Weibchen), Bad Wildungen (> 100 Weibchen) und Züschen (> 800 Weibchen) bekannt, deren Weibchen nächtlich zumindest in Teilen in den Nationalpark zum Jagen einfliegen. Männchen der Art bewohnen zudem den gesamten Sommer über solitär Baumhöhlen im Nationalpark (DIETZ & SIMON 2008).

In Abbildung 4 sind die akustisch erfassten Aktivitäten des Großen Mausohrs

beispielhaft an drei unterschiedlichen Standorten (alter Buchenwald, alter Heidebeer-Eichenwald sowie Waldwiesental) dargestellt. Die höchsten Aktivitäten und mit stetigem Verlauf über die Sommermonate sind in dem hallenwaldartigen, annähernd 200-jährigen Altbuchenbestand an der Locheiche zu erkennen. Der Waldboden ist weitgehend vegetationsfrei und ermöglicht dem Mausohr die für die Art spezielle Jagd auf Laufkäfer, die über ihre Krabbelgeräusche auf dem trockenen Laub lokalisiert werden. Im Vergleich dazu war die erfasste Aktivität in einem lichten Traubeneichenwald der Oberen Banfe gering, vermutlich, weil hier der Waldboden dicht mit Heidelbeeren bewachsen ist. Die Wiesen am Standort Denninghausen wurden vor al-

lem nach der Mahd in den Monaten Juli und August vom Großen Mausohr befliegen. Mit dem Brachfallen weiterer Wiesen in den nächsten Jahren wird die Nahrungsverfügbarkeit für die Großen Mausohren in diesem Habitattyp von der Dynamik der Sukzessionentwicklung abhängen. So zeigen einige Wiesen selbst 20 Jahre nach dem Brachfallen noch einen wiesenähnlichen Charakter.

### Veränderungen über die Zeit am Beispiel der Mopsfledermaus

Die Mopsfledermaus (Abb. 5) wurde erstmalig 2012 im Nordwesten des Nationalparks am Standort Bettelkopf er-



Abb. 5: Mopsfledermäuse suchen unter anderem hinter der Rinde absterbender Fichten ihr Quartier. (Foto: M. Dietz)

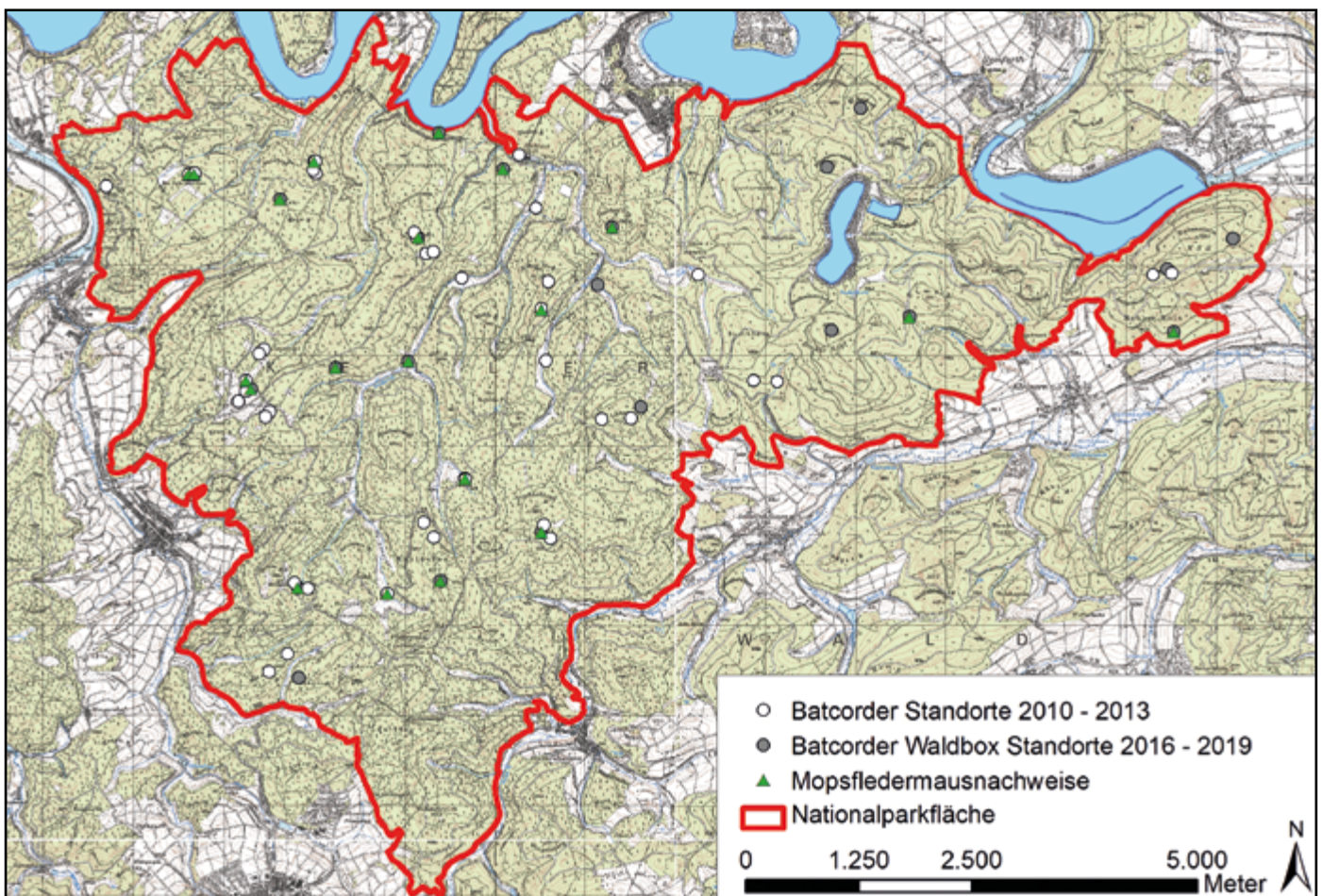


Abb. 6: Übersicht aller akustisch beprobten Standorte im Nationalpark Kellerwald-Edersee sowie Nachweise der Mopsfledermaus im Zeitraum von 2010 bis 2019

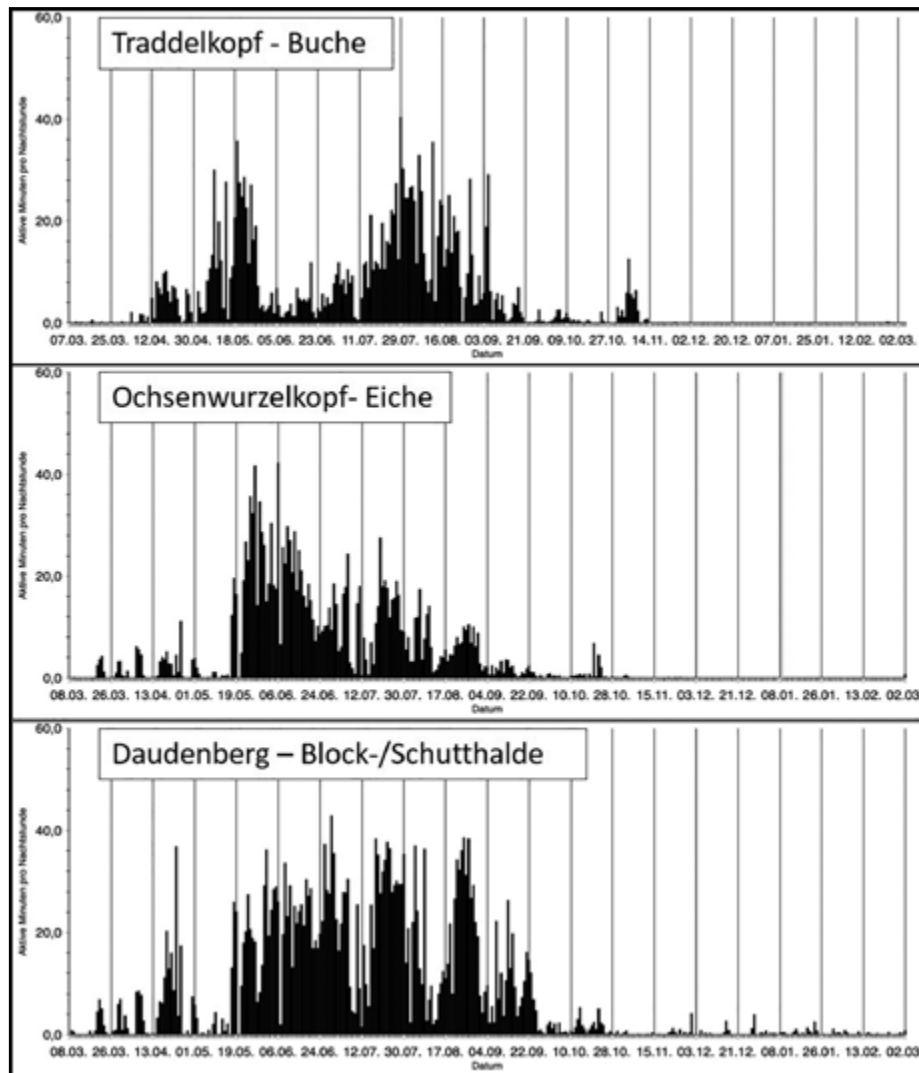


Abb. 7: Aktivitätsplots der Fledermausaktivität über ein gesamtes Jahr an drei verschiedenen Standorten, die jeweils verschiedene für den Nationalpark typische Habitate (Buchen- und Eichenwald sowie Blockhalden) repräsentieren. Dargestellt sind die aktiven Minuten pro Nacht für jede Nacht.

fasst (s. o.). In den Folgejahren konnten Mopsfledermausrufe in den Wiesentälern im Westen des Nationalparks (Wellenhausen, Denninghausen), auf dem Fahrentriesch sowie in den Eichenwäldern des Ringelsberges aufgezeichnet werden (Abb. 6). Mit Beginn des akustischen Monitorings ab 2016 wurde die Mopsfledermaus dann annähernd flächendeckend an allen beprobten Standorten aufgenommen, die sich zentral im Nationalpark von Norden nach Süden verteilen. An den bis dahin regelmäßig beprobten Standorten im Osten des Nationalparks ergaben sich Nachweise der Mopsfledermaus erstmalig 2019 (Rödertriesch und Mehler Holz). Die hier kurz ausgeführten Nachweise der letzten zehn Jahre deuten an, dass die Mopsfle-

dermaus ab dem Erstnachweis 2012 im Nordwesten (Bettelkopf) sich allmählich ins Zentrum und den Süden und nachfolgend in den Osten des Nationalparks ausbreitete. Die Ausbreitung folgt dabei dem Absterbeprozess der Fichten, der im Westen mit den dort großen Kyrillflächen ab 2007 begann.

### Fledermausaktivität über einen gesamten Jahreszyklus

Neben der Erfassung der Fledermausphänologie in der aktiven Zeit der Fledermäuse im Sommer ermöglicht die dauerhafte akustische Erfassung nunmehr auch die Erfassung in der kalten Jahreszeit, in der die Fledermäuse wei-

testgehend Winterschlaf halten. Winteraktivitäten von Fledermäusen sind bekannt, wurden bislang jedoch nicht systematisch untersucht. Aus Kanada ist eine Winteraktivität von Fledermäusen außerhalb der Winterquartiere auch bei Temperaturen unter 0 °C beschrieben worden (LAUSEN & BARCLAY 2006). Offensichtlich kommt dieses Phänomen auch bei uns vor, wenngleich artspezifisch sehr unterschiedlich. In Abbildung 7 wird die Rufaktivität von Fledermäusen an drei verschiedenen Standorten im Nationalpark (Abb. 8) über ein gesamtes Jahr dargestellt. Zu erkennen ist an allen Standorten die aktive Zeit der Fledermäuse etwa ab Mitte März bis in den November hinein. Eine aktivitätsarme, aber eben nicht fledermausfreie Winterzeit war an den Standorten in den Altbuchenwäldern am Traddelkopf und im Eichenwald am Ochsenwurzelskopf erkennbar. An der Blockhalde am Daudenberg war sogar über den gesamten Winter eine erkennbare Fledermausaktivität zu messen. Möglicherweise deutet diese kontinuierliche Aktivität am Daudenberg darauf hin, dass die natürlichen Blockhalden im Nationalpark mit tiefgehenden, frostfreien Hohlräumen als Winterquartier genutzt werden.

### Fazit und Ausblick

Forschung zu Ökosystemen und Monitoring der Veränderungen über die Zeit sind wesentliche Aufgaben von Großschutzgebieten wie Nationalparks. Die Fledermäuse waren schon zum Zeitpunkt der Gründung des Nationalparks Kellerwald-Edersee eine gut untersuchte Säugetiergruppe und bis heute ist die Dokumentation der Fledermäusegemeinschaft mit Bezug zu den unterschiedlichen Lebensräumen im Gebiet ein Forschungs- und Monitoringschwerpunkt, der methodisch, den technischen Möglichkeiten folgend, weiter ausgebaut wurde. Fledermäuse stellen aufgrund ihrer versteckten Lebensweise in Baumhöhlen und Gebäuden sowie ihrer hochmobilen nachtaktiven Flüge besondere Herausforderungen an ein Monitoring. Monitoringdaten müssen die Realität in der Fläche widerspiegeln, standardisierbar und über lange Messreihen vergleich-





*Abb. 8: Ganzjährig beprobte Standorte im Nationalpark: Eichenbestand am Ochsenwurzelskopf (8 a), Altbuchenbestand am Traddelkopf (8 b) sowie Blockhalde am Daudenberg (8 c). (Fotos: Institut für Tierökologie und Naturbildung)*

bar sein. Zudem erfordern der Schutzstatus und die Zielsetzung der Nationalparke ein möglichst wenig invasives Arbeiten. Mit der stationären akustischen Dauer-aufzeichnung von Fledermausrufen haben wir in den letzten Jahren eine Vorgehensweise erprobt, die vergleichbar einer Temperatur- und Klimaaufzeichnung kontinuierlich die Fledermausaktivität im Nationalpark misst. Einschränkungen ergeben sich durch die Grenzen der akustischen Erfassungsmethode, da nicht alle Fledermausarten eindeutig identifizierbar sind und die Arten je nach echoakustischen Fähigkeiten und Habitat variabel rufen (RUSSO & JONES 2002, OBRIST et al. 2004). Trotzdem zeigen die jetzt vorliegenden Ergebnisse sehr eindrücklich, dass die zu Beginn des Monitorings gestellten Fragen hinsichtlich Jahresphänologie, Habitatbindung und relativer Flächenrepräsentanz beantwortet werden konnten. Weitere statistische Analysen in den kommenden Jahren werden zeigen, welche Arten welche Lebensräume im Nationalpark zu welcher Zeit bevorzugen und welche Habitateigenschaften und -strukturen dies beeinflussen.

Die hier vorgestellte akustische Dauererfassung über den gesamten Jahreszyklus ermöglicht die nichtinvasive Beprobung des Nationalparks. Aufgrund der wechselnden Standorte unter Beibehaltung einer Grundgesamtheit, die nun nach der Beprobung 2020 mit dann 30 Probestellen feststeht, wird eine flächendeckende und replizierbare Beprobung des Gebietes möglich. Es können, wie am Beispiel der Mopsfledermaus gezeigt, Einwanderung und Ausbreitung von Arten dokumentiert werden. Gleichzeitig kann aber auch das Verschwinden von Arten dokumentiert werden. Die Wiederholung der Erfassungen an den bisher beprobten Standorten soll zudem mögliche Veränderungen der Fledermausaktivitäten aufzeigen, die sich in Abhängigkeit der sich verändernden Habitate im Nationalpark ergeben. Aus Sicht der Fledermäuse wiederum ist die Einrichtung eines kontinuierlichen Monitorings im Nationalpark eine Referenzfläche, die grundsätzliche Veränderungen innerhalb der Fledermäusegemeinschaft in Wäldern anzeigt. Bisher ist dieses Fledermausmonitoring in seiner Methoden-anwendung, Zeitkontinuität

und Erfassungstiefe nahezu einmalig in Deutschland. Würden über alle Großschutzgebiete Deutschlands hinweg solche Aufzeichnungsreihen etabliert, könnten diese zusammen mit weiteren bundesweit anzuwendenden Monitoringmethoden ein Frühwarnsystem darstellen, das Veränderungen bei der streng geschützten Artengruppe der Fledermäuse erkennen hilft.

## Danksagung

Wir bedanken uns sehr bei der Nationalparkverwaltung Kellerwald-Edersee, insbesondere bei dem Leiter der Forschungsabteilung Achim Frede sowie Bernd Schock für das Vertrauen in unsere Arbeit und die langjährige Unterstützung. Den Nationalpark-Rangern Stefanie Schaub und Erhard Bemann danken wir ganz herzlich für die zuverlässige Betreuung und Wartung der Batcorder. Dem Forstamtsleiter des ehemaligen Forstamtes Edertal, Herrn FD Hücker, ist es zu verdanken, dass die Fledermausuntersuchungen bereits zu Zeiten des Waldschutzgebietes intensiv und vorausschauend durchgeführt werden konnten.

## Kontakt

Dr. Markus Dietz  
Dipl.-Biol. Elena Krannich  
Dipl.-Landschaftsökol. Axel Krannich  
Institut für Tierökologie und Naturbildung  
Waldstraße 19  
35321 Gonterskirchen  
Markus.Dietz@tieroekologie.com

## Literatur

- DIETZ, C.; NILL, D.; HELVERSEN, O. V. (2007): Handbuch der Fledermäuse. Europa und Nordwestafrika. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Stuttgart. 399 S.
- DIETZ, M.; SIMON, O. (2008): Fledermäuse im Nationalpark Kellerwald-Edersee. Vom Arteninventar zur Zoonosenforschung. Forschungsberichte des Nationalparks Kellerwald-Edersee 1: 1-87.
- DIETZ, M.; KRANNICH, A. (2019): Die Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* – Eine Leitart für den Waldnaturschutz. Handbuch für die Praxis. Idstein. 185 S.
- KOCK, D.; KUGELSCHAFTER, K. (1996): Rote Liste der Säugetiere, Reptilien und Amphibien Hessens, Teilwerk I, Säugetiere. Gießen. 15 S.

LAUSEN, C. L.; BARCLAY R. M. R. (2006): Winter bat activity in the Canadian prairies. Can. J. Zool. 84: 1079-1086, DOI: 10.1139/Z06-093

MEINIG, H.; BOYE, P.; DÄHNE, M.; HUTTERER, R.; LANG, J.; BACH, L. (2020): Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. Natursch. Biol. Vielf. 170(2): 1-73.

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, DOI: 10.1515/mamm.2004.030

RUSSO, D.; JONES, G. (2002): Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. J. Zool. 258: 91-103, DOI: 10.1017/S0952836902001231