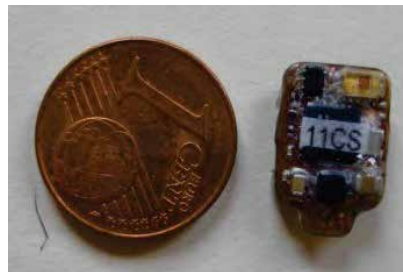
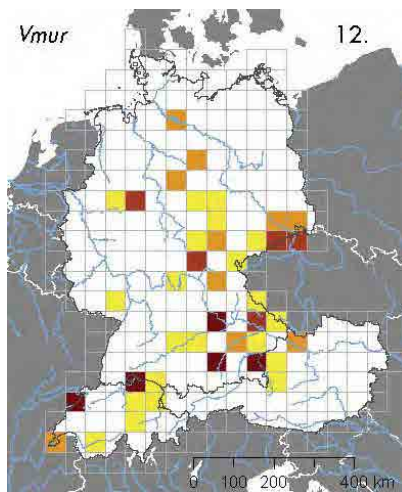


Angelika Meschede, Wigbert Schorcht, Inken Karst,
Martin Biedermann, Daniel Fuchs und
Fabio Bontadina

Wanderrouren der Fledermäuse



Wanderrouren der Fledermäuse

**Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben
„Identifizierung von Fledermauswanderrouren
und -korridoren“ (FKZ 3512 86 0200)**

**Angelika Meschede
Wigbert Schorcht
Inken Karst
Martin Biedermann
Daniel Fuchs
Fabio Bontadina**

Titelbild: oben links: Auswertungen zur Phänologie (Auftreten der Zweifarbfledermaus in der 12. Dekade/letztes Aprildrittel; Klassifizierung in Anzahl In- div. / 50 km²) (s. S. 61); oben rechts: Telemetrie, Großer Abendsegler mit Sender (A. Meschede); unten links: Geodatenlogger, Prototyp (W. Schorcht); unten rechts: akustischer Transekt Thüringer Wald mit Hilfe von automatischen Rufaufzeichnungsgeräten, hier: batcorder/Waldbox der Fa. ecoObs (NACHTaktiv)

Adressen der Autorinnen und Autoren:

Dr. Angelika Meschede PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH
Daniel Fuchs Rosenkavalierplatz 8, 81925 München
E-Mail: angelika.meschede@gmail.com
daniel.fuchs@pan-gmbh.com



Dr. Fabio Bontadina SWILD Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation
Wuhrstrasse 12, CH-8003 Zürich
E-Mail: fabio.bontadina@swild.ch



Martin Biedermann NACHTaktiv, Biologen für Fledermauskunde GbR
Inken Karst Hässlerstraße 99, 99099 Erfurt
Wigbert Schorcht E-Mail: anfrage@nachtaktiv-biologen.de



Fachbetreuung im BfN:

Ruth Petermann FG II 1.1 „Zoologischer Artenschutz“

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FKZ 3512 86 0200) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

Zitiervorschlag für Kapitel C (experimentelle Pilotstudien):

Kap. C.1:

KARST, I., BIEDERMANN, M. & SCHORCHT, W. (2016): Akustische Untersuchungen zum Zugverhalten von Rauhaufledermaus und Großem Abendsegler im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge und Vorland. – In: MESCHÉDE, A., SCHORCHT, W., KARST, I., BIEDERMANN, M., FUCHS, D. & BONTADINA, F. (2016): Wanderrouten der Fledermäuse. – BfN-Skripten 453: 82-152.

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter http://www.bfn.de/0502_skripten.html heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624190-0

DOI 10.19217/skr453

Bonn - Bad Godesberg 2017

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	11
SUMMARY	15
A EINLEITUNG	19
A.1 Projekthintergrund und -ziele	19
A.2 Projektaufbau	20
B MODUL 1 – PHÄNOLOGIE WANDERNDER FLEDERMAUSARTEN	22
B.1 Datengrundlage und Methode	22
B.1.1 Untersuchungsraum	22
B.1.2 Datenquellen.....	22
B.1.3 Literatúrauswertung.....	26
B.1.4 Beringungsdatenbanken.....	27
B.1.5 Sammlungsdaten.....	27
B.1.6 Datenaufbereitung, GIS-Analysen, Kartendarstellungen	28
B.1.6.1 Datenbereinigung	29
B.2 Ergebnisse	30
B.2.1 Kleiner Abendsegler, <i>Nyctalus leisleri</i>	30
B.2.1.1 Zeitliches Auftreten	32
B.2.1.2 Flugdistanzen	37
B.2.1.3 Migrationsgeschwindigkeit.....	38
B.2.2 Großer Abendsegler, <i>Nyctalus noctula</i>	39
B.2.2.1 Zeitliches Auftreten	41
B.2.2.2 Flugdistanzen	47
B.2.2.3 Migrationsgeschwindigkeit.....	47
B.2.3 Raufhautfledermaus, <i>Pipistrellus nathusii</i>	48
B.2.3.1 Zeitliches Auftreten	49
B.2.3.2 Flugdistanzen	55
B.2.3.3 Wanderrouten	56
B.2.3.4 Migrationsgeschwindigkeit.....	56
B.2.4 Zweifarbfledermaus, <i>Vespertilio murinus</i>	58
B.2.4.1 Zeitliches Auftreten	59
B.2.4.2 Flugdistanzen	60
B.2.4.3 Migrationsgeschwindigkeit.....	65
B.2.5 Diskussion	65
B.3 Literatur	67
C MODUL 3 – ERFORSCHUNG DER MIGRATIONSWEGE (EXPERIMENTELLE PILOTSTUDIEN IM FREILAND).....	82
C.1 Akustische Untersuchungen zum Zugverhalten von Raufhautfledermaus und Großem Abendsegler im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge und Vorland (Autoren: INKEN KARST, MARTIN BIEDERMANN, WIGBERT SCHORCHT)	82
C.1.1 Zusammenfassung	82
C.1.2 Einführung	84
C.1.3 Fragestellungen	85
C.1.4 Methodik	85
C.1.4.1 Untersuchungsraum	85
C.1.4.2 Untersuchungsdesign	86
C.1.4.3 Standorte	90

C.1.4.4	Erfassungstechnik	93
C.1.4.5	Untersuchungszeitraum und Datenmaterial	94
C.1.4.6	Rufauswertung.....	97
C.1.4.7	Datenanalyse.....	98
C.1.4.8	Nächtlicher Verlauf der Aktivität	99
C.1.5	Ergebnisse.....	99
C.1.5.1	Datenübersicht der erfassten Fledermausarten	99
C.1.5.2	Erfasste Aktivitäten in den Untersuchungsgebieten (UG)	100
C.1.6	Analysen	111
C.1.6.1	Zugverhalten von Rauhaufledermaus und Großem Abendsegler.....	111
C.1.6.2	Überprüfung der Erwartungen für Rauhaufledermaus und Großen Abendsegler ..	116
C.1.6.3	Präferenz-Vergleich der Untersuchungsgebiete im Mittelgebirge	117
C.1.6.4	Präferenz-Vergleich der Untersuchungsgebiete im Mittelgebirge mit dem Vorland	119
C.1.6.5	Nächtlicher Verlauf der Aktivität	124
C.1.6.6	Vergleich der Standorte Sattel, Hang und Höhe in den Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge	134
C.1.7	Diskussion	138
C.1.7.1	Vergleich mit anderen Untersuchungen im Bereich von Mittelgebirgen bzw. Kammlagen.....	145
C.1.7.2	Vergleich mit anderen Untersuchungen im Bereich tieferer Lagen.....	146
C.1.7.3	Einzelaspekte der Methodendiskussion zur Erfassung und Auswertung.....	147
C.1.7.4	Schlussfolgerungen für die Windenergienutzung.....	148
C.1.8	Danksagung.....	149
C.1.9	Literatur.....	150
C.2	Erstmaliger Einsatz von Geodatenloggern (<i>geolocator</i>) bei Fledermäusen zur Erforschung der Migration (Autoren: FABIO BONTADINA, TORSTEN BLOHM, FRANZISKA LÖRCHER, WIGBERT SCHORCHT, CHRISTOPH TRESS, ANGELIKA MESCHEDI).....	153
C.2.1	Einführung	153
C.2.2	Methoden.....	153
C.2.2.1	Untersuchungsgebiete und -zeitraum.....	153
C.2.2.2	Datenlogger	155
C.2.2.3	Datenauswertung.....	156
C.2.3	Ergebnisse.....	157
C.2.3.1	Überblick.....	157
C.2.3.2	<i>Nyctalus noctula</i> (Großer Abendsegler)	163
C.2.3.3	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kleiner Abendsegler).....	166
C.2.3.4	<i>Pipistrellus nathusii</i> (Rauhaufledermaus).....	167
C.2.4	Diskussion	168
C.2.4.1	Hypothesen zur Erklärung des Ausbleibens der Rückfänge der Weibchen	170
C.2.4.2	Schlussfolgerungen	172
C.2.5	Literatur.....	173
C.3	Telemetrie von <i>Nyctalus noctula</i> zu Beginn der Frühjahrsmigration (Autoren: ANGELIKA MESCHEDI, ANDRES BECK, MARTIN BIEDERMANN, MICHAEL FRANZ, INKEN KARST, FRANZISKA LÖRCHER, WIGBERT SCHORCHT, FABIO BONTADINA).....	175
C.3.1	Einführung	175
C.3.2	Methoden.....	176
C.3.2.1	Untersuchungsgebiet.....	176
C.3.2.2	Quartiere und Untersuchungszeitraum	177
C.3.2.3	Jagdgebiet	179
C.3.2.4	Fang und Besenderung	180
C.3.2.5	Telemetrie	181

C.3.2.6	Durchführende, Kooperationen und Unterstützung.....	186
C.3.3	Ergebnisse.....	186
C.3.3.1	Überblick.....	186
C.3.3.2	Quartiere.....	187
C.3.3.3	Migration.....	190
C.3.4	Diskussion.....	202
C.3.4.1	Abwanderungszeitpunkt.....	202
C.3.4.2	Abwanderungsrichtung.....	203
C.3.4.3	Herkunftsgebiete ermittelt aus Isotopenanalysen.....	204
C.3.4.4	Zugrouten.....	206
C.3.4.5	Nächtliche Flugleistung und Migrationsgeschwindigkeit.....	208
C.3.4.6	Einschätzung der Methode.....	209
C.3.5	Literatur.....	210
D	SYNOPSIS.....	215
E	ALLGEMEINE LITERATUR.....	220
F	ANHANG.....	222

Abbildungsverzeichnis

Abb. B-1: Verteilung der Nachweise aus allen Datenquellen im Untersuchungsraum	24
Abb. B-2: Anzahl Fundorte aller Arten mit verwendbaren Nachweisen ab 1990	25
Abb. B-3: Zusammensetzung der Daten aus verschiedenen Quellen.	26
Abb. B-4: Verteilung der Fundpunkte des Kleinen Abendseglers im Untersuchungsraum.....	30
Abb. B-5: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers mit verwendbaren Nachweisen ab 1990	31
Abb. B-6: Anzahl Individuen des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April)	33
Abb. B-7: Anzahl Individuen des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August)	34
Abb. B-8: Anzahl Individuen des Kleinen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember)	35
Abb. B-9: Phänologie des Kleinen Abendseglers im Untersuchungsraum in Dekaden.....	36
Abb. B-10: Auftreten verschiedener Quartiergemeinschaften des Kleinen Abendseglers im Jahresverlauf (Dekaden)	37
Abb. B-11: Verteilung der Fundpunkte des Großen Abendseglers im Untersuchungsraum	39
Abb. B-12: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers mit verwendbaren Nachweisen ab 1990	40
Abb. B-13: Anzahl Individuen des Großen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April)	42
Abb. B-14: Anzahl Individuen des Großen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August)	43
Abb. B-15: Anzahl Individuen des Großen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember)	44
Abb. B-16: Phänologie des Großen Abendseglers im Untersuchungsraum in Dekaden.....	45
Abb. B-17: Phänologie des Großen Abendseglers 1997 (aus WEID 2002).....	46
Abb. B-18: Verteilung der Fundpunkte der Rauhaufledermaus im Untersuchungsraum	48
Abb. B-19: Anzahl Fundorte der Rauhaufledermaus mit verwendbaren Nachweisen ab 1990.....	49
Abb. B-20: Anzahl Individuen der Rauhaufledermaus pro Dekade (Januar bis April)	51
Abb. B-21: Anzahl Individuen der Rauhaufledermaus pro Dekade (Mai bis August)	52
Abb. B-22: Anzahl Individuen der Rauhaufledermaus pro Dekade (September bis Dezember)	53
Abb. B-23: Phänologie der Rauhaufledermaus im Untersuchungsraum in Dekaden	54
Abb. B-24: Entwicklung der Häufigkeit der Rauhaufledermaus in Gebieten mit unterschiedlicher Funktion im Jahr 1986	55
Abb. B-25: Verteilung der Fundpunkte der Zweifarbfledermaus im Untersuchungsraum.....	58
Abb. B-26: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus mit verwendbaren Nachweisen ab 1990.....	59
Abb. B-27: Anzahl Individuen der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Januar bis April)	61
Abb. B-28: Anzahl Individuen der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Mai bis August)	62
Abb. B-29: Anzahl Individuen der Zweifarbfledermaus pro Dekade (September bis Dezember)	63
Abb. B-30: Phänologie der Zweifarbfledermaus im Untersuchungsraum in Dekaden.....	64
Abb. C-1: Lage des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges (blau) in Mitteleuropa.....	86

Abb. C-2: Lage der vier Untersuchungsgebiete mit automatischen Rufaufzeichnungsgeräten im „Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge“ sowie im Vorland des Gebirges.....	87
Abb. C-3: Prinzipielle Anordnung eines Sets von drei Rekordern in einem Untersuchungsgebiet im Gebirge zur Abdeckung verschiedener Habitat- und Landschaftsstrukturen.....	89
Abb. C-4: Anordnung im Untersuchungsgebiet des Vorlandes (UG 4 Hörschel) aus Richtung Westen.....	90
Abb. C-5: Standorte im UG 1 Steinbach.....	91
Abb. C-6: Standorte im UG 2 Masserberg.....	91
Abb. C-7: Standorte im UG 3 Inselsberg.....	92
Abb. C-8: Untersuchungspunkte am Vergleichsstandort UG Hörschel.....	93
Abb. C-9: Erfassungstechnik: Waldbox (Fa. ecoObs Nürnberg).....	94
Abb. C-10: Überblick zu Laufzeiten 2013 in den 4 Untersuchungsgebieten.....	96
Abb. C-11: Analysebaum des batIdent.....	98
Abb. C-12: Überblick UG 1 „Steinbach“ für <i>Pipistrellus nathusii</i>	101
Abb. C-13: Überblick UG 1 „Steinbach“ für <i>Nyctalus noctula</i>	102
Abb. C-14: Überblick UG 2 „Masserberg“ für <i>Pipistrellus nathusii</i>	104
Abb. C-15: Überblick UG 2 „Masserberg“ für <i>Nyctalus noctula</i>	105
Abb. C-16: Überblick UG 3 „Inselsberg“ für <i>Pipistrellus nathusii</i>	106
Abb. C-17: Überblick UG 3 „Inselsberg“ für <i>Nyctalus noctula</i>	107
Abb. C-18: Überblick UG 4 Vorland „Hörschel“ für <i>Pipistrellus nathusii</i>	109
Abb. C-19: Überblick UG 4 Vorland „Hörschel“ für <i>Nyctalus noctula</i>	110
Abb. C-20: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von <i>Pipistrellus nathusii</i>	112
Abb. C-21: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von <i>Nyctalus noctula</i>	113
Abb. C-22: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von <i>Pipistrellus nathusii</i> ohne Standort Flusssufer.....	114
Abb. C-23: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von <i>Nyctalus noctula</i> ohne Standort Flusssufer.....	115
Abb. C-24: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Pipistrellus nathusii</i>	118
Abb. C-25: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Pipistrellus nathusii</i>	118
Abb. C-26: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Nyctalus noctula</i>	119
Abb. C-27: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Nyctalus noctula</i>	119
Abb. C-28: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland (einschließlich Standort Flusssufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Pipistrellus nathusii</i>	120
Abb. C-29: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland des Mittelgebirges (ohne Standort Flusssufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Pipistrellus nathusii</i>	121
Abb. C-30: Vergleich der Präferenzen des UG 4 im Vorland des Mittelgebirges (ohne Standort Flusssufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Pipistrellus nathusii</i>	121
Abb. C-31: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland (einschließlich Standort Flusssufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Nyctalus noctula</i>	122

Abb. C-32: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland des Mittelgebirges (ohne Standort <i>Flussufer</i>) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Nyctalus noctula</i>	123
Abb. C-33: Vergleich der Präferenzen des UG 4 im Vorland (ohne Standort <i>Flussufer</i>) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei <i>Nyctalus noctula</i>	123
Abb. C-34: (fünf Grafiken): Darstellung der nächtlichen Aktivität von <i>P. nathusii</i> im Zeitverlauf der Nacht über die Saison 2013	127
Abb. C-35: Verteilung der Aktivität von <i>Pipistrellus nathusii</i> über Nachtanteile	128
Abb. C-36: Verteilung der Aktivität von <i>Pipistrellus nathusii</i> über Nachtanteile im UG4 Hörschel, Standort „Flussufer“, in den Untersuchungsperioden Frühjahr bzw. Sommer-Herbst	129
Abb. C-37: (fünf Grafiken): Darstellung der nächtlichen Aktivität von <i>N. noctula</i> im Zeitverlauf der Nacht über die Saison 2013	132
Abb. C-38: Verteilung der Aktivität von <i>Nyctalus noctula</i> über Nachtanteile	133
Abb. C-39: Vergleich der Anteile Sequenzen <i>Pipistrellus nathusii</i> an den jeweiligen Standorten über die beiden Saisons „Frühjahr“ und „Sommer-Herbst“ und Gesamtzeitraum der Untersuchung in den UG des Mittelgebirges	134
Abb. C-40: Vergleich der Anteile Sequenzen <i>Nyctalus noctula</i> an den jeweiligen Standorten über die beiden Saisons „Frühjahr“ und „Sommer-Herbst“ und Gesamtzeitraum der Untersuchung in den UG des Mittelgebirges	135
Abb. C-41: Präferenzen von <i>Pipistrellus nathusii</i> an den jeweiligen Standorten <i>Sattel, Hang, Höhe</i> für Frühjahr (a) und Sommer-Herbst (b) und den Gesamtzeitraum (c) in den UG1-3 des Mittelgebirges.	136
Abb. C-42: Präferenzen von <i>Nyctalus noctula</i> an den jeweiligen Standorten <i>Sattel, Hang, Höhe</i> für Frühjahr (a) und Sommer-Herbst (b) und den Gesamtzeitraum (c) in den UG1-3 des Mittelgebirges.	137
Abb. C-43: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von <i>Pipistrellus nathusii</i> an der Weißen Elster in Gera im Jahr 2013	147
Abb. C-44: Untersuchungsgebiete für Geodatenlogger der drei Arten.	154
Abb. C-45: Geodatenlogger vom Typ GDL2-6 (2013)	155
Abb. C-46: Geodatenlogger vom Typ GDL2-9 (2014)	155
Abb. C-47: Funktionsweise von Geodatenloggern	156
Abb. C-48: Loggerdaten 11FD <i>N. noctula</i> , 18.8.2013	163
Abb. C-49: Loggerdaten 11FD <i>N. noctula</i> , 19.8.2013	163
Abb. C-50: Loggerdaten 11FD <i>N. noctula</i> , 21.8.2013	164
Abb. C-51: Loggerdaten 11FD <i>N. noctula</i> , 22.8.2013	164
Abb. C-52: Loggerdaten 11FD <i>N. noctula</i> , 27.8.2013.	164
Abb. C-53: Positionsrechnungen für drei <i>Nyctalus noctula</i>	165
Abb. C-54: Loggerdaten 11LV <i>N. leisleri</i> , Nacht vom 29.7.2013	166
Abb. C-55: Positionsrechnungen für die männliche <i>Pipistrellus nathusii</i> 2014	168
Abb. C-56: Wiederfänge von <i>N. noctula</i> innerhalb derselben Migrationsperiode	176

Abb. C-57: Ausgangsgebiet für die Abendseglertelemetrie 2013 und 2014	177
Abb. C-58: Gebäudequartier bei Beznau/Aargau (CH)	178
Abb. C-59: Ausflugszählungen 2013 und 2014 Zürich	178
Abb. C-60: Unteres Aaretal	179
Abb. C-61: Blick vom Horchposten Küssaburg (518 m) Richtung West-Nordwest	180
Abb. C-62: Suchfahrten und -flüge am 5.-7.5.2014 nach der Abwanderung von 5 Weibchen.	183
Abb. C-63: Peilsektoren (Bsp. Weibchen W18) und Signalstärken	185
Abb. C-64: Aufenthaltsdauer und Abwanderung aller Sendertiere im untere Aaretal	189
Abb. C-65: Abwanderung von Weibchen W18 und W8	192
Abb. C-66: Abwanderung von Weibchen W101 und W103	193
Abb. C-67: Abwanderung von Weibchen W106 und W107	194
Abb. C-68: Abwanderung von Weibchen W108 und W102	195
Abb. C-69: Abwanderung aller acht verfolgten Sendertiere 2013 und 2014	196
Abb. C-70: Sukzessive Abwanderung der Sendertiere 2013 und 2014 in Bezug zu lokalen Temperaturen	197
Abb. C-71: Verteilung der Klassen (Zonen) der Wasserstoffisotope aus Niederschlag (Jahresmittel) über das Verbreitungsgebiet des Großen Abendseglers	199
Abb. C-72: Zuordnung von 49 Männchenproben zu den potenziellen Herkunftsgebieten nach Isotopenklassen	199
Abb. C-73: Zuordnung von 47 Weibchenproben zu den potenziellen Herkunftsgebieten nach Isotopenklassen	200
Abb. C-74: Zuordnung aller Proben zu den potenziellen Herkunftsgebieten nach Isotopenklassen ..	200
Abb. C-75: Verteilung von Männchen, Weibchen und allen Tieren auf die Isotopenzonen.	201
Abb. C-76: Mögliches Herkunftsgebiet der verfolgten Weibchen W18 und W8 aufgrund von Wasserstoffisotopen-Analysen	201
Abb. C-77: Verlassen des Gebietes von 15 Sendertieren im Vergleich zu ihrem Isotopwert	204
Abb. C-78: Landschaft zwischen Bodensee (Hintergrund) und Donautal aus ca. 400 m Höhe	207
Abb. F-1: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April)	223
Abb. F-2: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August)	224
Abb. F-3: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember)	225
Abb. F-4: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April)	226
Abb. F-5: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August)	227
Abb. F-6: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember)	228
Abb. F-7: Anzahl Fundorte der Rauhautfledermaus pro Dekade (Januar bis April)	229
Abb. F-8: Anzahl Fundorte der Rauhautfledermaus pro Dekade (Mai bis August)	230
Abb. F-9: Anzahl Fundorte der Rauhautfledermaus pro Dekade (September bis Dezember)	231

Abb. F-10: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Januar bis April)	232
Abb. F-11: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Mai bis August)	233
Abb. F-12: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus pro Dekade (September bis Dezember)	234

Tabellenverzeichnis

Tab. B-1: Überblick über die Datenquellen und Ansprechpartner	22
Tab. B-2: Vergleichende Eckdaten zur Migration und Auswertungen der Beringungsdaten.....	27
Tab. B-3: Zuordnung der Tage eines Monats auf die 36 Dekaden.....	29
Tab. C-1: Position (Koordinaten) der Standorte in den vier UG.....	88
Tab. C-2: Übersicht zu Laufzeiten, Gerätenächten und Ausfallzeiten an den einzelnen Standorten 2013.....	95
Tab. C-3: Übersicht zu Anzahl und Anteil erfasster Fledermaussequenzen in den Untersuchungsgebieten.....	100
Tab. C-4: Erwartete Hauptaktivität der vier Beobachtungsarten am Thüringer Wald (Zone 3) in den Zugperioden (angegeben sind Dekaden).....	116
Tab. C-5: Übersicht über die gesammelten Daten von insgesamt 10 wiedergefundenen Loggern im Sommer 2013 und 2014	158
Tab. C-6: Anzahl gefangener Abendsegler und Fangorte 2013 und 2014	181
Tab. C-7: Ergebnisse zum Beginn der Migration von den Sendertieren.....	188
Tab. C-8: Orte der Probenentnahmen und Isotopenwerte	198
Tab. C-9: Klasseneinteilung (<i>natural breaks</i>) mit $\delta^2\text{H}_{\text{precip}}$ --Grenzwerten für die Kartendarstellungen in Abb. C-70 bis C-75.	198
Tab. F-1: Übersicht zu Anzahl und Anteil erfasster Sequenzen aller Fledermausarten in allen UG und Standorten	235
Tab. F-2: Erläuterung der Kürzel zum Analysebaum batIdent (Fa. ecoObs).....	236

Kartenquellen

Für alle Ländergrenzen und Gewässersysteme wurden Daten von ESRI verwendet.

Sofern nicht in den Karten bzw. Abbildungsunterschriften gekennzeichnet (z.B. Abb. C-56, C-62), wurden folgende Kartengrundlagen herangezogen:

Shaded Relief: (http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Shaded_Relief); surface elevation as shaded relief, basemap, ESRI; verwendet in Abb. C-57, C-63, C-65 bis C-69.

World Physical Map: (http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Physical_Map); verwendet in Abb. C-1, C-2.

World Relief Map (www.shadedrelief.com); verwendet in Abb. B-1, B-4, B-11, B-18, B-25.

ZUSAMMENFASSUNG

Wandernde Fledermausarten stehen zunehmend unter Druck durch anthropogene Habitatveränderungen, Klimawandel und immer mehr Windkraftanlagen, die in den letzten zwei Jahrzehnten gebaut wurden. Deshalb ist es wichtig, die Kenntnisse über die saisonalen Migrationen und die Zugwege der Fledermäuse zu erweitern. Das Bundesamt für Naturschutz hat 2012 das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Identifizierung von Fledermauswanderwegen und -korridoren“ als Pilotstudie und mit dem Ziel initiiert, Methoden zur Untersuchung der Wanderwege zu bewerten und erste Ergebnisse zu liefern. Die Projektergebnisse sind in vier Teile gegliedert (die nachfolgende Buchstabenkennung bezieht sich auf das Inhaltsverzeichnis): (B) Datensammlung für phänologische Analysen, (C.1) Sammlung habitatspezifischer Daten in einem akustischen Transekt im Thüringer Wald und dessen Vorland, (C.2) Bewertung lichtempfindlicher Geodatenlogger (*geolocator*), (C.3) Telemetrie von *Nyctalus noctula* zu Beginn der Frühjahrsmigration.

(B) Datensammlung für phänologische Analysen

Dieses Teilprojekt beschäftigte sich mit dem räumlich-zeitlichen Auftreten der vier wandernden Arten *Nyctalus noctula* (Großer Abendsegler), *Nyctalus leisleri* (Kleiner Abendsegler), *Pipistrellus nathusii* (Rauhautfledermaus) und *Vespertilio murinus* (Zweifarb-fledermaus). Fast 70.000 Beobachtungsdaten an knapp 20.000 Fundorten wurden für Deutschland, Österreich und die Schweiz zusammengestellt. Sie stammen aus der Literatur, von Datenbanken der Koordinationsstellen, Naturkundemuseen, Beringungszentralen, Naturschutzämtern, Naturschutzorganisationen, der Schweizer Stiftung Fledermaus-schutz und Experten. Mehr als 1.000 Fledermauskundler trugen zum Datenpool bei, der in manchen Regionen fünf oder sechs Jahrzehnte abdeckt.

Das räumliche Auftreten auf Populationsebene wurde analysiert und in UTM-Rasterkarten als Funktion der Zeit in 10-Tages-Abschnitten („Dekaden“) für den Untersuchungsraum geplottet. Dieser Raum überspannt mehr als 1.000 km zwischen Sommer- und Wintergebieten und repräsentiert einen guten Teil des mitteleuropäischen Migrationsgebietes, in dem sich die Fledermauspopulationen zweimal jährlich verschieben.

Migration von *N. leisleri* und *P. nathusii* findet nach diesen Auswertungen über eine große Entfernung und gerichtet statt. Im Gegensatz dazu erscheint die Populationsverschiebung von *N. noctula* wenig ausgeprägt. Allerdings könnte hier eine gestaffelte Verschiebung von Teilpopulationen, die durch die Analysen nicht detektierbar sind, größere Bewegungen kaschieren. Für *V. murinus* deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das Migrationsmuster dieser Art wahrscheinlich komplexer ist als angenommen; der bisherige Datenumfang zu dieser Art ist jedoch vergleichsweise gering.

Die grenzübergreifende Zusammenstellung von Fledermausbeobachtungen wie sie in diesem Projekt möglich war, stellt eine neue Grundlage für umfassende Raum-Zeit-Analysen zu einem schwer fassbaren Thema dar. Auf diesem Ansatz aufbauende Auswertungen sowie der Ausbau der Datenbank könnten die Kenntnis zur Phänologie noch deutlich erweitern.

(C.1) Sammlung habitatspezifischer Daten in einem akustischen Transekt im Thüringer Wald und dessen Vorland

Vier Fragen zum Zuggeschehen standen im Fokus dieses Teilprojektes:

1. Ziehen die Fledermausarten auf breiter Front über Mitteleuropa?
2. Meiden die Fledermausarten auf ihrem Zug das Gebirge?

3. Dienen einzelne Talzüge im Mittelgebirge als wichtige Wanderrouten?
4. Bevorzugen die Fledermausarten im Mittelgebirge kleinräumige spezielle Geländestrukturen wie z.B. Talhänge?

Im Frühjahr und Sommer/Herbst 2013 wurde die Flugaktivität von Rauhaufledermaus und Großem Abendsegler über dem Kamm des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges und in der vorgelagerten Ebene dauerhaft über mehrere Wochen mit Hilfe automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Über eine Strecke von 100 km wählten wir drei Untersuchungsgebiete auf dem Gebirgskamm sowie ein Referenzgebiet in der Ebene, wobei jedes Gebiet in sich drei Standorte aufwies, die verschiedene Habitate und Landschaftsstrukturen repräsentierten: im Mittelgebirge „Sattel“, „Hang“ und „Höhe“, im Vorland „Flussufer“, „Hügel 1“ und „Hügel 2“. Daten wurden so an 12 verschiedenen Standorten erhoben.

An jedem Standort traten beide Arten sowohl zur Frühjahrs- als auch zur Herbstmigration auf. Die meisten Sequenzen wurden dabei im Vorland aufgenommen, wo die Rauhaufledermaus mit hoher Aktivität im Frühjahr deutlich herausstach. Aktivitätspeaks ließen sich anhand der mittleren Aktivität für beide Zugperioden ermitteln. Demnach zog *P. nathusii* 2013 im Frühjahr besonders stark um den 8. April, *N. noctula* erst um den 15. April. Der Herbstzug fand bei *P. nathusii* ab Ende Juli und bei *N. noctula* ab Mitte August statt.

Zwischen den drei Mittelgebirgsstandorten zeigte sich kein signifikanter Aktivitätsunterschied. Dagegen hob sich das Gebiet in der Ebene mit sehr hoher Aktivität deutlich von den Gebieten auf dem Kamm ab. Verantwortlich für diese hohe Aktivität war der Habitatstandort direkt am Flussufer. Im Mittelgebirge wurde kein Habitatstandort gegenüber einem anderen bevorzugt.

Die Aktivität wechselte im Verlauf der Nacht; diese Ergebnisse halfen, Verhaltensunterschiede und Status zwischen beiden Arten zu identifizieren (Zug vs. reguläre Nahrungssuche in der Nähe eines Quartiers).

Die Fragen lassen sich mit den Daten nachfolgend beantworten:

1. Mit hoher Sicherheit muss für Fledermäuse von einem Breitfrontenzug ausgegangen werden. An allen 12 Standorten traten die untersuchten Arten zum Frühjahrs- und Herbstzug auf, wobei im Frühjahr 2013 in allen vier Gebieten bei beiden Arten synchron zwei Peaks erkennbar waren. Es sind konkrete Zugnächte identifizierbar; sie treten in allen Gebieten gleichzeitig auf.
2. Gebirge werden von ziehenden Tieren nicht gemieden. Zugpeaks waren in allen Untersuchungsgebieten gleichermaßen erkennbar. Die sehr hohe Aktivität am Standort „Flussufer“ in der Ebene speiste sich offenbar auch aus Verhaltensweisen wie der Nahrungs- und Quartiersuche in Rastgebieten oder der herbstlichen Paarung, die das eigentliche Zuggeschehen überlagern.
3. In allen Mittelgebirgsgebieten (drei Talzüge) ähnelten sich die Aktivitäten, die fast ausschließlich vom Zuggeschehen stammten (gestützt durch die Analyse des nächtlichen Aktivitätsverlaufes). Einzelne Talzüge scheinen demnach gegenüber anderen Talzügen keine herausragende Rolle bei der Wanderung zu spielen.

4. Die Auswertungen ergaben keine eindeutigen Präferenzen für bestimmte Habitate oder Geländestandorte. Die Daten erlauben, möglicherweise bedingt durch eine hohe Heterogenität der Standorte und die geringe Stichprobengröße, keine gesicherten Aussagen.

Schlussfolgerungen für die Windkraftproblematik:

- Breitfrontenzug lässt die Existenz von „Zugkorridoren“ für Fledermäuse unwahrscheinlich werden; eine kartographische Darstellung des Zugraums entspräche nach derzeitigem Kenntnisstand der gesamten Landesfläche. Eine Zugwegekarte für Fledermäuse erscheint nach derzeitigem Wissensstand nicht sinnvoll.
- Um in Nächten mit hoher Fledermausaktivität während der Zugzeiten Schlagopferzahlen durch die Nutzung der Windenergie erheblich zu reduzieren, bieten sich flächendeckend Abschaltzeiten, z.B. mithilfe der fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmen an. Darüber hinaus sind nach den Empfehlungen von EUROBATS die Veränderung des Anstellwinkels der Rotorblätter (*blade feathering*) oder die Erhöhung der Anlaufgeschwindigkeit von Turbinen (*cut-in wind speeds*) ebenfalls grundsätzlich sinnvoll.
- Rast- und Paarungsgebiete (Hotspots) ziehender Arten sind multifunktionale Orte und haben populationserhaltende Bedeutung. Sie stellen die Ressourcen (Nahrung, geeignete Quartiere) für die Regeneration während der Migration und zur Fortpflanzungszeit bereit. Solche Gebiete sind zwar erst teilweise bekannt, jedoch ist klar, dass der Verzicht auf Windenergienutzung in diesen Gebieten und in ihrem direkten Umfeld den Erhalt der Fledermauspopulationen am effektivsten sicherstellt.

(C.2) Bewertung der Funktionalität lichtempfindlicher Geodatenlogger (*geolocator*)

In Kooperation mit der Schweizerische Vogelwarte Sempach wurde die Anwendbarkeit von Geodatenloggern zur Erforschung von Fledermauswanderungen an den drei Arten *N. noctula*, *N. leisleri* und *P. nathusii* anhand der Fragestellungen getestet: 1) Können die Logger zur Aktivitätszeit der Fledermäuse noch Licht messen? 2) Ist eine funktionelle und tiergerechte Langzeitanbringung bei Fledermäusen möglich?

Für die erste Frage wurden in Kurzzeittests zwei Loggertypen mit unterschiedlicher Lichtempfindlichkeit eingesetzt; sie erlauben Messungen bis -6° bzw. -9° Grad Sonnenstand. Insgesamt wurden 20 Große Abendsegler, 14 Kleine Abendsegler und 12 Rauhautfledermäuse mit Loggern versehen, im Jahr 2013 zunächst mit dem schwächeren (lichtunempfindlicheren), 2014 mit dem stärkeren (lichtempfindlicheren) Loggertyp (bis -9°). Bereits der schwächere Typ zeigte sich für den Großen Abendsegler erfolgreich; die Chips zurückgefangener Tiere hatten auswertbare Daten aufgezeichnet. Für die beiden anderen Arten jedoch ist nur der empfindlichere Loggertyp erfolgversprechend. Wahrscheinlich aufgrund zu späten Ausfliegens der Tiere oder wegen technischen Versagens wurden beim schwächeren Loggertyp keine Lichtwerte registriert. Daten liegen hierzu von der Rauhautfledermaus vor.

Die zweite Frage wurde im Rahmen eines ersten Langzeitversuchs mit dem empfindlicheren Loggertyp an Großen Abendseglern getestet. Im Sommer 2014 wurden 12 Weibchen mit einem speziell entwickelten Halsband und daran befestigten Loggern versehen. Aus unerklärlichen Gründen konnte im folgenden Frühjahr bis Sommer kein Tier wiedergefangen werden, obwohl die Wiederfangrate von Ringtieren in diesem Untersuchungsgebiet unter

normalen Bedingungen mindestens 40% beträgt. Bis zur Klärung der Ursachen für das Ausbleiben der Tiere muss die Anbringungsmethode in dieser Form als ungeeignet eingestuft und Langzeitstudien mit Halsbändern sollten aufgrund dieses besorgniserregenden Ergebnisses generell hinterfragt werden.

(C.3) Telemetrie von *Nyctalus noctula* zu Beginn der Frühjahrmigration

Im April/Mai 2013 und 2014 führten wir Telemetriestudien an der deutsch-schweizerischen Grenze im Unteren Aaretal/Kanton Aargau (CH) und Oberen Rheintal bei Waldshut durch. 24 Weibchen des Großen Abendseglers (2013: 16, 2014: 8) wurden besendert, die zuvor an einem Gebäudequartier auf einer Industrieanlage sowie in Nistkästen und Baumhöhlen eines nahegelegenen Buchenwaldes beim abendlichen Ausflug gefangen wurden. Die Verfolgung fand sowohl vom Boden als auch aus der Luft statt (Quartiersuche bei Tag).

Von 19 Weibchen dokumentierten wir den Tag der Abwanderung aus dem Untersuchungsgebiet, für acht Individuen gelang zudem die Beobachtung der Abflugrichtung und -uhrzeit. Darüber hinaus konnten zwei Weibchen über mehrere Stunden direkt verfolgt und somit der Beginn der Frühjahrmigration sicher belegt werden. Für diese Tiere lässt sich die geflogene Route für die erste Hälfte ihrer ersten Migrationsnacht relativ genau nachzeichnen. Ein Tier bewegte sich nicht auf einer geraden Luftlinie fort, sondern flog zahlreiche Schleifen und Umwege. Dadurch verdoppelte sich die tatsächlich geflogene Strecke nahezu. Der gesamte zurückgelegte Migrationsweg ist also möglicherweise deutlich länger als die direkte Linie zwischen Anfangs- und Endpunkt einer Zugroute. Die Abweichungen lassen sich beispielsweise durch Nahrungsaufnahme bzw. die Suche nach verfügbarer Nahrung erklären, die den Fledermäusen eine kontinuierliche Migration ermöglicht.

Wetterverhältnisse waren in beiden Untersuchungsjahren unterschiedlich, insbesondere in den der Migration vorausgehenden Wochen, und waren möglicherweise Ursache für ein unterschiedliches Zugverhalten. Während die Temperaturen 2013 moderat schwankten und Sendertiere über einen Zeitraum von sechs Wochen hinweg nahezu nacheinander das Gebiet verließen, begannen im Jahr 2014 die meisten der Sendertiere den Zug nach einer ungünstigen Witterungsphase am selben Tag und innerhalb von 15 Minuten. Darüber hinaus schienen die Abendsegler das Gebiet in beiden Jahren in unterschiedliche Richtungen verlassen zu haben. Die beiden im ersten Jahr verfolgten Tiere nutzten eine ähnliche Route in Richtung des Eingangs zum Oberen Donautal im Nordosten vom Unteren Aaretal. Im Gegensatz dazu schlugen sechs andere Individuen im zweiten Jahr eine östlichere Richtung zum Bodensee ein. Dieses Ergebnis wirft Fragen auf, z.B. hinsichtlich des Ziels der in der Nordschweiz überwinternden und durchziehenden Populationen. Hierzu führten wir Isotopenanalysen an Haarproben von fast 100 Abendseglern aus verschiedenen Winterquartieren des Gebietes durch. Demnach stammten die Tiere geographisch aus einem Raum zwischen Frankreich im Westen und sehr weit im Nordosten gelegenen Gebieten nahe dem Ural, wobei zwischen den Geschlechtern kaum ein Unterschied zu erkennen war. Generell schienen die Männchen aus einer größeren Entfernung ins Aaretal gekommen zu sein als die Weibchen.

SUMMARY

Migrating bats are increasingly under pressure by anthropogenic habitat alterations, climate change and large numbers of wind farms built in the last two decades. Therefore, it is important to learn more about seasonal migration and pathways used by migratory bats. In 2012 the German Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamt für Naturschutz) initiated the Research & Development Project “Identification of bat migration routes and corridors” as a pilot study and to evaluate methods for the study of migratory pathways. The project’s results are structured into four parts (the following letters refer to the table of contents): (B) Data compilation for phenological analyses, (C.1) Sampling of habitat-specific data on seasonal bat activity by using an acoustic transect across the Thuringian Forest, (C.2) Evaluation of the use of light-sensitive geolocators on migratory bats, (C.3) Radiotracking of *Nyctalus noctula* at the onset of spring migration.

(B) Data compilation for phenological analyses: For the four species *Nyctalus noctula* (Noctule Bat), *Nyctalus leisleri* (Lesser Noctule Bat), *Pipistrellus nathusii* (Nathusius’ Bat) and *Vespertilio murinus* (Parti-coloured Bat) we gathered close to 70,000 observational records from almost 20,000 sites in Germany, Switzerland, and various parts of Austria. Data were taken from published literature and made available to us through databases of Coordination Centres for Bat Conservation, natural history museums, banding centres, government agencies for nature conservation / the environment of federal states, the Swiss Foundation for the Protection of Bats, and individual bat researchers. They include observations of more than 1,000 bat workers across the three countries and span up to three, in parts even five or six decades.

We analysed the occurrence of the four migratory species at the population level over time (in 10-day-periods, i.e. “decades”) and space and plotted the phenological presence on UTM grid maps of Central Europe as a function of time. This area, spanning more than 1.000 km between the summer roosts in the Northeast and the hibernacula in the South of the project area, reflects the main area in which migration is known to take place in Central Europe and where populations shift twice annually.

The phenological maps show that migration of *N. leisleri* and *P. nathusii* takes place over large distances and in a distinct direction. In contrast, population shifts of *N. noctula* across Central Europe are seemingly small. However, staggered movements of different parts of the population may obscure considerable overall population shifts, rendering them undetectable by our analyses. For *V. murinus*, limited data show that the migration pattern of this species might be more complex than hitherto expected.

This crossborder compilation of bat occurrence data is an unprecedented resource for geographical and temporal analyses of the elusive movements of migrating bats. We conclude that further and more detailed analyses have the potential to advance our understanding of the phenology of migrating bats.

(C.1) Sampling of habitat-specific data on seasonal bat activity using an acoustic transect across the Thuringian Forest and its foreland: We focussed on four key questions:

1. Do bat species migrate across Central Europe in a broad front?
2. Do bat species avoid crossing mountains during migration?
3. Are particular mountain valleys important as migration routes?

4. Do bat species prefer to cross mountains locally at specific terrain structures such as along slopes?

In spring and summer/autumn of 2013 we conducted a long-term activity study of *Nathusius'* pipistrelles and noctule bats on the ridge of the Thuringian Forest and its plain foreland using automated call recording over several weeks. Spanning 100 km all together we chose three sites on the mountain ridge and one site on the plains as a reference, each site locally consisting of three subsites representing different habitats and landscape structures: in the mountains "saddle", "slope" and "hilltop", on the plain "valley", "hill 1" and "hill 2". This way data were collected at 12 different sampling sites.

Both species occurred at each site both during spring and autumn migration. We recorded most call sequences on the plain where activity of *P. nathusii* in spring clearly stood out. Mean activity in *P. nathusii* peaked in spring around April 8th in 2013 and in *N. noctula* around April 15th. Autumn migration started for *Nathusius'* pipistrelle at end of July, for noctules in mid-August.

There was no significant difference in activity among the three mountain sites, but activity at all three mountain sites was significantly lower than on the plain where activity was much higher specifically at the "valley" site, which was located next to a stream. In the mountains no local (habitat/terrain) site dominated over another.

Activity varied in the course of the night; these results helped to identify behavioural differences between, and status of, both species (migration vs. regular foraging behaviour in the vicinity of roosts).

With our results the key questions can be answered as follows:

1. Bats migrate most likely in broad fronts. Both species occurred at all 12 study sites both in spring and autumn. In spring 2013 we observed two synchronized peaks at each of the four study sites, i.e. particular migration nights can be identified.
2. Migrating bats do not necessarily avoid the crossing of mountains. Migratory peaks were identifiable at all study sites. Extremely high activity at the "valley" site of the plain probably was induced by foraging and search for roosts at a stopover site or by the mating season with its special behaviour in autumn, thus masking the actual migration.
3. By including the analyses of the activity in the course of the night we can show that activity at the three mountain sites mainly derived from regular migration behaviour and that it was similar between the sites. No particular location (geographical region) seems to be more important than any other location for migration.
4. Our analyses did not reveal a clear preference towards a particular habitat or terrain structure, possibly caused by the sites' heterogeneity and the small sample size.

Conclusions for problems with wind energy:

- A broad-front migration makes the existence of migration corridors for bats unlikely; based on our current knowledge, migratory regions cover the entire country and a map for bat migration does not appear to make sense.
- To reduce the death toll at wind farms, turbine shutdowns e.g. via bat-friendly algorithms are strongly recommended in nights with high bat activity during migration periods. Fur-

thermore, following recommendations by EUROBATS, blade feathering and increase of cut-in wind speeds are valuable reasonable measures.

- Stopover sites and sites important for reproduction (hotspots) have multiple purposes in providing sufficient food and roosts for a high number of bats during migration and reproduction and are therefore of population-sustaining significance for migrating species. Abstaining from the use of windturbines or windfarms on such sites and in their immediate surroundings will best support the conservation of bat populations.

(C.2) Evaluation of the functionality of light-sensitive geolocators: In cooperation with the Swiss Ornithological Institute Sempach we tested the utility of geolocators for the study of bat migration using the three species *N. noctula*, *N. leisleri* and *P. nathusii* posing the questions: 1) Do the loggers detect light at the time of bat activity? 2) Is it possible to mount loggers on the animals in a bat-friendly and not harmful way for long-term studies?

We addressed the first question in a short-term test by using two different types of loggers detecting light up to -6° and -9° solar altitude, respectively. All in all, loggers were attached to 20 noctules, 14 Leisler's bats and 12 Nathusius' bats using the weaker (less light-sensitive) type of logger in 2013 and the stronger (more light-sensitive) (up to -9°) in 2014. The weaker type worked fine for noctules; loggers of recaptured animals had stored data suitable for analysis. This type did not work for the other two species, possibly due to technical failure and late emergence from the roost when light intensity was too low. Only data collected from the more sensitive type of logger (Nathusius' bat) proved to be useful.

We began a long-term study covering two migration periods to test a mounting method for loggers using a specially designed collar on noctules. In summer of 2014 we captured 12 females; inexplicably none of these bats could be recaptured during the following spring/summer even though the regular recapture rate of banded animals from this study site is at least 40%. Until the reasons for the non-appearance of marked bats are understood this attachment method for long-term studies must be rated not suitable and the use of collars in long-term studies should be questioned in general.

(C.3) Radiotracking of noctule bats at the onset of spring migration: In mid-spring (April/May) of 2013 and 2014 we conducted radio-tracking studies at the border between Switzerland and Germany (Lower Aare Valley, Canton of Aargau/CH and Upper Rhine Valley near Waldshut/DE). We tagged 24 female *Nyctalus noctula* (2013: 16, 2014: 8) captured from a building roost at an industrial site and from bat boxes in a nearby beech forest during evening emergence, tracking them on the ground during the night and from the air during daylight search.

We documented the day of departure from the study area for 19 females, additionally observing the direction and time for eight individuals. Furthermore we succeeded in following two noctules from the ground for several hours almost continuously, confirming the onset of spring migration for these two bats. For the first part of their first night of migration we were able to reconstruct their flight paths with high probability. One of the animals took many detours and loops instead of flying a straight line, almost doubling the direct distance covered. An individual's total migratory flight path therefore can be considerably longer than the straight line between the start and end points of migration. The loops were presumably due to foraging bouts and food availability, enabling the bat to move on for many hours.

Between 2013 and 2014 there were striking differences in weather in the weeks and days preceding migration, possibly causing a different migratory behaviour. Whereas in 2013 temperatures fluctuated moderately and the tagged animals departed over a period of 6 weeks almost on a one-by-one basis, in 2014 most of the bats tracked started migration on the same day and within 15 minutes after a period of unseasonally low temperatures. Furthermore, noctules appeared to leave the area in different directions in the two study years. Both animals tracked in 2013 used a similar route and direction towards the entrance to the Upper Danube Valley in the Northeast. In contrast, in 2014 the bats headed in a more easterly direction towards Lake Constance. This raises questions about the final destination of the hibernating and stop-over bat populations from Northern Switzerland, which we also approached by conducting isotope analyses of fur from nearly 100 noctules from different hibernacula in the region. According to these results bats originated between France in the West of our study area and regions as far east as the area close to the Ural mountains. There was no significant difference between the sexes. Generally males seemed to have come to Northern Switzerland from further away than females.

A Einleitung

A.1 Projekthintergrund und -ziele

Das erklärte Ziel der Bundesregierung zum Ausbau der Erneuerbaren Energien, speziell der Windkraft, und die damit zusammenhängenden offenen Fragen zu möglichen Zugrouten oder -korridoren der ziehenden Fledermausarten waren Anlass für die Initiierung dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhabens. Es leistet auch einen wichtigen Beitrag zu den EU-ROBATS-Resolutionen der Vertragsparteien von 2010, in denen die Vertragsstaaten aufgefordert werden, prioritäre Untersuchungen zur Bestimmung von Langstrecken-Wanderwegen zu unternehmen und weiterhin Informationen über lokale und weitere Wanderbewegungen der Fledermauspopulationen zu sammeln.

Das Konfliktpotenzial durch Kollisionen der wandernden Fledermäuse mit den Windkraftanlagen ist hoch und sollte vermieden werden, d.h. Anlagen sollten nicht dort errichtet werden, wo wichtige Zugwege verlaufen könnten, die es jedoch zunächst zu identifizieren gilt.

Vier Arten rechnet man in Mitteleuropa zu den weit wandernden Fledermäusen. Alle stehen sowohl unter dem strengen und besonderen Schutz des Bundesnaturschutzgesetzes als auch im Anhang IV der FFH-Richtlinie. In der bundesdeutschen Roten Liste gefährdeter Tiere wird *Nyctalus noctula* (Großer Abendsegler) in Kategorie V (Vorwarnliste), *Nyctalus leisleri* (Kleiner Abendsegler) und *Vespertilio murinus* (Zweifarbfladermaus) in Kategorie D (Daten unzureichend) und *Pipistrellus nathusii* (Rauhautfladermaus) als ungefährdet eingestuft (HAUPT et al. 2009).

Zum Verhalten einzelner Individuen während des Zuges ist bisher nahezu nichts bekannt und die in der Zugforschung verwendeten Methoden beantworten meist nicht die Frage nach der beflogenen Route (CRYAN & DIEHL 2009, FURMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, HOLLAND & WIKELSKI 2009, POPA-LISSEANU & VOIGT 2009, RODRIGUES et al. 2015). Alle Daten, die die Ortsveränderung einer Fledermaus während des Zugs – also in großräumig gerichteter Bewegung – auch nur für kurze Zeit nachzeichnen können, stellen somit einen Fortschritt dar. Dabei geht es um so basale Fragen wie die, ob sich die Tiere entlang distinkter Landschaftselemente wie beispielsweise Flussläufen oder über Gebirgspässe/Bergeinschnitte von Nord (Nordost) nach Süd (Südwest) bzw. umgekehrt bewegen oder einfach in breiter Front über das Land ziehen. Auch die Frage nach räumlichen Aggregationen oder Konzentrationspunkten ist noch völlig offen.

Seit 1983 werden in Deutschland Windenergieanlagen gebaut, aktuell sind mehr als 25.000 Anlagen in Betrieb (Stand 30.6.2015; Quelle: [Bundesverband WindEnergie](#)). Bis zum Jahr 2020 soll die Zahl der Anlagen um so viele ansteigen, dass der Anteil der Windenergie an der Stromversorgung 25% beträgt (BEE & AEE 2012). Nach einer Potenzialanalyse sind knapp 8% der Onshore-Fläche Deutschlands für Windenergienutzung geeignet. Werden noch zusätzlich Wälder und Schutzgebiete einbezogen sind es 12,3% bzw. 22,4% (BWE 2010).

Zahlreiche Untersuchungen, anfangs ausschließlich an Vögeln, seit ca. 15 Jahren jedoch auch an Fledermäusen, haben gezeigt, dass das Schlagrisiko für Tiere des Luftraums an Windturbinen zeit- und/oder gebietsweise hoch sein kann. Unter den Fledermäusen sind insbesondere die hoch fliegenden Arten betroffen; sie machen mehr als 90% der Schlagopfer aus. Am häufigsten betroffen sind Großer Abendsegler (fast 50%), Rauhautfladermaus

(ca. 25%), Zwergfledermaus (ca. 11%), Zweifarbfledermaus (ca. 5%) und Kleiner Abendsegler (> 2%) (DÜRR 2015), darunter also alle vier fernwandernden Arten. Zwischen Ende Juli und Anfang September – der Zeit des Flüggewerdens der Jungtiere und dem Beginn der Herbstzugphase – werden die meisten toten Fledermäuse gefunden.

Es ist anzunehmen, dass wandernde und speziell fernwandernde Fledermausarten in besonderem Maße von Windturbinen betroffen sind, da sie während des Zuges zahlreiche Windkraftanlagen passieren müssen. Wenn auch das Wissen über die Zugbewegungen der Fledermäuse in den vergangenen Jahren deutlich angewachsen ist (s. z.B. FLEMING & EBY 2003), so fehlt es immer noch an Informationen zu den eigentlichen Zugrouten, genutzten Habitaten und möglichen Rastplätzen während der saisonalen Wanderungen. Auch der langfristige Einfluss des Fledermausschlags auf lokale und überregionale Populationen ist noch nicht bekannt und wird gerade erst begonnen zu untersuchen (LEHNERT et al. 2014). Manche Autoren vermuten, dass sich große Teile einer ziehenden Population auf enge Räume konzentrieren (FLEMING & EBY 2003, CRYAN & BARCLAY 2009). Insbesondere dann könnten Zugkorridore oder Aggregationspunkte dieser Arten sich mit potenziellen Anlagenstandorten überschneiden. Eine genaue Kenntnis der Zug- und Rastgebiete oder auch möglicher Leitstrukturen in der Landschaft ist daher notwendig, um schon in der Planungsphase von Windkraftanlagen Konflikte minimieren und Fledermauspopulationen weitestgehend vor neuen Gefährdungen schützen zu können.

Die vier hier untersuchten Arten Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Rauhautfledermaus und Zweifarbfledermaus, die alle zu Wanderungen zwischen 1.500 und 2.000 km fähig sind, sind wahrscheinlich besonders von der Thematik Windenergie betroffen. Dieses F&E-Vorhaben konzentriert sich daher auf die Erforschung der Zugwege dieser Arten, wobei die drei Arten Großer und Kleiner Abendsegler und Rauhautfledermaus im Fokus stehen. Bereits in den 1990er Jahren machte das F&E-Vorhaben „Untersuchungen zur Ökologie von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten und Formulierung von Empfehlungen für ihren Schutz“ (Waldfledermausprojekt) auf die Kenntnisdefizite und die Notwendigkeit weiterer Studien zu den Wanderrouten aufmerksam und zeigte den konkreten Untersuchungsbedarf auf (s. Kap. 5 in MESCHÉDE & HELLER 2000). Regelmäßig wurde auch in nachfolgenden Projekten diese Kenntnislücke aufgezeigt (z.B. BRINKMANN et al. 2011, RODRIGUES et al. 2015). Im Waldfledermausprojekt wurden insbesondere Flussläufe als wichtige Landschaften z.B. als Zugwege der Rauhautfledermaus in Betracht gezogen. Diese Vermutung wird durch eine neuere Studie aus Polen gestützt (FURMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009). Unsere Untersuchungen sollen helfen, diese und andere Hypothesen zum Zugverhalten besser zu verstehen.

Zur Erforschung des Zugesgeschehens müssen die beiden Ebenen *Population* und *Individuum* betrachtet werden. Während im Modul 1 mehr die Population bei der Analyse der Phänologiebeobachtungen im Vordergrund steht, konzentrieren wir uns im Modul 3 auf die Ermittlung von Daten für einzelne Individuen.

A.2 Projektaufbau

Das als Pilotprojekt und Machbarkeitsstudie angelegte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben begann im August 2012 und endete im September 2015.

Die wichtigsten Fragestellungen des Projektes lauteten:

- Nutzen fernwandernde Fledermausarten **Zugrouten** und/oder **Rastgebiete** und lassen sich diese identifizieren?
- Bevorzugen sie bestimmte **Landschaftsstrukturen** wie z.B. Flusstäler, Bergkämme oder -hänge und sind diese Strukturen **Konzentrationspunkte**?
- Lassen sich **Migrationsmodelle** und Aussagen zur Art und Weise des Zuggeschehens für die drei Fokusarten Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Rauhaufledermaus ableiten und wie unterscheiden sie sich gegebenenfalls zwischen den Arten?

Es war in drei Module gegliedert:

Modul 1 (Abschnitt B): Recherche, Aufbereitung und Analyse phänologischer Daten für die vier ziehenden Fledermausarten *Nyctalus noctula* (Großer Abendsegler), *Nyctalus leisleri* (Kleiner Abendsegler), *Pipistrellus nathusii* (Rauhaufledermaus), *Vespertilio murinus* (Zweifarbfladermaus). Erste Ergebnisse zu einem Raumausschnitt wurden im 1. Zwischenbericht (Dezember 2012) und beim Treffen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (Februar 2013) vorgestellt. Die hier präsentierten Ergebnisse beruhen auf einer räumlichen Erweiterung der Daten, die nach dem 1. Zwischenbericht stattfand.

Modul 2: Umfassende Recherchen zu den gängigen Feldmethoden und Entwicklung eines Untersuchungskonzeptes zur Erforschung der Migration unter Berücksichtigung und Beurteilung vorhandener Methoden (Pilotstudien). Das Konzept wurde im 2. Zwischenbericht ausführlich dargelegt und beim ersten Treffen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (Februar 2013) diskutiert. Es galt als vorbereitende Arbeit zu Modul 3 und ist hier nicht enthalten.

Modul 3 (Abschnitt C.1-C.3): Durchführung von experimentellen Pilotstudien im Freiland zur Erforschung der Migrationswege. Die Geländeuntersuchungen fanden 2013 bis 2015 an den drei Arten *Nyctalus noctula*, *N. leisleri* und *Pipistrellus nathusii* statt.

B Modul 1 – Phänologie wandernder Fledermausarten

Die nachfolgenden Datenauswertungen geben den Kenntnisstand zum phänologischen Migrationsgeschehen der vier wandernden Fledermausarten *Nyctalus noctula* (Großer Abendsegler), *Nyctalus leisleri* (Kleiner Abendsegler), *Pipistrellus nathusii* (Rauhautfledermaus) und *Vespertilio murinus* (Zweifarbfladermaus) wieder.

B.1 Datengrundlage und Methode

B.1.1 Untersuchungsraum

Untersuchungsgebiet waren die drei Länder Deutschland, Schweiz und Österreich (Abb. B-1). Dieser Teil des mitteleuropäischen Verbreitungsgebiets der Arten soll exemplarisch dazu dienen, die Phänologie wandernder Fledermäuse anhand einer möglichst umfassenden Datenbasis darzustellen. Eine räumliche Ausweitung in alle Himmelsrichtungen wäre in Zukunft ebenso wünschenswert und notwendig wie die Einbeziehung weiterer Datengrundlagen, z.B. aus dem Gondelmonitoring von WEA. Die in den Karten eingeplotteten Wiederfunde veranschaulichen, welcher Gesamtumfang für Analysen mindestens geeignet wäre.

B.1.2 Datenquellen

Für den Untersuchungsraum wurden Daten aus verschiedenen Quellen zusammengetragen; eine Übersicht zeigen Abb. B-3 und Tab. B-1.

Tab. B-1: Überblick über die Datenquellen und Ansprechpartner.

Land/Bundesland	Haupt-Datenquellen	Zeitraum	Ansprechpartner
Baden-Württemberg	Datenbank der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Baden-Württemberg e.V.	1935-2012	Edmund Hensle
Bayern	Fledermausdatenbank am Bayerischen Landesamt für Umwelt	1923-2012	Bernd-Ulrich Rudolph, Andreas Zahn, Matthias Hammer
Brandenburg	private Daten; Literatur	1938-2011	Torsten Blohm, Dr. Günter Heise
Berlin	private Daten; Literatur	1935-2012	Tobias Teige, PD Dr. Christian Voigt
Bremen	Literatur	1997-2007	Lothar Bach
Hamburg	Datenbank der Stadt Hamburg; Literatur	1966-2012	Christian Michalczyk
Hessen	Datenbank der FENA; private Daten; Literatur	1953-2013	Susanne Jokisch Dr. Markus Dietz
Niedersachsen	Datenbank des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN); private Daten; Literatur	1935-2012	Dagmar Stiefel, Lothar und Petra Bach
Nordrhein-Westfalen	Datenbank der Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV); NABU Heinsberg; private Daten; Literatur	1939-2014	Dietlind Geiger-Roswora, Michael Straube, Dr. Henrike und Holger Körber Dr. Henning Vierhaus, Reinhard Wohlgemuth und Irmgard Devrient

Land/Bundesland	Haupt-Datenquellen	Zeitraum	Ansprechpartner
Mecklenburg-Vorpommern	Datenbank des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz u. Geologie; Literatur; Literatur	1966-2012	Angelika Fuß
Rheinland-Pfalz	private Daten; Literatur	1960-2013	Dr. Markus Dietz
Saarland	private Daten; Literatur	1992-2013	Christine Harbusch
Sachsen	Datenbank des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	1895-2012	Dr. Ulrich Zöphel
Sachsen-Anhalt	Literatur	1961-2011	Bernd Ohlendorf
Schleswig-Holstein	Literatur	1927-2012	Matthias Götsche, Rüdiger Albrecht
Thüringen	Datenspeicher der Interessengemeinschaft für Fledermauschutz und -forschung Thüringen e.V. (IFT)	1978-2012	Martin Biedermann, Wigbert Schorcht
Österreich¹	Koordinationsstelle für Fledermauschutz und -forschung Österreich (KFFÖ)	1925-2012	Dr. Guido Reiter, Stefan Wegleitner
Schweiz	Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz, Stiftung Fledermausschutz; Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris	1898-2012	Dr. Hans-Peter Stutz, Dr. Hubert Krättli, Dr. Fabio Bontadina, Pascal Moeschler
Deutschland Österreich Schweiz	Global Biodiversity Information Facility (GBIF)	1923-2011	www.gbif.org
Deutschland – Ringdaten	Beringungszentrale Bonn am Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig	1935-2004	Dr. Rainer Hutterer
Deutschland – Ringdaten	Beringungszentrale Dresden am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	1970-2010	Dr. Ulrich Zöphel, Dagmar Brockmann

¹ In Österreich haben folgende Bundesländer/Einrichtungen in die Bereitstellung der Daten durch die KFFÖ eingewilligt: Niederösterreich (Bernhard Frank), Oberösterreich (Dr. Alexander Schuster), Salzburg (Maria Jerabek), Steiermark (Dietlind Proske), Tirol (Walter Michaeler), Vorarlberg (Cornelia Peter), Wien (Dr. Josef Mikocki), Stadt Linz (Dr. Friedrich Schwarz), Nationalpark Thayatal (Claudia Wurth-Waitzbauer).

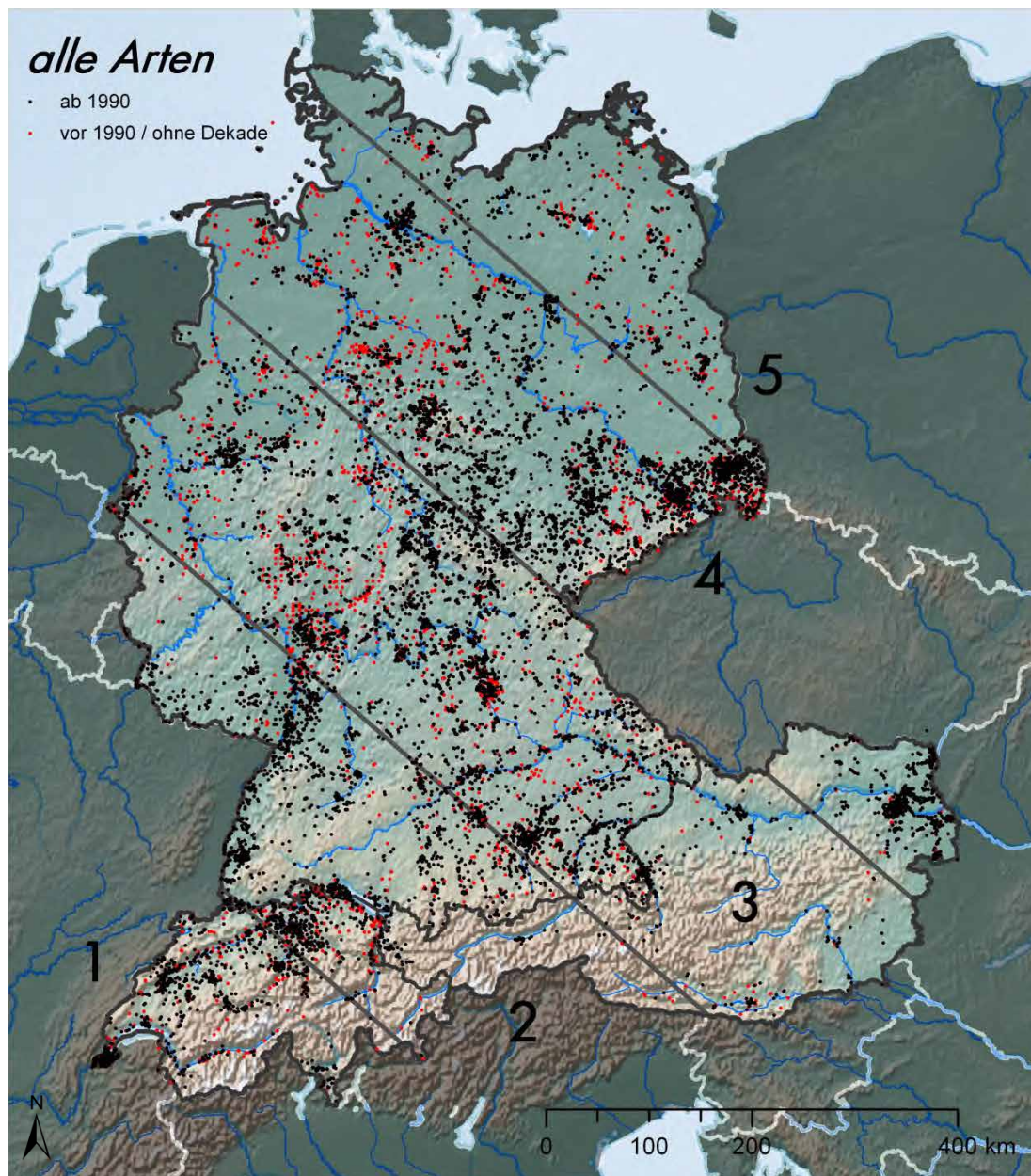


Abb. B-1: Verteilung der Nachweise aus allen Datenquellen im Untersuchungsraum. Totfunde, Negativnachweise, Beobachtungen vor 1990 und ohne Dekadenzuordnung (rote Punkte, $n = 10.340$) gingen nicht in die Analysen ein, Beobachtungen ab 1990 (schwarze Punkte): $n = 58.359$. Für die Erstellung von Phänologiediagrammen (Abb. B-9, B-16, B-23, B-30) wurde der Raum in fünf 215 km breite Zonen unterteilt, die senkrecht zur Hauptzugrichtung liegen; Karte: World Relief Map (www.shadedrelief.com).

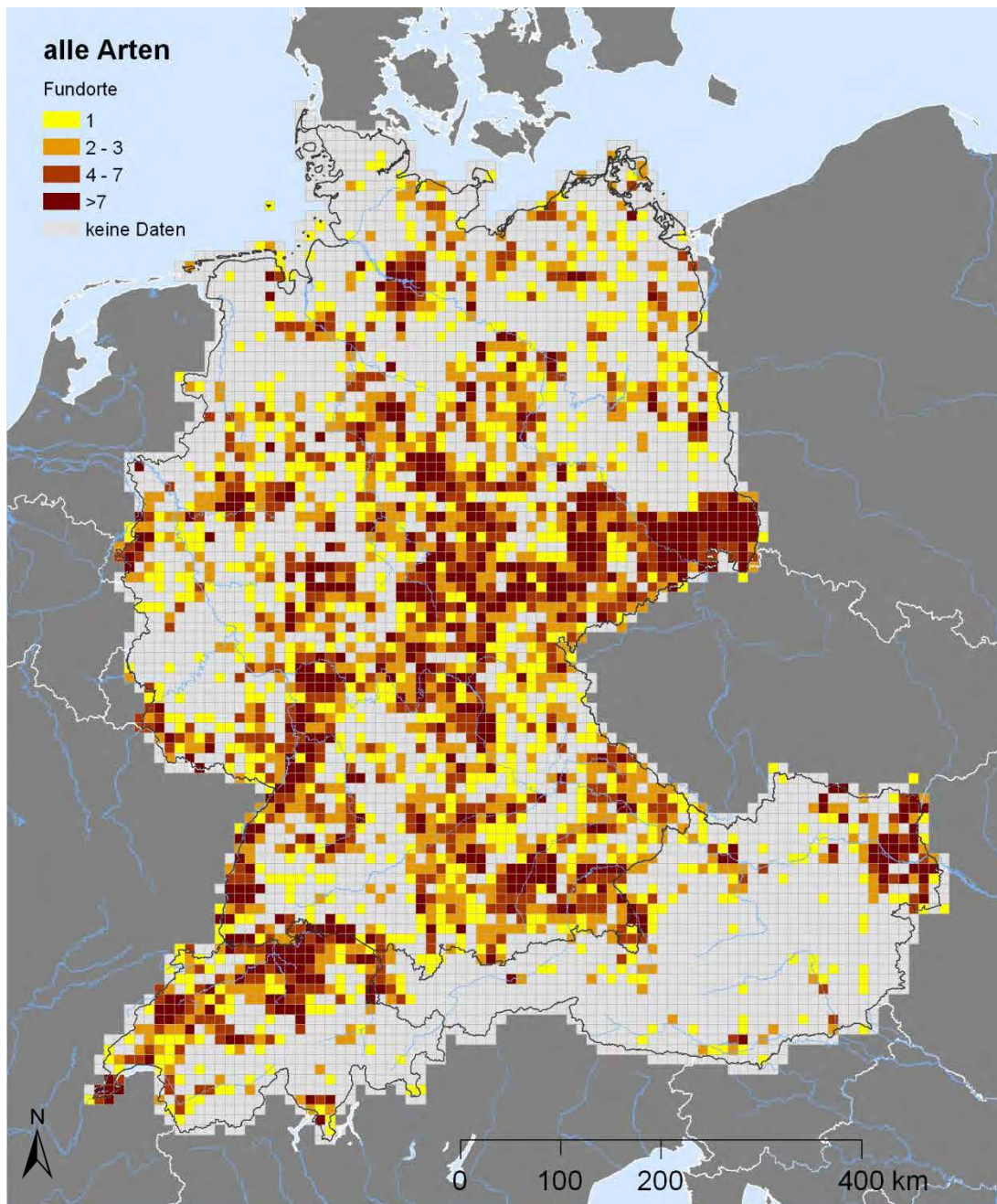


Abb. B-2: Anzahl Fundorte aller Arten mit verwendbaren Nachweisen ab 1990.
Rastergrundlage: 10x10 km UTM.

Aus etwa der Hälfte der gesamten (terrestrischen) Rasterfläche gingen Nachweise in die Analysen ein. Deutlich sind geographische Nachweisschwerpunkte erkennbar, die sich logischerweise mit Bearbeitungsschwerpunkten decken. Leere Rasterfelder bedeuten nicht, dass die vier untersuchten Arten hier nicht vorkommen – dies ist schon aus Verbreitungskarten der Faunawerke einzelner Regionen ersichtlich – sondern nur, dass aus diesem Raster keine Daten zur Verfügung standen oder für die hiesigen Analysen nicht geeignet waren. Die

Interpretation, diese Raster könnten frei von Großem oder Kleinem Abendsegler, Rauhaufledermaus oder Zweifarbfledermaus sein, sind fachlich nicht zulässig. Für nachfolgende Auswertungen ist daher zu beachten, dass sie allein auf Positivnachweisen der in Abb. B-2 farbig markierten Raster beruhen.

Die ältesten Nachweise in der Datenbank reichen bis 1895 und damit mehr als 100 Jahre zurück, die ältesten beringten Tiere stammen aus dem Jahr 1935 (Großer Abendsegler, Frauenkirche Dresden). Für die Auswertungen wurden alle Daten ab 1990 und mit eindeutiger Zuordnung zu einer der 36 Dekaden verwendet (58.359 Nachweise an 16.166 Fundorten). Dieser Datenbestand umfasst ca. 85% der gesammelten Daten (sowohl Fundorte als auch Nachweise). Die Ringdaten der Beringungszentralen Bonn und Dresden nehmen dabei einen wichtigen Anteil ein (s. Abb. B-3). Für sie wurden zunächst die Summen beringter/wiedergefundener Individuen pro Fundort und Datum (Bonn) bzw. Fundort, Dekade und Jahr (Dresden) ermittelt.

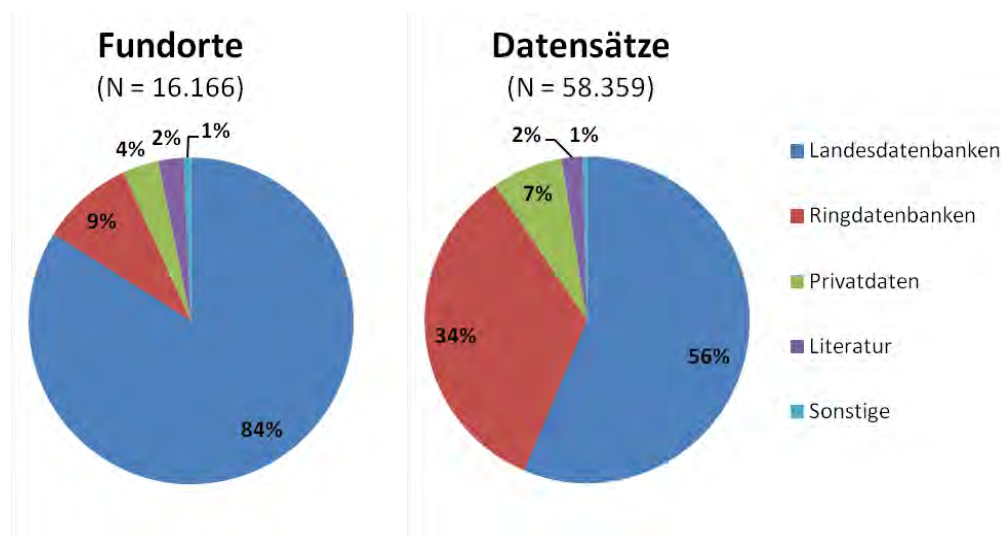


Abb. B-3: Zusammensetzung der Daten aus verschiedenen Quellen.

Die Daten entstammen zahlreichen verschiedenen Datenquellen und Literaturziten (s. B.1.3). Der Datenpool kann damit zwar bereits als umfangreich, dennoch aber nicht als vollständig betrachtet werden. Es ist wünschenswert und sinnvoll, diesen Grundstock an Daten für weiterführende Auswertungen in eine professionelle und allgemein zugängliche Datenbank zu überführen, die langfristig von einer bundesweit – und im Idealfall darüber hinausgehend – tätigen fledermauskundlichen Institution fachmännisch betreut werden kann.

B.1.3 Literatúrauswertung

Überregionale und regionale Fachzeitschriften wurden schwerpunktmäßig für diejenigen Regionen in Deutschland ausgewertet, für die nicht oder nur lückig bzw. für einen geographisch kleinen Teil auf (bundes)landesweite Daten oder Daten von Experten zurückgegriffen werden konnte (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, s. Ende Literaturverzeichnis B.4); aber auch für die übrigen Bundesländer flossen Streudaten aus der Literatur ein. Insgesamt wurden mehr als 200 Veröffentlichungen auf auswertbare Fledermausdaten hin geprüft, ca. 170 davon lieferten für das Ziel dieses Projektes verwendbare Daten. Die Zitate werden dem BfN in einer eigenen Da-

tenbank zur Verfügung gestellt. In den übrigen Regionen waren zentrale Datenbanken oder private Beobachtungen von Fledermausexperten die Hauptdatenquelle (s. Tab. B-1). Landesweite Datenbanken umfassen meistens auch graue Literatur.

B.1.4 Beringungsdatenbanken

Beringungs- und Wiederfunddaten der beiden Beringungszentralen in Bonn und Dresden wurden hinsichtlich zweier Aspekte hinzugezogen:

1. Einbeziehung der Beobachtungspunkte als phänologischer Datenpunkt.
2. Filterung der Wiederfunde im Hinblick auf kürzeste Wiederfundmeldungen zur Ermittlung einer groben Migrationsgeschwindigkeit. Hierzu wurden Wiederfunddaten mit einer Mindestdistanz von 70 km (um lokale Ortswechsel im heimischen Streifgebiet weitestgehend auszuschließen), die in einem Zeitraum von maximal 100 Tagen lagen, extrahiert. Für den Frühjahrszug bildeten Beringungen in den Monaten März-Mai die Grundlage, für den Herbstzug Beringungen in den Monaten Juni-September. Die Ergebnisse sind in Tab. B-2 enthalten.

Tab. B-2: Vergleichende Eckdaten zur Migration und Auswertungen der Beringungsdaten.
MW = Mittelwert.

	<i>N. leisleri</i>	<i>N. noctula</i>	<i>P. nathusii</i>	<i>V. murinus</i>
Frühjahrszug: Beringung März-Mai, Wiederfund mind. 70 km entfernt und nach max. 100 Tagen				
Anzahl Tiere (n)	---	24	---	---
Tage zwischen Fang und Wiederfang	---	1-96 (MW 54)	---	---
Distanz (km)	---	74-773 (MW 245)	---	---
Migrationsgeschwindigkeit Strecke/Nacht (km)	---	1,2-74 (MW 8,5)	---	---
Herbstzug: Beringung Juni-September, Wiederfund mind. 70 km entfernt und nach max. 100 Tagen				
Anzahl Tiere (n)	7	53	67	1
Tage zwischen Beringung und Wiederfang	13-99 (MW: 49)	4-100 (MW: 48)	2-99 (MW: 44)	2
Distanz (km)	133-1.276 (MW: 617)	72-940 (MW: 386)	79-1.905 (MW: 705)	305
Migrationsgeschwindigkeit Strecke/Nacht (km)	4-30 (MW: 14)	1,6-72 (MW: 11)	0,9-75 (MW: 22)	152,5
größte gemessene Flugdistanz (Lit.-wert) (km)	1.567 (OHLENDORF et al. 2001)	1.546 (BURESCH & BERON 1962, GEBHARD 1999)	1.905 (PÉTERSONS 1990)	1.787 (MARKOVETS et al. 2004)

B.1.5 Sammlungsdaten

Die verfügbaren landesweiten Datenbanken beinhalten in der Regel auch Daten naturwissenschaftlicher Sammlungen, insbesondere, wenn sie bereits für den Zweck von Landes- oder Regionalfaunen recherchiert wurden. Von einer gezielten Abfrage bei Museen wurde

daher abgesehen. Ergänzt und berücksichtigt wurden jedoch die frei zugänglichen Daten der Online-Plattform [GBIF](#) (*Global Biodiversity Information Facility*).

B.1.6 Datenaufbereitung, GIS-Analysen, Kartendarstellungen

Alle Nachweise ab 1990 wurden den 36 Dekaden eines Jahres zugeordnet (Tab. B-3), aber für die Analysen wurden bestimmte Nachweistypen – sofern identifizierbar – ausgeschlossen, so z.B. Totfunde, deren zeitliche Zuordnung zu einem Fundort nur bei einer Spezifizierung wie „frischtot“ eindeutig wäre. Auch als „Negativnachweis“ gekennzeichnete Einträge wurden nicht berücksichtigt. Nachweise ohne genaue Angabe zur Anzahl der Tiere wurden mit der Mindestzahl „1“ angesetzt. Ergebnisse stellen somit ggf. eine Untertreibung dar.

Bezugsraum für die Auswertungen waren die Zellen der UTM-Raster 10x10 (Abb. B-2) und 50x50 km sowie die fünf Nordwest-Südost-orientierten Zonen mit je 215 km Breite (s. Abb. B-1). Auswertungen basieren zum einen auf der geographischen Lage der Fundorte. Jeder Fundort ging dabei über den gesamten Zeitraum ab 1990 nur einmal pro Dekade ein. Zum anderen wurde die beobachtete Anzahl an Tieren herangezogen und in vier Schritten für die Darstellungen aufbereitet:

1. Summe der Tiere pro Fundort und Tag
2. maximale Anzahl Tiere pro Fundort, Dekade und Jahr
3. durchschnittliche Anzahl Tiere pro Fundort und Dekade
4. Summe der Tierzahlen in einer Rasterzelle (UTM 50x50) bzw. Zone

Neben Fundorten und Anzahl Individuen wurden versuchsweise auch Angaben zum Quartierstatus, Nachweistyp oder Alter in die Auswertungen einbezogen. Dieser Ansatz wurde aus Kapazitätsgründen jedoch nicht weiter verfolgt; er setzt weitere intensive Bereinigungsschritte an der Datenbank und zusätzliche Daten voraus, ist aber für die Zukunft sinnvoll.

Die Zentroide (Kreuze) in den Rasterkarten zeigen das ungewichtete geographische Mittel des Fundortdatensatzes einer Dekade. Da ein relativ hoher Anteil der Nachweise ohne genaue Angaben zur Anzahl der Tiere vorliegt, hätte eine anzahlbasierte Wichtung zu einer zu starken Verzerrung geführt.

Die Zentroide reflektieren darüber hinaus aber keinen Zugkorridor. Eine Interpretation in diese Richtung ist fachlich unhaltbar. Sie stellen allein einen visuellen und darstellerischen Anhaltspunkt für die räumliche Verschiebung einer (nicht dargestellten) Punktwolke von Dekade zu Dekade dar.

Graue gefärbte Rasterzellen in den Karten sind Zellen ohne jegliche Nachweise pro Art.

Tab. B-3: Zuordnung der Tage eines Monats auf die 36 Dekaden.

Tage	Dekade											
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1-10	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34
11-20	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35
21-31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36

Die Abbildungen Abb. B-6 bis B-8, Abb. B-13 bis B-15, Abb. B-20 bis B-22 und Abb. B-27 bis B-29 zeigen jeweils 36 Karten pro Art und Dekade im 50x50 km UTM-Raster und der Anzahl Individuen in vier artspezifischen Klassen (Quartile = 25% der Daten pro Klasse). Im Anhang (Abschn. F) finden sich die entsprechenden Karten in Bezug auf die Anzahl der Fundorte in Klassen (Abb. F-1 bis F-12). Die Karten zeichnen grob die räumliche Verteilung der Daten übers Jahr in Drittelmonaten nach und damit primär die Verlagerung der Beobachtungspunkte. Unter der Annahme, dass die Beobachtungspunkte über den gesamten Datenzeitraum gleichermaßen unregelmäßig und ungeplant entstanden, ist diese reine Verlagerung der Beobachtungspunkte damit aber auch ein Anhaltspunkt für die Verlagerung der Population.

Ergänzend veranschaulichen Phänologiediagramme die zeitliche Progression der Populationsverschiebung über die fünf Zonen, die senkrecht zur mittleren Zugrichtung aller Arten liegen. Für jede Zone ist das Auftreten einer Art über die Anzahl der Fundorte bzw. Individuen pro Dekade, normiert auf eine Flächeneinheit (1.000 km²) quantifizierbar (Abb. B-9, B-16, B-23, B-30).

B.1.6.1 Datenbereinigung

Die Daten wurden – soweit möglich – einer groben Plausibilitätsprüfung unterzogen. Dabei wurde eher konservativ vorgegangen. Fragliche Beobachtungen wurden mit niedriger Schwelle ausgeschlossen. Datenhäufungen aufgrund nah beieinanderliegender Beobachtungen, beispielsweise aus Transektuntersuchungen mit Detektoreinträgen im Hundertmeterabstand wurden teilweise identifiziert und ggf. ebenfalls ausgeschlossen oder wenn möglich konsolidiert, auffällige Doppeleinträge eliminiert. Trotz dieser Datenaufbereitung beinhaltet die Datenbank naturgemäß Fehler. Bei der großen Zahl der Datensätze dürfte dieser Fehler jedoch in einem Bereich liegen, der die Aussagen nicht wesentlich beeinflusst. Deutlich mehr Zeit wäre notwendig gewesen, um die gesamte Datenbank auf einen optimalen Stand zu bringen. Ein Fundament ist jedoch gelegt und es ist nun die Aufgabe künftiger Projekte, diese Basis für landesweite und darüber hinausgehende Analysen weiter auszubauen und sinnvoll zu nutzen.

B.2 Ergebnisse

B.2.1 Kleiner Abendsegler, *Nyctalus leisleri*

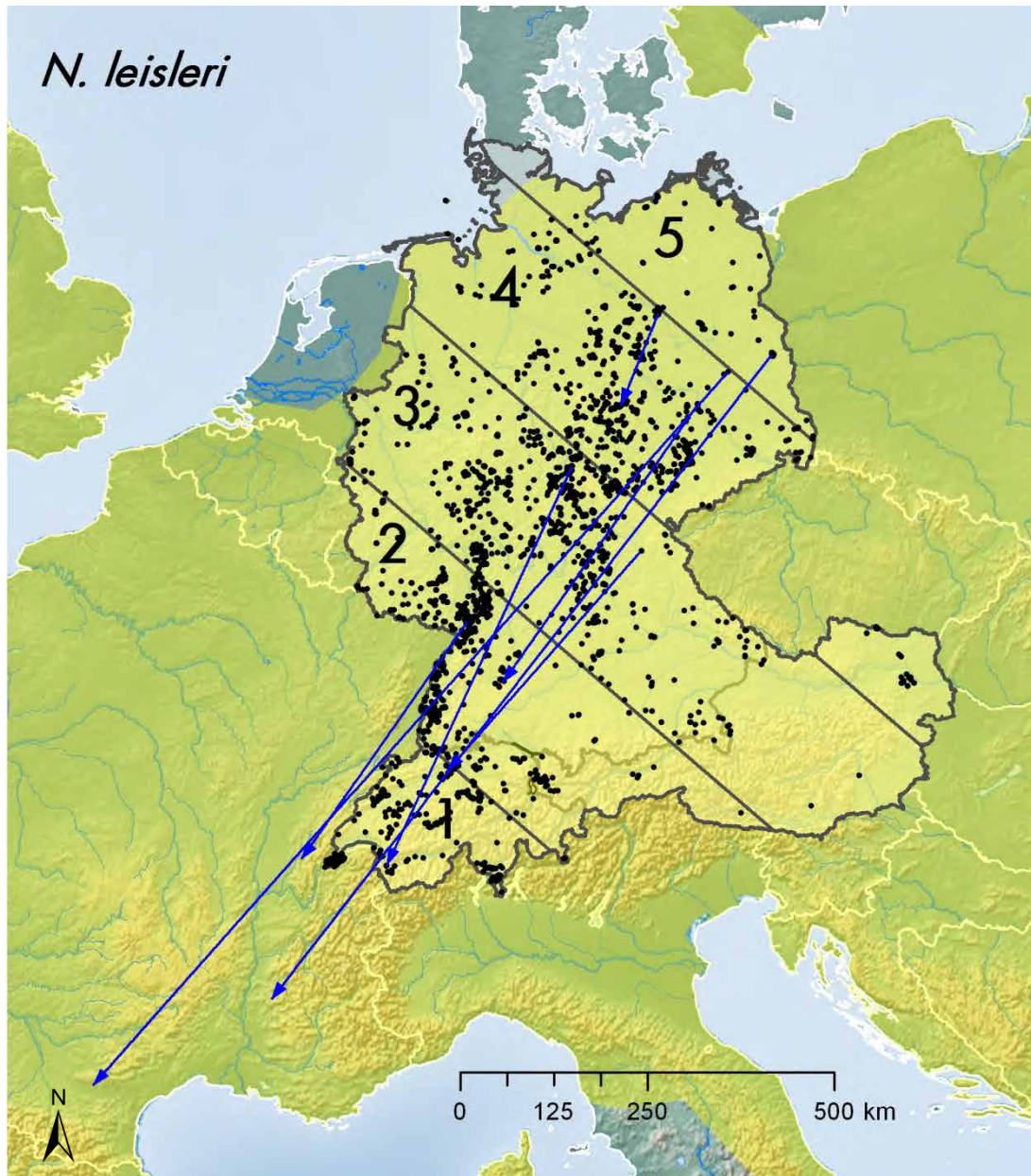


Abb. B-4: Verteilung der Fundpunkte des Kleinen Abendseglers im Untersuchungsraum. Nachweise ab 1990; blaue Pfeile = Wiederfänge innerhalb derselben Zugperiode (n = 7, hier nur Herbst; Entfernung ≥ 70 km, innerhalb von 100 Tagen; Wiederfangdaten der Beringungszentralen Bonn und Dresden auch vor 1990); gelbe Fläche = Areal nach IUCN; Schraffur = Zonen 1-5 (s. Abb. B-9). Karte: World Relief Map (www.shadedrelief.com).

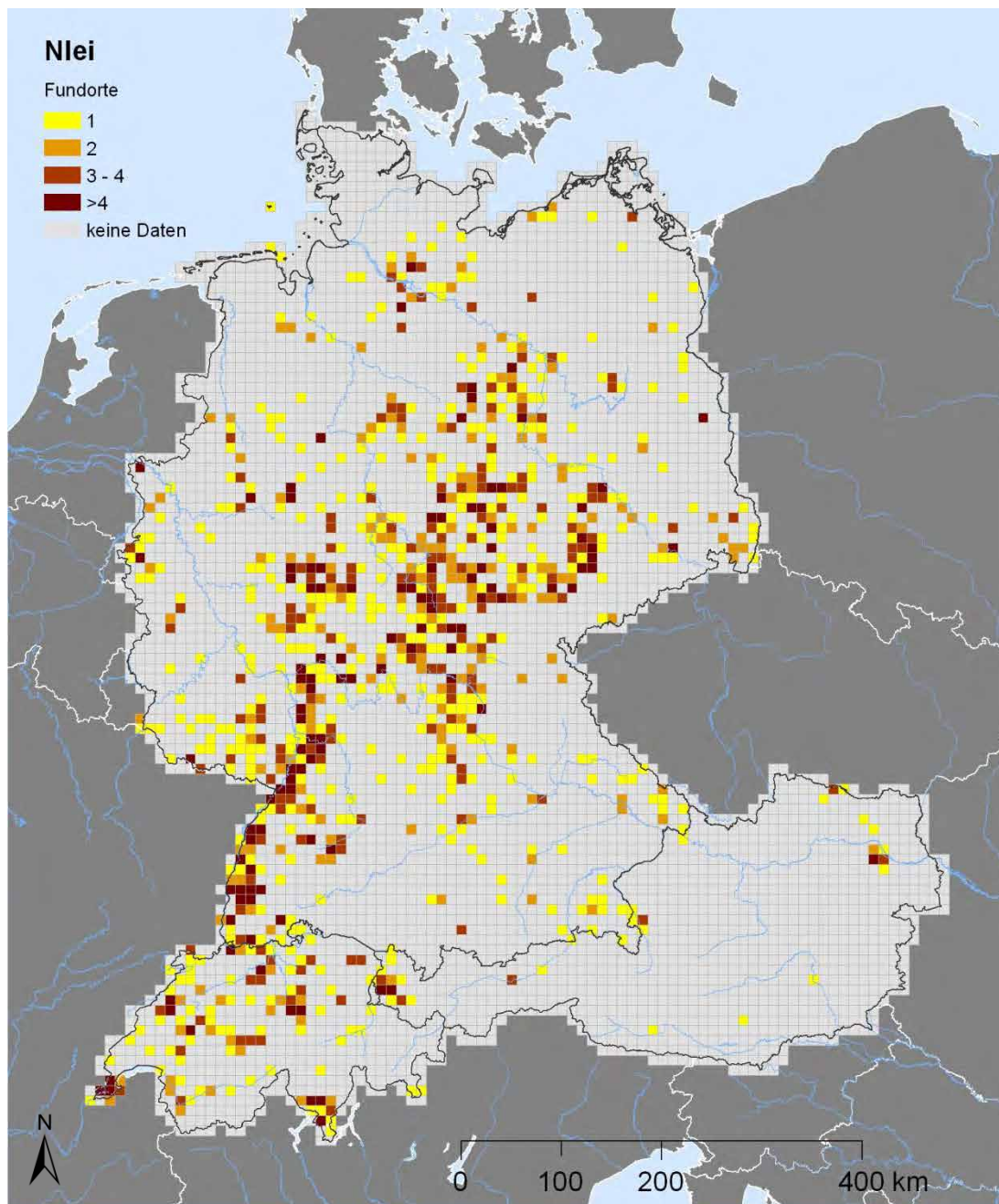


Abb. B-5: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers mit verwendbaren Nachweisen ab 1990. Rastergrundlage: 10x10 km UTM.

Unter den 2.451 Fundpunkten (mit 8.738 Datensätzen) des Kleinen Abendseglers ist eine Konzentration vor allem am Südwestrand (z.B. Rheintal, Pfälzer Wald) und in der Mitte des Untersuchungsraumes erkennbar.

B.2.1.1 Zeitliches Auftreten

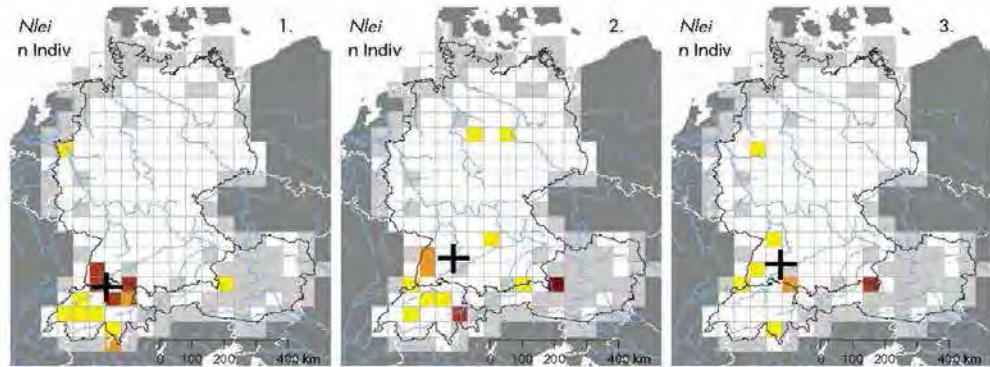
Nyctalus leisleri zeigt eine deutliche saisonale Verschiebung der Population diagonal durch Mitteleuropa (Abb. B-6 bis B-8), die dem bekannten Muster der Zugbewegung Nordost-Südwest entspricht. Während die größten Tierzahlen in den ersten und letzten Dekaden eines Jahres im Südwesten (Zone 1) auftreten, sind Zonen 3 und 4 im Sommer diejenigen mit der größten Tierdichte (Abb. B-9).

Nach BOGDANOWICZ & RUPRECHT (2004) ist der Kleine Abendsegler in Osteuropa eine typische, in Mittel- und Westeuropa aber nur fakultative Wanderart (s.a. DIETZ et al. 2007). Während Daten von HELVERSEN et al. (1987), KULZER et al. (1987), KUHNER-RYSER (1990), ROER (1989) darauf hindeuten, dass mitteleuropäische Populationen auch ganzjährig anwesend und bodenständig sein können, gilt zumindest für den Wirkungsbereich der Dresdener Beringungszentrale, dass keine Überwinterungen dieser Art aus dem Bereich der Zentrale bekannt sind, die in Verbindungen zu osteuropäischen oder eigenen Sommervorkommen stehen (STEFFENS et al. 2004). Die Art ist hier als typische Wanderart einzustufen, saisonale Fernwanderbewegungen aus dem Bereich der ostdeutschen Zentrale finden ausschließlich in südwestlicher Richtung statt (AELLEN 1984, DRIECHCIARZ & DRIECHCIARZ 2004, FISCHER 1999, SCHORCHT 1998). Dies wird auch indirekt durch die Phänologiediagramme (Abb. B-9) bestätigt, die in der nördlichsten Zone 5 keine Winternachweise zeigen. Eine Zweigipfeligkeit, die meist auf Wanderungen hinweist, deutet sich in Zone 4 an, bis Zone 3 ist der Kleine Abendsegler im Norden eine überwiegende Sommerart, in Zone 1 tritt er über das Jahr hinweg gleichmäßiger auf.

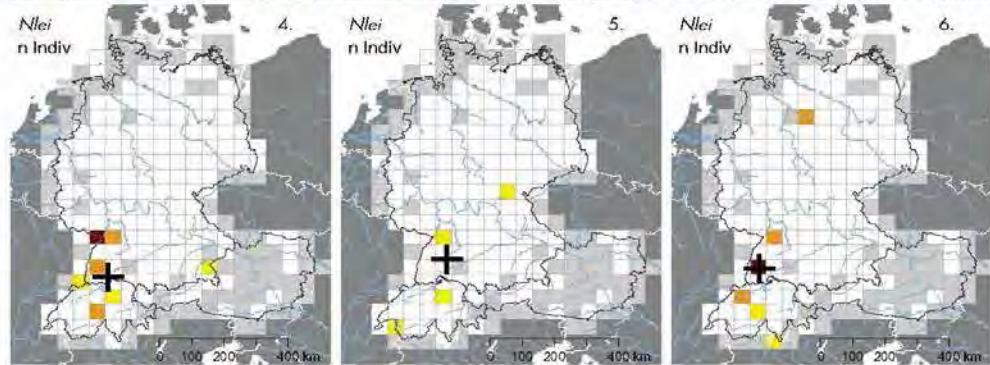
Langjährige Beobachtungsdaten zur Phänologie am selben Standort hat Wigbert Schorcht in Thüringen (Zone 3) gesammelt (SCHORCHT 2005, Abb. B-10). Hier treten die ersten adulten Weibchen bereits Anfang April auf, sie befinden sich möglicherweise noch auf dem Weiterzug nach Nordosten. Der größte Teil der Population wandert bis ca. Mitte Mai ein oder durch, ab Juni etablieren sich die Wochenstuben und die Geburten beginnen ca. Mitte Juni. Frühestens Anfang Juli, in der Regel aber in der zweiten Julihälfte bilden sich Jungtiergruppen, etwa zeitgleich entstehen auch die ersten Paarungsgesellschaften. Über fast die gesamte aktive Zeit hinweg (ca. Mitte Mai bis Mitte Oktober) sind solitäre Männchen im Untersuchungsgebiet anwesend. Vergleichbare Werte zur Jungengeburt (Mitte Juni) bzw. zum Flüggewerden der Jungtiere (erste Julihälfte) fanden auch SPITZENBERGER (1992) für Österreich, KAŇUCH et al. (2005) für die westlichen Karpaten (Mitte-Slowakei) und SHIEL & FAIRLEY (1999) in Irland.

Nyctalus leisleri scheint in den Alpen zu überwintern; möglicherweise ziehen die Tiere jedoch im Mittwinter sogar noch weiter nach Süden (BONTADINA mdl.).

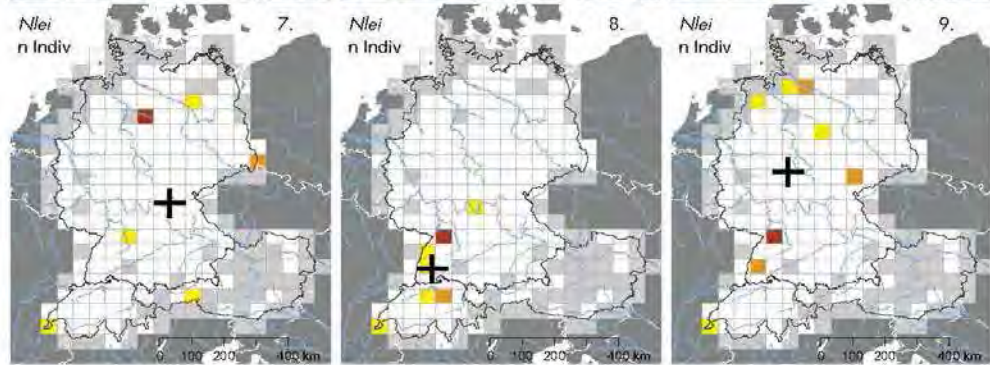
JAN



FEB



MRZ



APR

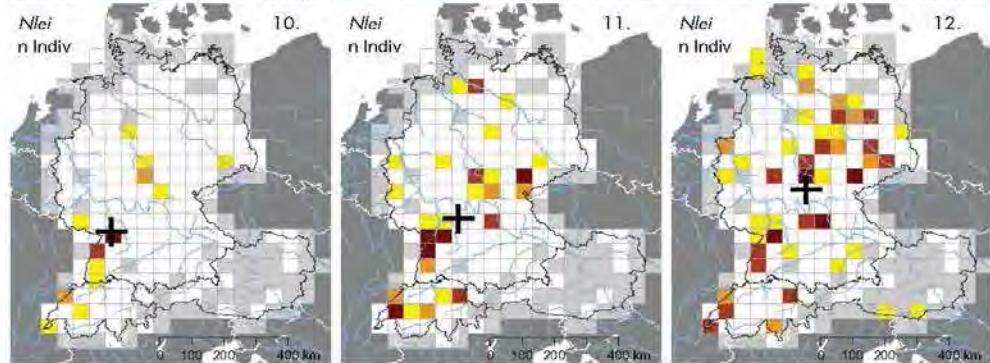
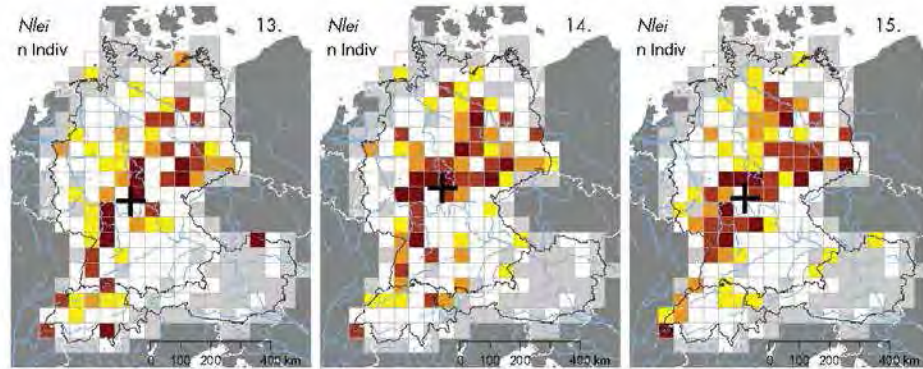


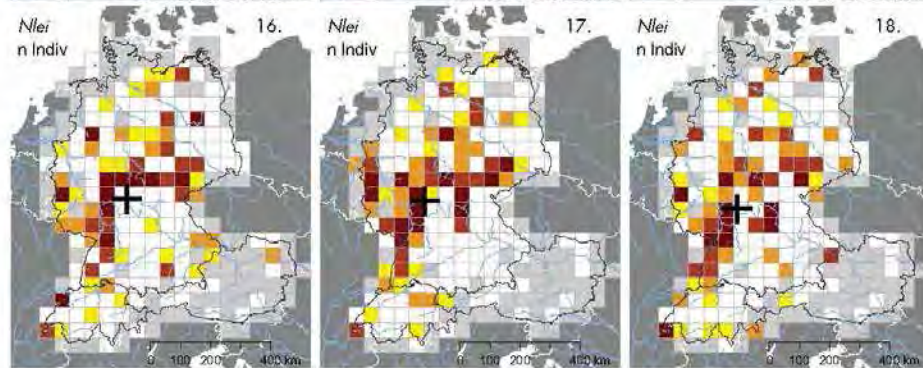
Abb. B-6: Anzahl Individuen des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: ■ = 1 ■ = 2-4 ■ = 5-17 ■ = mehr als 17 (max. 366).

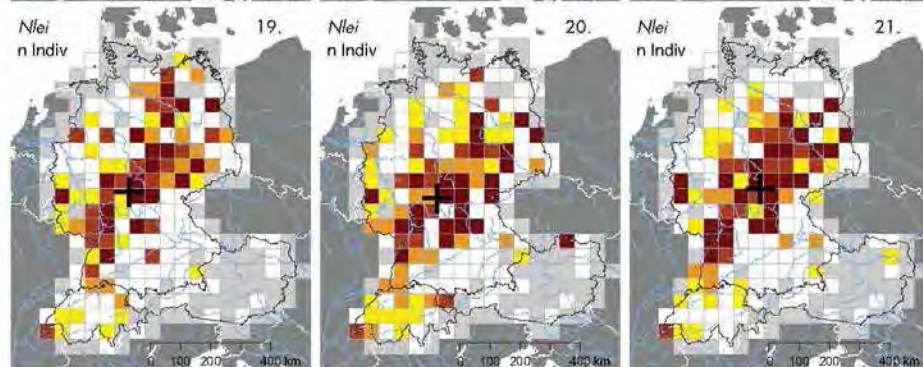
MAI



JUN



JUL



AUG

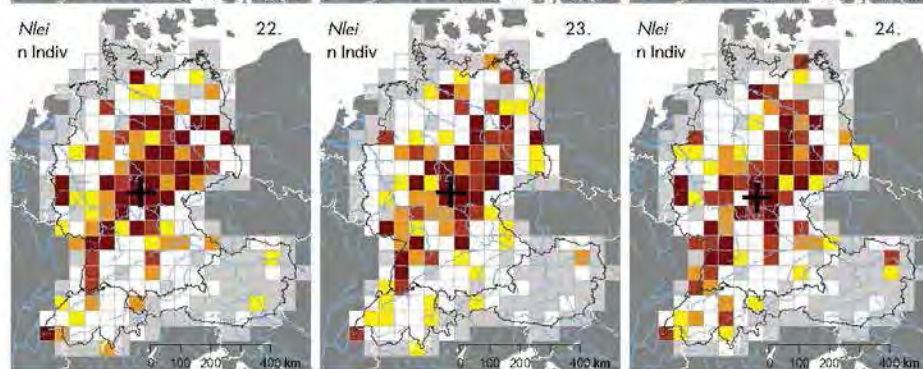
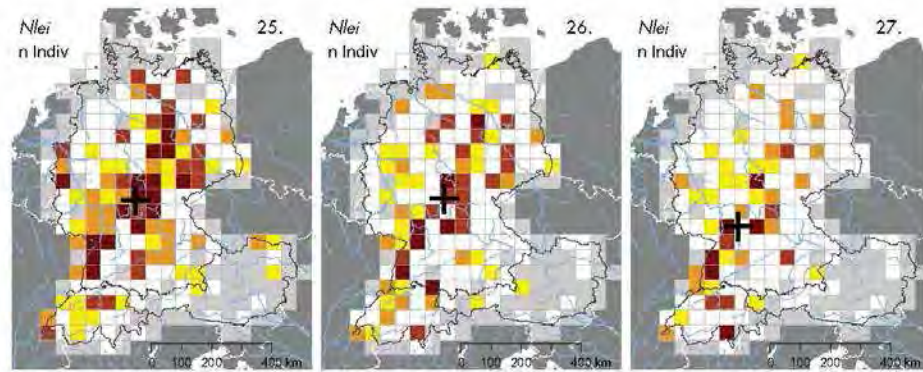


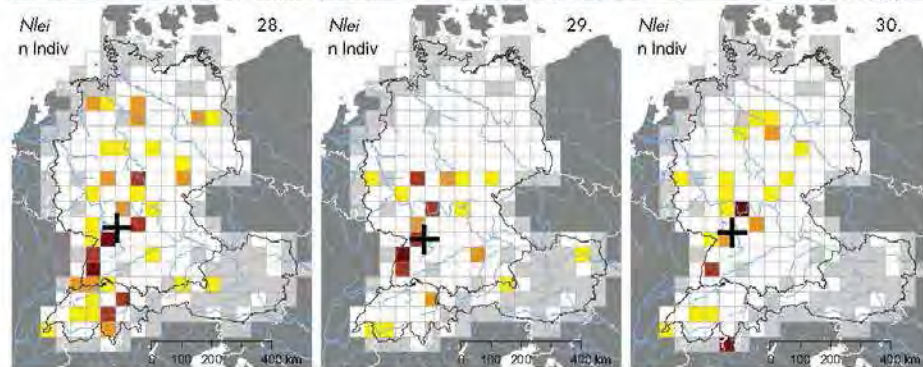
Abb. B-7: Anzahl Individuen des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-4 = 5-17 = mehr als 17 (max. 366).

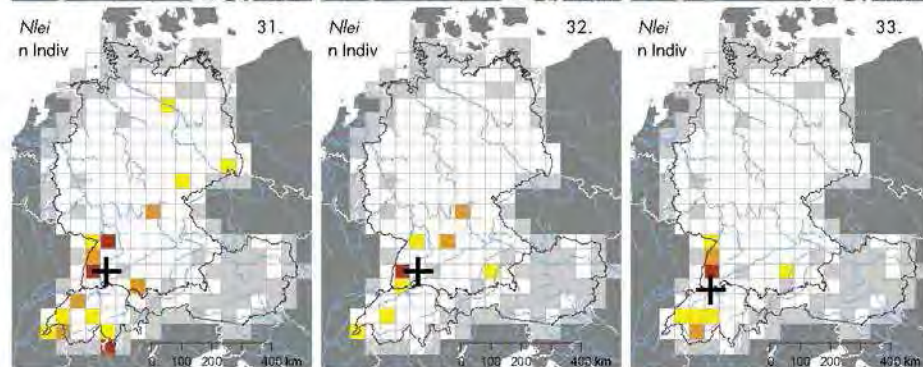
SEP



OKT



NOV



DEZ

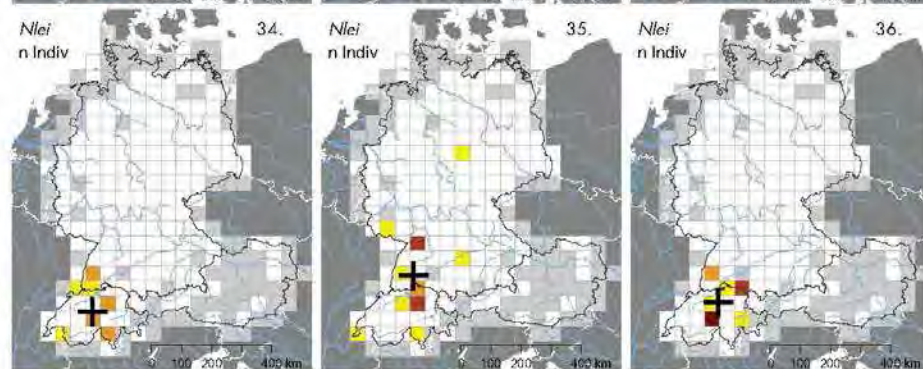
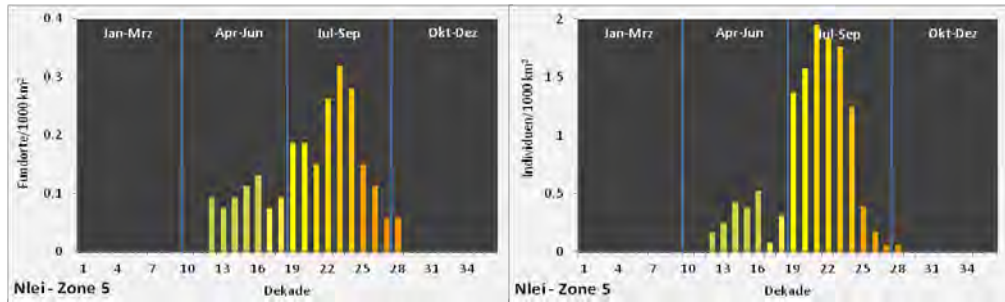


Abb. B-8: Anzahl Individuen des Kleinen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember). Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

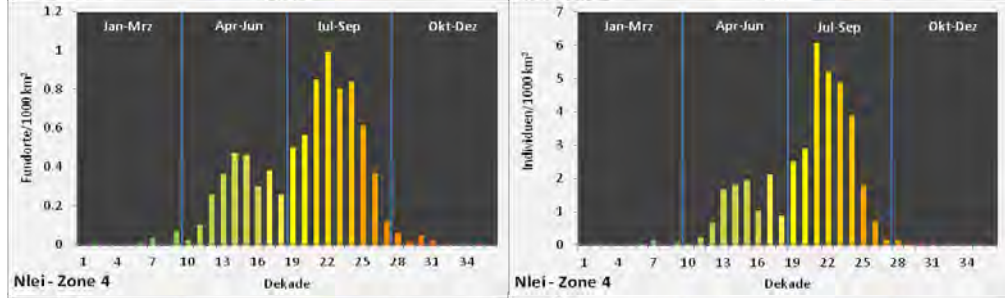
Anzahl Fundorte: ■ = 1 ■ = 2-4 ■ = 5-17 ■ = mehr als 17 (max. 366).

Zone

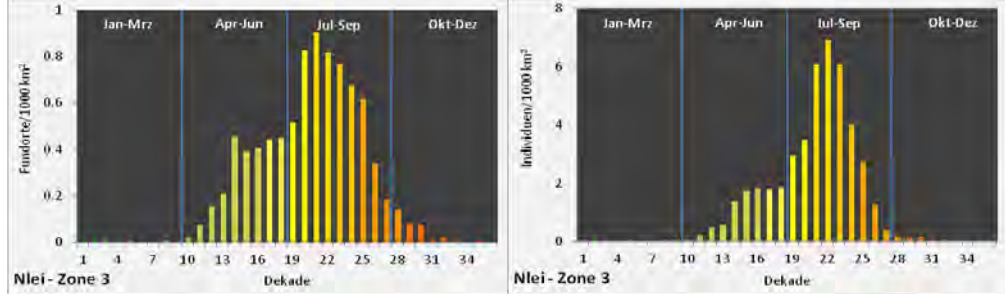
5



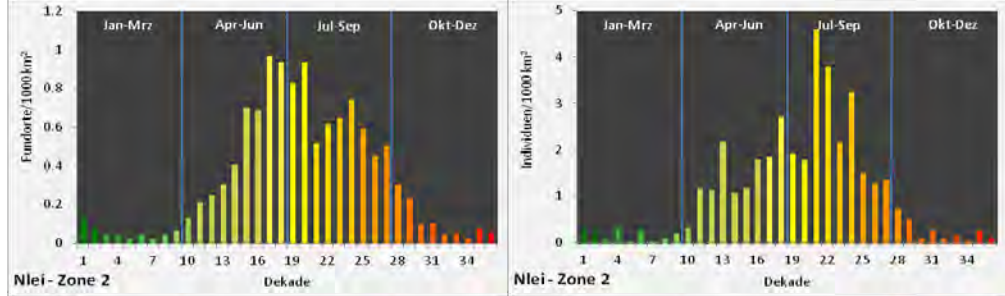
4



3



2



1

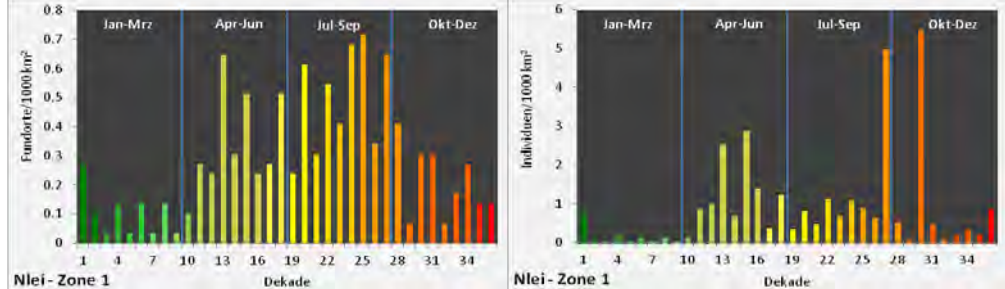


Abb. B-9: Phänologie des Kleinen Abendseglers im Untersuchungsraum in Dekaden.
Links: Datenbasis Anzahl Fundorte, rechts: Datenbasis Anzahl Individuen; Nachweise ab 1990; beachte unterschiedliche Skalierung; Zoneneinteilung s. Abb. B-4.

Phänologie: (S. BLACKMORE 1964, KUHNER-RYSER 1990, ROER 1989, SCHORCHT mdl.)

- **Überwinterung** Oktober bis März, selten bis Mitte April/1. Maiwoche – meist einzeln oder in kleinen Gruppen
- Wegzug aus dem Überwinterungsgebiet ab Mitte-Ende April
- Dauer der Migrationsphase: ca. 3-4 Wochen
- Ankunft in den Wochenstubegebieten: ca. Anfang bis Mitte Mai
- **Paarungszeit:** Hauptpaarung im August/September; Weibchen treffen Männchen in dessen Quartieren (Harembildung)
- Wegzug aus den Wochenstubegebieten: ca. ab Ende Juli
- Dauer der Migrationsphase: ca. 8-12 Wochen
- Ankunft in den Überwinterungsgebieten: ca. Oktober.

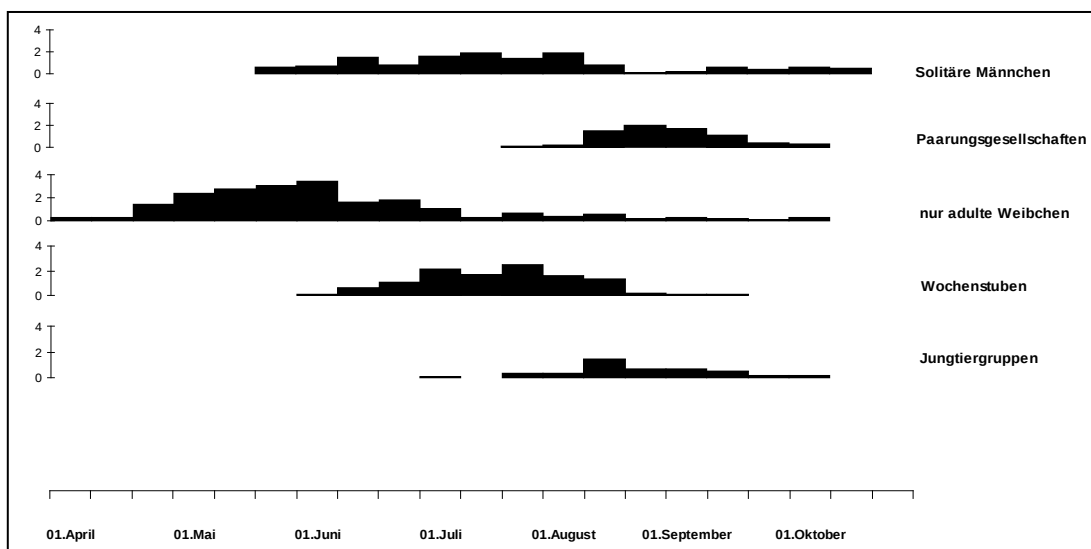


Abb. B-10: Auftreten verschiedener Quartiergemeinschaften des Kleinen Abendseglers im Jahresverlauf (Dekaden) (Ausschnitt April-Oktober). Untersuchungsgebiet Kaiserweg/Thüringen (Zone 3); durchschnittliche Anzahl besetzter Kästen je Kontrolle (aus SCHORCHT 2005).

B.2.1.2 Flugdistanzen

Der Kleine Abendsegler ist zu weiten saisonalen Wanderungen fähig (z.B. FISCHER 1999), die größten aktuell bekannten Distanzen betragen mehr als 1.500 km zwischen Sachsen-Anhalt und Nordspanien (OHLENDORF et al. 2001) oder Nordrhein-Westfalen und Mittelspanien (WOHLGEMUTH et al. 2004). Auch ortstreue Tiere lassen sich gelegentlich durch solche weiten Wiederfunde belegen: ein Weibchen, welches in Sachsen-Anhalt beringt und 132 Tage später in Nordspanien wiedergefunden wurde, wurde ein zweites Mal nach weiteren ca. 18 Monaten wieder am Beringungsort angetroffen (OHLENDORF et al. 2000a, 2001). Mit diesen Entfernungen fliegt *Nyctalus leisleri* ähnlich weit wie *Pipistrellus nathusii* (s.u.).

Mithilfe von Geodatenloggern ließen sich weitere Erkenntnisse gewinnen, sofern Probleme zur Langzeitanbringung dieser *geolocator* auf dem Tier gelöst werden können. Ein Pilotversuch zu den technischen Voraussetzungen der Datensammlung lieferte grundsätzlich positive Resultate (s. Abschn. C.2).

B.2.1.3 Migrationsgeschwindigkeit

Die Anwendung der oben genannten Kriterien auf die Wiederfundmeldungen ergab eine minimale Migrationsgeschwindigkeit von knapp 30 km/Tag für den Herbstzug ($n = 4$; max. 1.276 km; s. Tab. B-2). Ein von SCHMIDT (1995) in Brandenburg beringtes Tier legte im Mittel 20,6 km/Tag zurück. Daten für den Frühjahrszug liegen nicht vor.

Nach Untersuchungen von SHIEL et al. (1999) in Irland sind Kleine Abendsegler mit bis zu 48-56 km/h schnelle Flieger. Eine Migrationsgeschwindigkeit von deutlich mehr als hundert Kilometern pro Nacht ist daher theoretisch möglich.

B.2.2 Großer Abendsegler, *Nyctalus noctula*

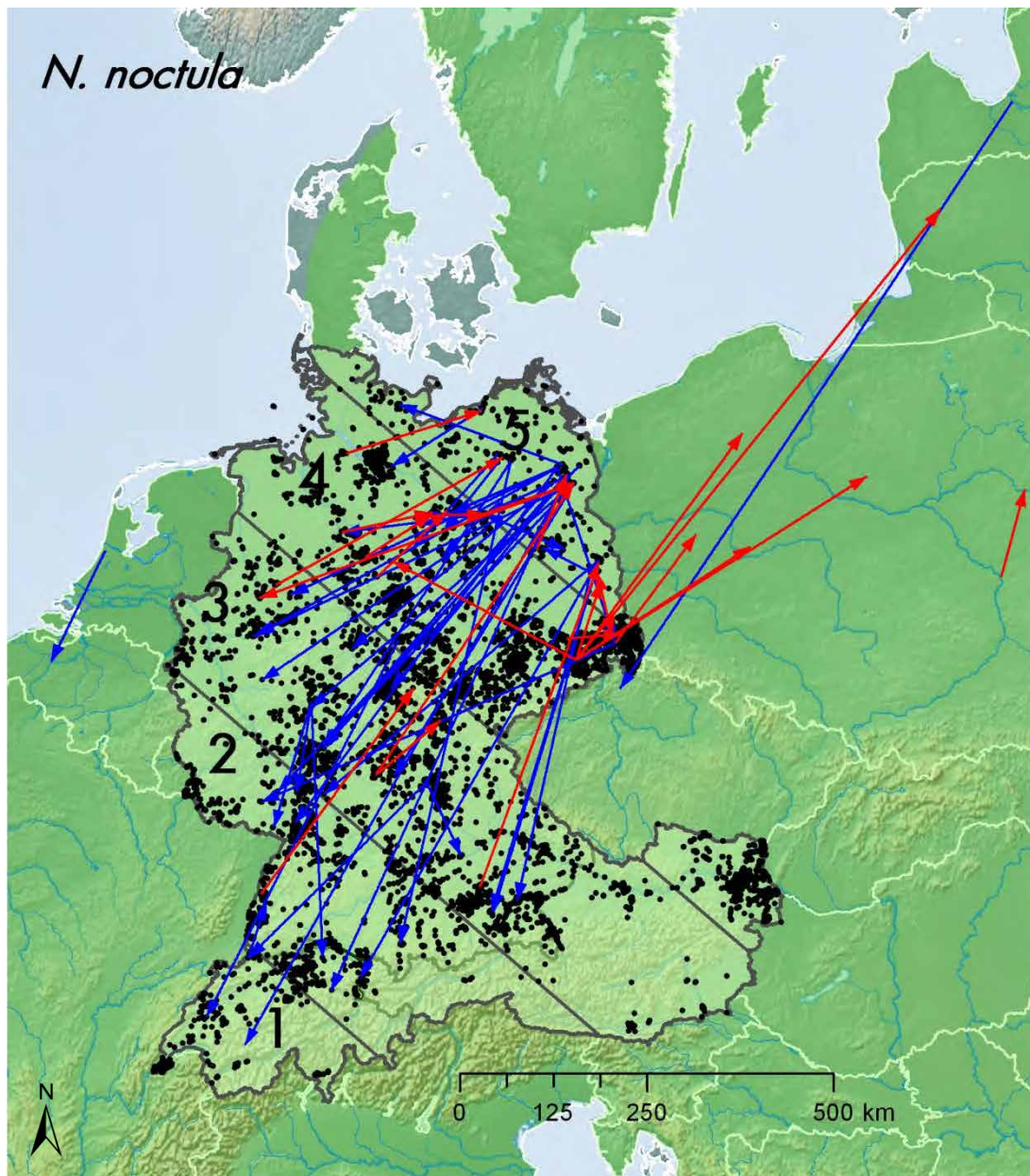


Abb. B-11: Verteilung der Fundpunkte des Großen Abendseglers im Untersuchungsraum. Nachweise ab 1990; Wiederfänge innerhalb derselben Zugperiode (rote Pfeile: n = 24 Frühjahr, blaue Pfeile: n = 53 Herbst; Entfernung ≥ 70 km, innerhalb von 100 Tagen; Wiederfangdaten der Beringungszentralen Bonn und Dresden auch vor 1990); grüne Fläche = Areal nach IUCN; Schraffur = Zonen 1-5 (s. Abb. B-16); Karte: World Relief Map (www.shadedrelief.com).

Von den mehr als 9.005 Fundpunkten (mit 30.062 Datensätzen) konzentrieren sich einige in großen Städten (z.B. Genf, Zürich, Wien, München, Nürnberg, Dresden, Berlin, Hamburg, Großraum Frankfurt a.M.) und in speziellen Forschungsgebieten (Ost- und Nordost-

Brandenburg, Oberlausitzer Teichlandschaft). Der Große Abendsegler ist unter den hier untersuchten Arten diejenige mit den meisten Nachweisen.

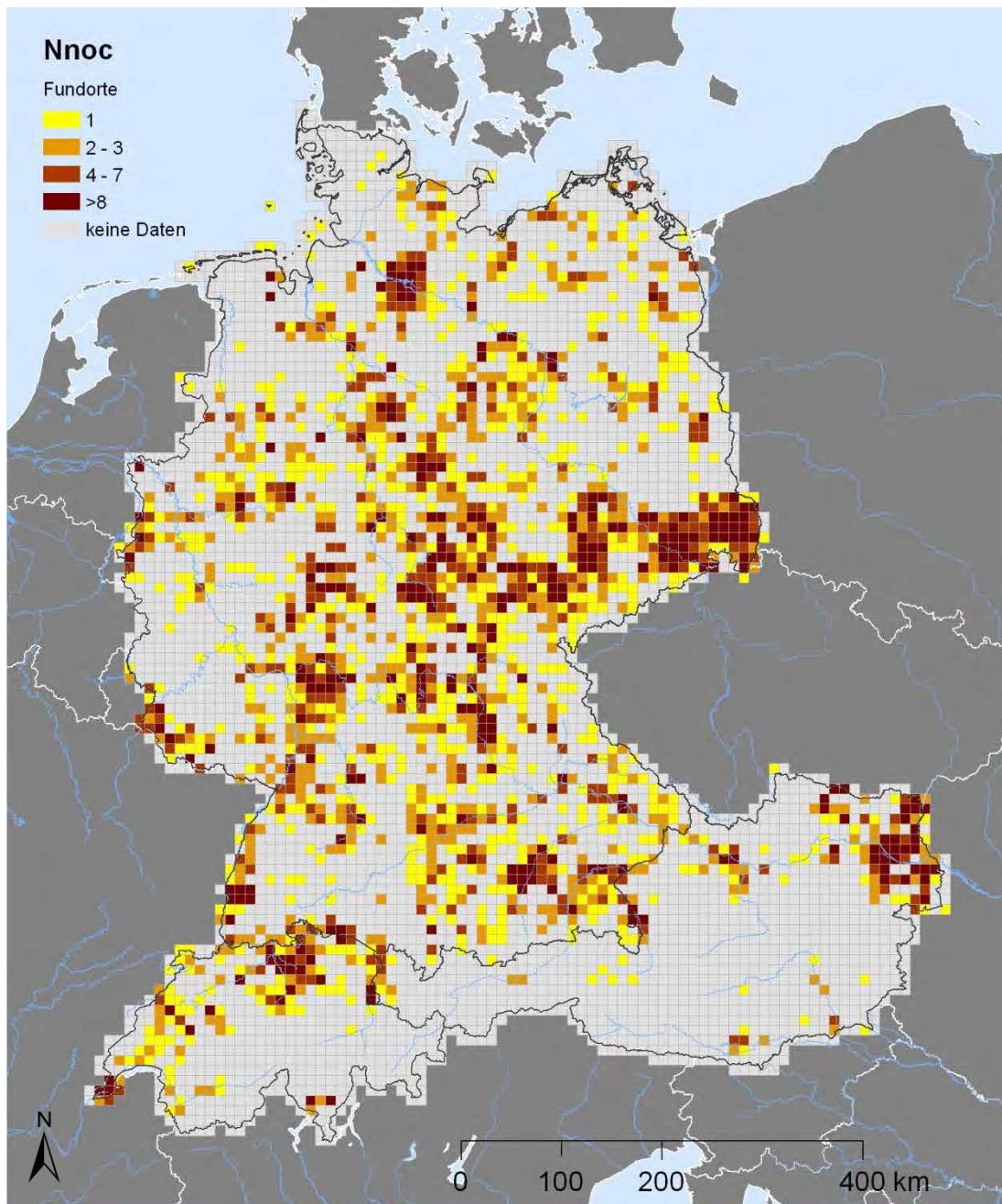


Abb. B-12: Anzahl Fundorte des Goßen Abendseglers mit verwendbaren Nachweisen ab 1990. Rastergrundlage: 10x10 km UTM.

B.2.2.1 Zeitliches Auftreten

Beim Großen Abendsegler ist es viel schwieriger, großräumige Populationsverlagerungen anhand der Daten nachzuvollziehen (Abb. B-13 bis B-15). Dennoch verschiebt sich die Population im Laufe eines Jahres entlang der Nordost-Südwest-Richtung, was in den Rasterkarten recht gut in den ersten und letzten etwa 10 Wochen eines Jahres (bis ca. Mitte März und ab ca. Mitte Oktober) zu sehen ist. Allerdings findet die Bewegung in geringerem Ausmaß und anderer geographischer Ausdehnung statt als beim Kleinen Abendsegler oder der Rauhaufledermaus. Der Abendsegler „räumt“ das Gebiet zwar weitaus weniger als die zwei anderen Arten, dennoch ist seine Migration gerichtet, was in den Karten jedoch mit dieser Analyse-methode nicht gut abgebildet werden kann.

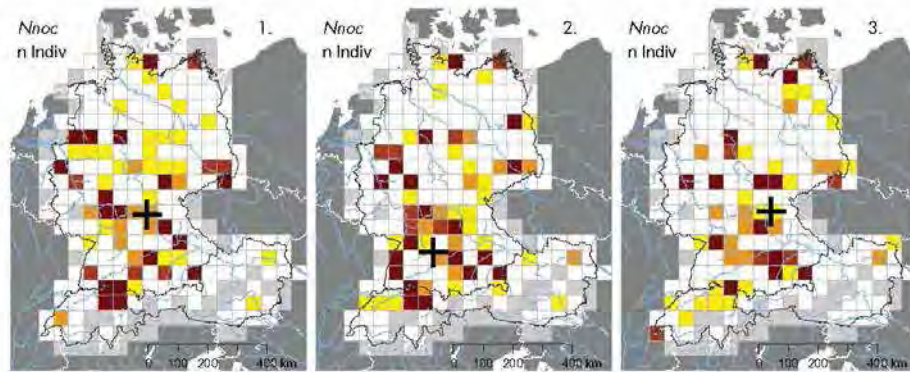
Nyctalus noctula wandert einerseits aus Sommergebieten in Nordosteuropa in Winterquartiere im relativen Südwesten (z.B. Sachsen, Frauenkirche Dresden; MEISE 1951), andererseits fliegen brandenburgische Wochenstubentiere zum Überwintern in „ihren“ Südwesten bis in die Schweiz (HEISE & SCHMIDT 1979, s.a. Abb. B-16). Alpenüberflüge kommen selten vor, konnten bisher auch nur vereinzelt nachgewiesen werden (AELLEN 1962, 1983).

Ein Teil der mittel- und westeuropäischen Population verbleibt wahrscheinlich ganzjährig im angestammten Gebiet (S. GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004) oder zeigt eine Entwicklung hin zu diesem Status (HEISE & BLOHM 2004). Dies wird als mögliche Folge der Klimaveränderung diskutiert, mit der ein verringertes Überwinterungsrisiko einhergeht.

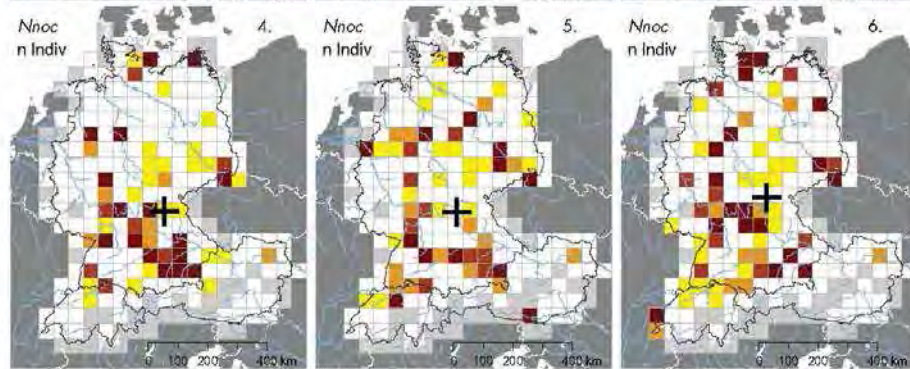
Die Darstellung der Fundhäufigkeit pro Dekade in Phänologiediagrammen (Abb. B-16) über 5 Zonen reflektiert sowohl bei der fundortbasierten als auch bei der individuenbasierten Auftragung der Nachweise die für saisonal wandernde Arten typische Zweigipfeligkeit; sie ist dabei in Zone 1 (hauptsächlich Überwinterungsgebiet) am wenigsten prominent und in den individuenbasierten Daten der Zonen 3 und 4 am deutlichsten. Gut erkennbar sind der Beginn des Ausflugs der Jungtiere in den Wochenstubengebieten (Zone 5) in der 19. und 20. Dekade (Anfang-Mitte Juli) und der kurz darauf beginnende Wegzug aus diesen Gebieten. Der Große Abendsegler kommt im Gegensatz zum Kleinen Abendsegler auch im Winter im Norden (Zone 5) vor – auch dies spiegeln die Daten gut wider. Verglichen mit der Rauhaufledermaus ist die zeitliche Progression der Populationsbewegung durch die Zonen insgesamt weniger gut nachvollziehbar, was wahrscheinlich mit der größeren räumlichen Überlappung der einzelnen Dekadendatensätze zusammenhängt – gut in den Rasterkarten erkennbar.

Beim Großen Abendsegler zeigt sich ein relativ markanter („Wegzugs“-)Peak im Frühjahr in der 12./13. Dekade. Interessant wird sein, ob sich dieser Peak auch in den Daten der Windkraftanlagen widerspiegelt.

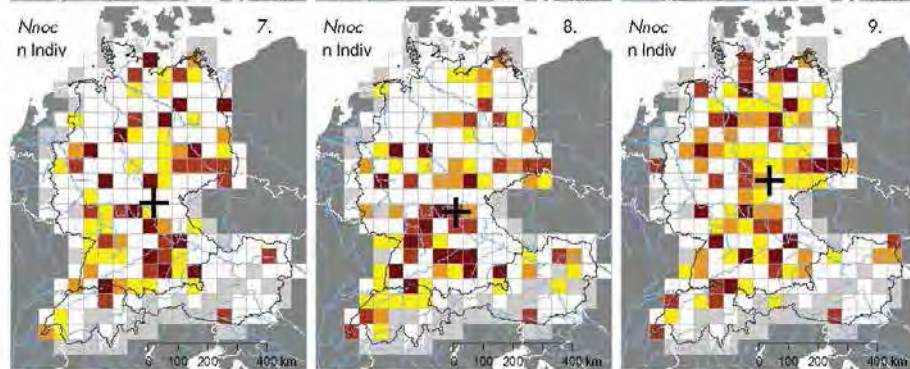
JAN



FEB



MRZ



APR

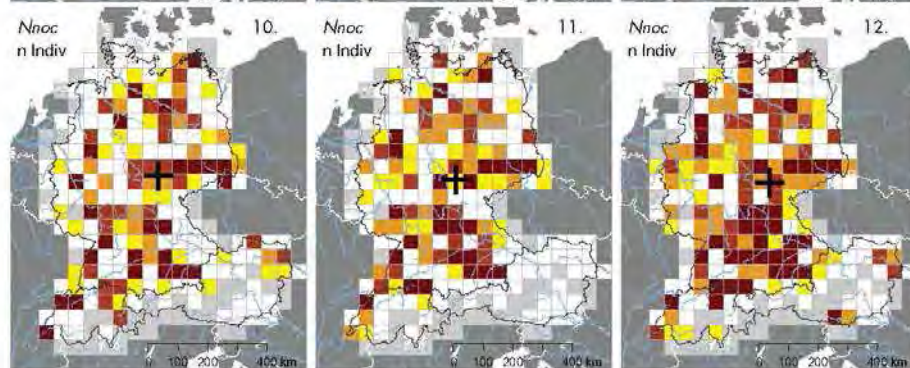
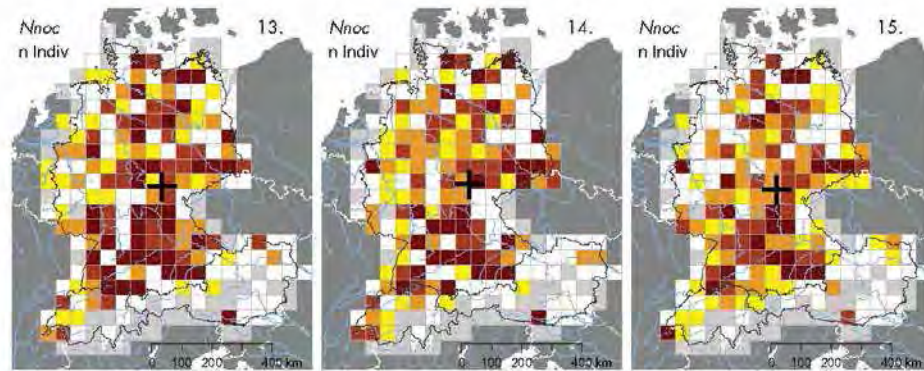


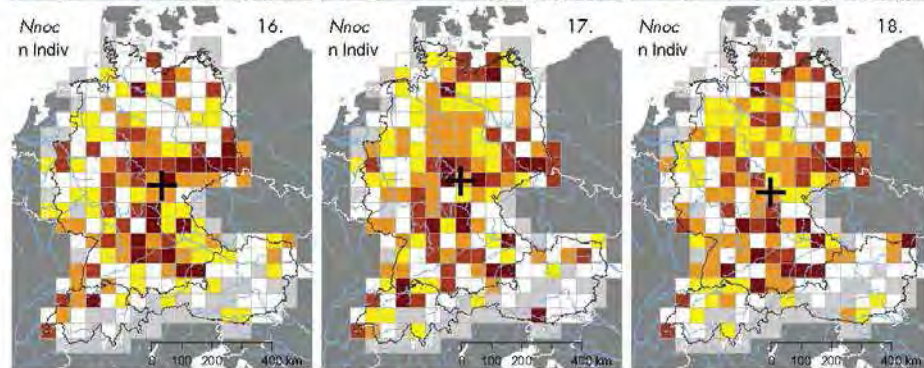
Abb. B-13: Anzahl Individuen des Großen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: ■ = 1-2 ■ = 3-11 ■ = 12-43 ■ = mehr als 43 (max. 5.058).

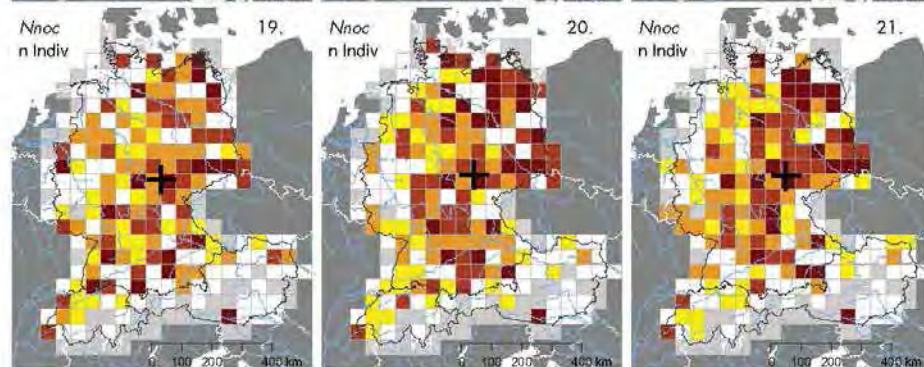
MAI



JUN



JUL



AUG

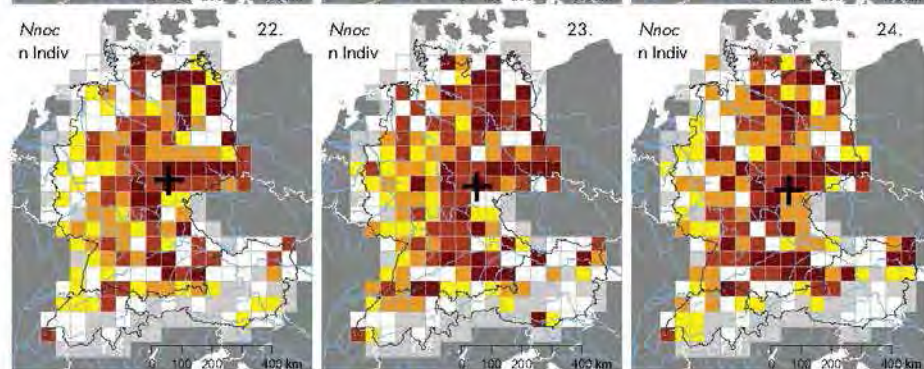
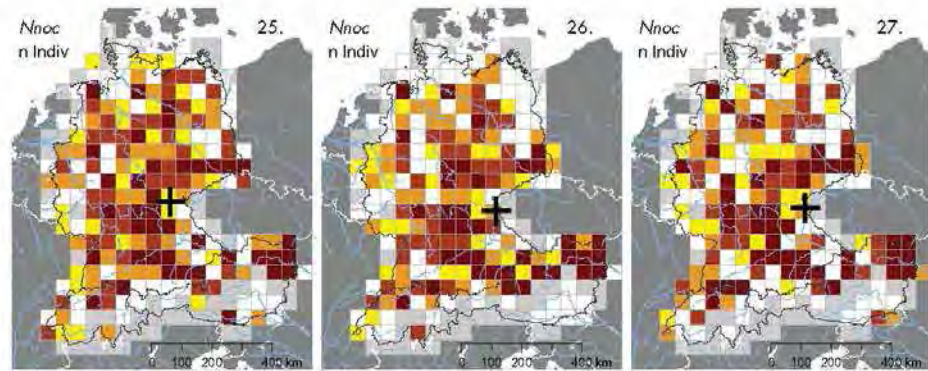


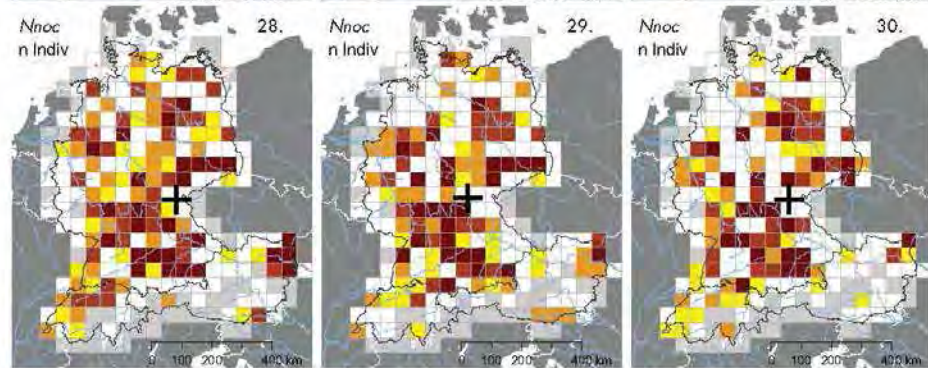
Abb. B-14: Anzahl Individuen des Großen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1-2 = 3-11 = 12-43 = mehr als 43 (max. 5.058).

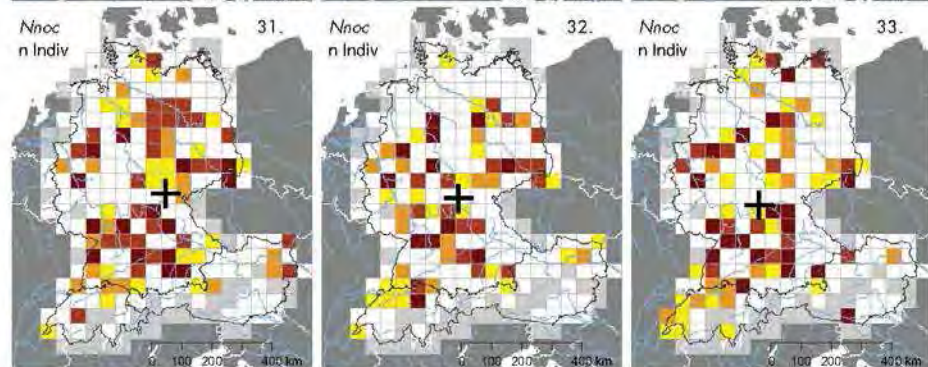
SEP



OKT



NOV



DEZ

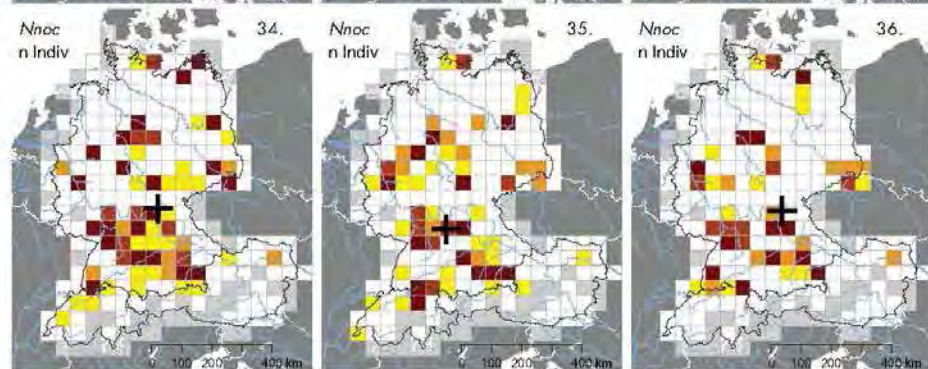


Abb. B-15: Anzahl Individuen des Großen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember). Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: ■ = 1-2 ■ = 3-11 ■ = 12-43 ■ = mehr als 43 (max. 5.058).

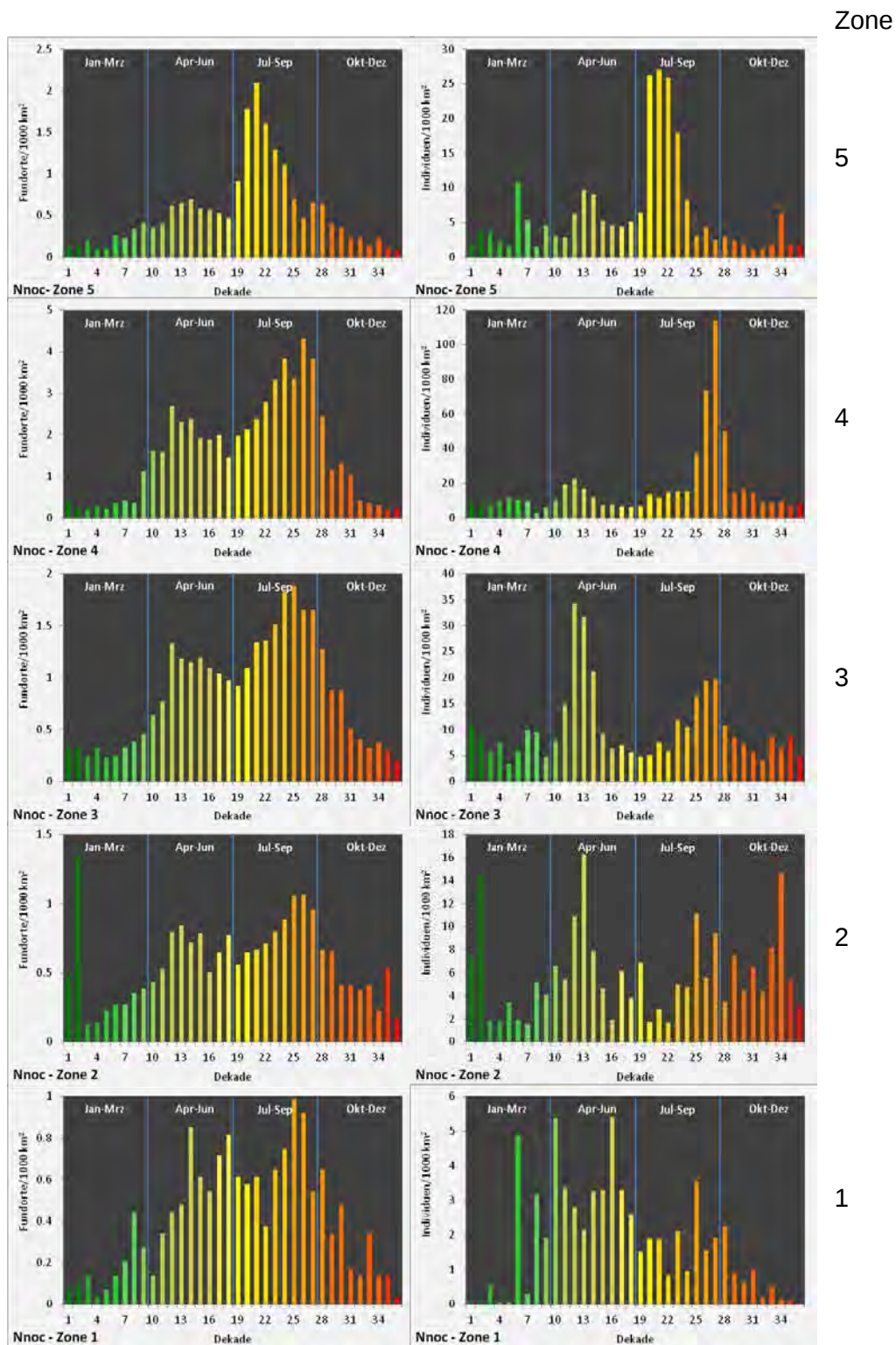


Abb. B-16: Phänologie des Großen Abendseglers im Untersuchungsraum in Dekaden.
Links: Datenbasis Anzahl Fundorte, rechts: Datenbasis Anzahl Individuen; alle Nachweise ab 1990;
beachte unterschiedliche Skalierung; Zoneneinteilung s. Abb. B-11.

Phänologie (s. GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004, HEISE 1985, KUGELSCHAFER et al. 2013, 2015, SCHMIDT 1988, WEID 2002):

- **Überwinterung:** Oktober/November bis Ende Februar/März, oft in großen Gruppen
- **Wegzug aus dem Überwinterungsgebiet:** ab Ende März bis mindestens Mitte/Ende Mai (s. eigene Telemetry-Studie, Abschn. C.3)
- Dauer der Migrationsphase: ca. 2-4 (?) Wochen
- Ankunft in den Wochenstubegebieten: ca. Anfang Mai bis Anfang Juni
- **Paarungszeit:** Hauptpaarung im August/September; Weibchen treffen Männchen in diesen Quartieren (Harembildung)
- Wegzug aus den Wochenstubegebieten: ab ca. Mitte/Ende Juli
- Dauer der Migrationsphase: ca. 6-8 Wochen
- Ankunft in den Überwinterungsgebieten: ca. Mitte August bis Anfang September

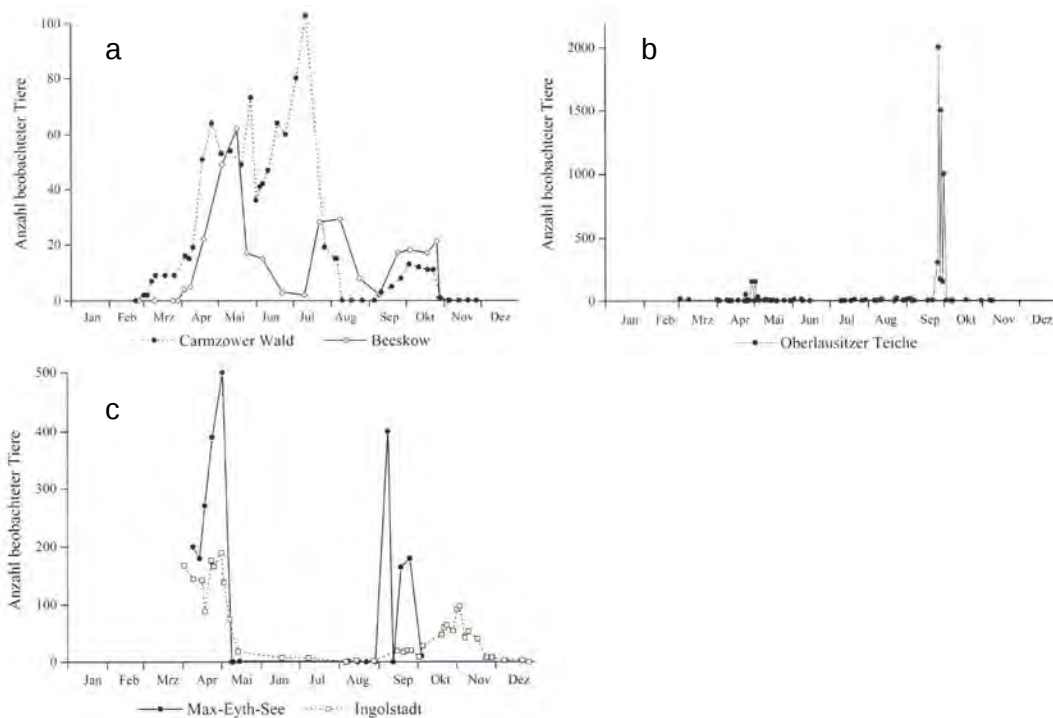


Abb. B-17: Phänologie des Großen Abendseglers 1997 (aus WEID 2002).

a. in ostdeutschen Wochenstubegebieten (Carmzower Wald/BB und Beeskow/BB) – Zone 5; b. in einem Wochenstuben-, Durchzugs- und Überwinterungsgebiet (Oberlausitzer Teiche/SN) – Zone 4/5; c. in reinen Durchzugsgebieten (Max-Eyth-See Stuttgart/BW und Donau bei Ingolstadt/BY) – Zone 2.

WEID (2002) stellte aus einem mehrjährigen bundesweiten Abendseglerzählprogramm die wichtigsten phänologischen Typen in Deutschland zusammen. Verschiedene Regionen lassen sich mit bestimmten Zugmustern verknüpfen, die sich auch recht gut in unseren Auswertungen wiederfinden (Abb. B-17).

B.2.2.2 Flugdistanzen

Der Große Abendsegler zieht im Vergleich zu den drei anderen Arten am wenigsten weit. Nach bisherigen Erkenntnissen bleiben die Distanzen meist unter 1.000 km (s. jedoch Ergebnisse der Isotopenanalyse in Abschn. C.3). Ortstreue ist in Sommer- und Wintergebieten belegt (z.B. GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004, HEISE 1989), aber auch dazwischen in verschiedenen Durchzugsquartieren, beispielsweise bei Leipzig, am Rhein, in Rheinland-Pfalz und an der Isar (MESCHÉDE & HELLER 2000, Daten von F. MEISEL, A. WOITON, A. ARNOLD, F. KRETZSCHMAR, A. KIEFER, M. FUHRMANN, A. BAUTSCH). Ferner ist auch der mehrmalige Wechsel zwischen jeweils denselben Sommer- und Winterquartieren belegt (GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004).

B.2.2.3 Migrationsgeschwindigkeit

Die Anwendung der oben genannten Kriterien auf die Wiederfundmeldungen der Datenbanken ergab eine minimale Migrationsgeschwindigkeit von 74 km/Tag für den Frühjahrszug (n = 24, max. 773 km) und 72 km/Tag für den Herbstzug (n = 53; max. 940 km; s. Tab. B-2).

PANYUTIN (in STRELKOV 1969) maß Geschwindigkeiten von 20-26 km/Tag, der maximal gemessene Wert war 44 km/Tag. GAISLER et al. (2003) berichten von einem Weibchen, dass im Mittel 37 km/Tag geflogen sein muss zwischen Litauen und Nordmähren. Unsere Telemetriestudie ergab eine Mindestgeschwindigkeit von 50 km/Nacht, wobei das Weibchen nur die erste Nachthälfte beobachtet wurde (s. Abschn. C.3), DECHMANN et al. (2014) wiesen für ein Tier 180 km/Nacht nach.

Die Fluggeschwindigkeit während des Such- und Jagdflugs beträgt in der Regel zwischen 15 und 30 km/h (GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004), die maximale Geschwindigkeit wurde mit ca. 50 km/h gemessen (BRUDERER & POPA-LISSEANU 2005). Mehrere hundert Kilometer reiner Streckenflug wären für den Abendsegler damit pro Nacht theoretisch zu bewältigen (s.a. WEID 2002).

Während der Herbstzug relativ auffällig ist und in die Paarungszeit fällt, verläuft der Frühjahrszug diskret und ist bisher kaum im Detail untersucht oder beobachtet worden (z.B. SPITZENBERGER 1992). In den hiesigen Auswertungen sticht in den Zonen 2-4 insbesondere die Dekade 12 (21.-30.4.) heraus, die den Beginn des Abzugs aus den Winterquartieren markieren könnte.

B.2.3 Rauhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii*

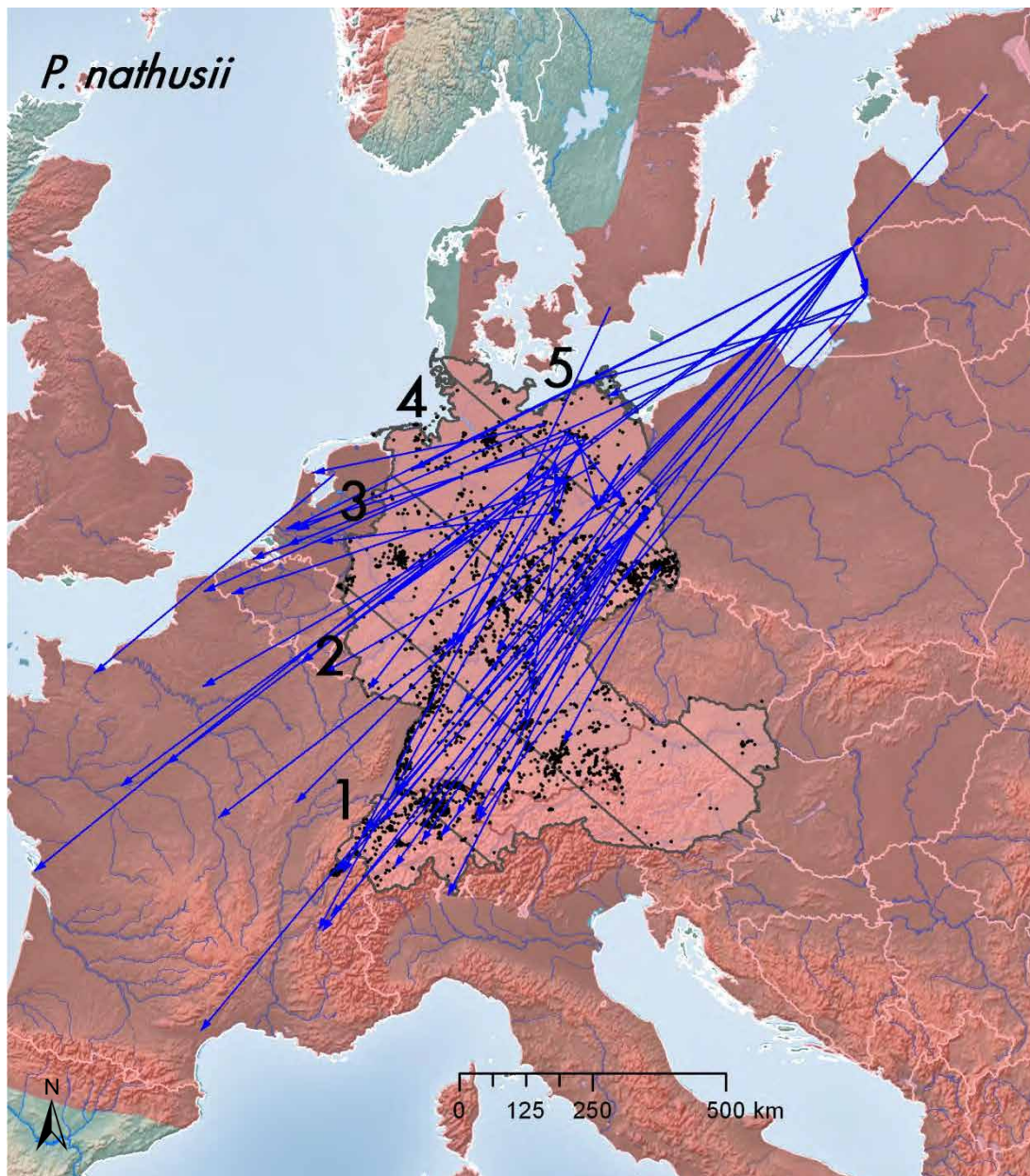


Abb. B-18: Verteilung der Fundpunkte der Rauhautfledermaus im Untersuchungsraum. Nachweise ab 1990; blaue Pfeile = Wiederfänge innerhalb derselben Zugperiode (n = 67, hier nur Herbst; Entfernung ≥ 70 km, innerhalb von 100 Tagen; Wiederfangdaten der Beringungszentralen Bonn und Dresden auch vor 1990); rote Fläche = Areal nach IUCN; Schraffur = Zonen 1-5 (s. Abb. B-23); Karte: World Relief Map (www.shadedrelief.com).

In der räumlichen Verteilung der 4.936 Fundpunkte (mit 16.064 Datensätzen) reihen sich bei der Rauhautfledermaus auffällige Datenhäufungen entlang der Südwestgrenze in Baden-Württemberg auf (Rheintal), ebenso in großen Städten bzw. seenreichen Regionen (z.B.

Genf, Dresden, Oberlausitzer Teichlandschaft, Mecklenburger Seenplatte). Sie dürften in den meisten Fällen mit der Bearbeitungsintensität zusammenhängen.

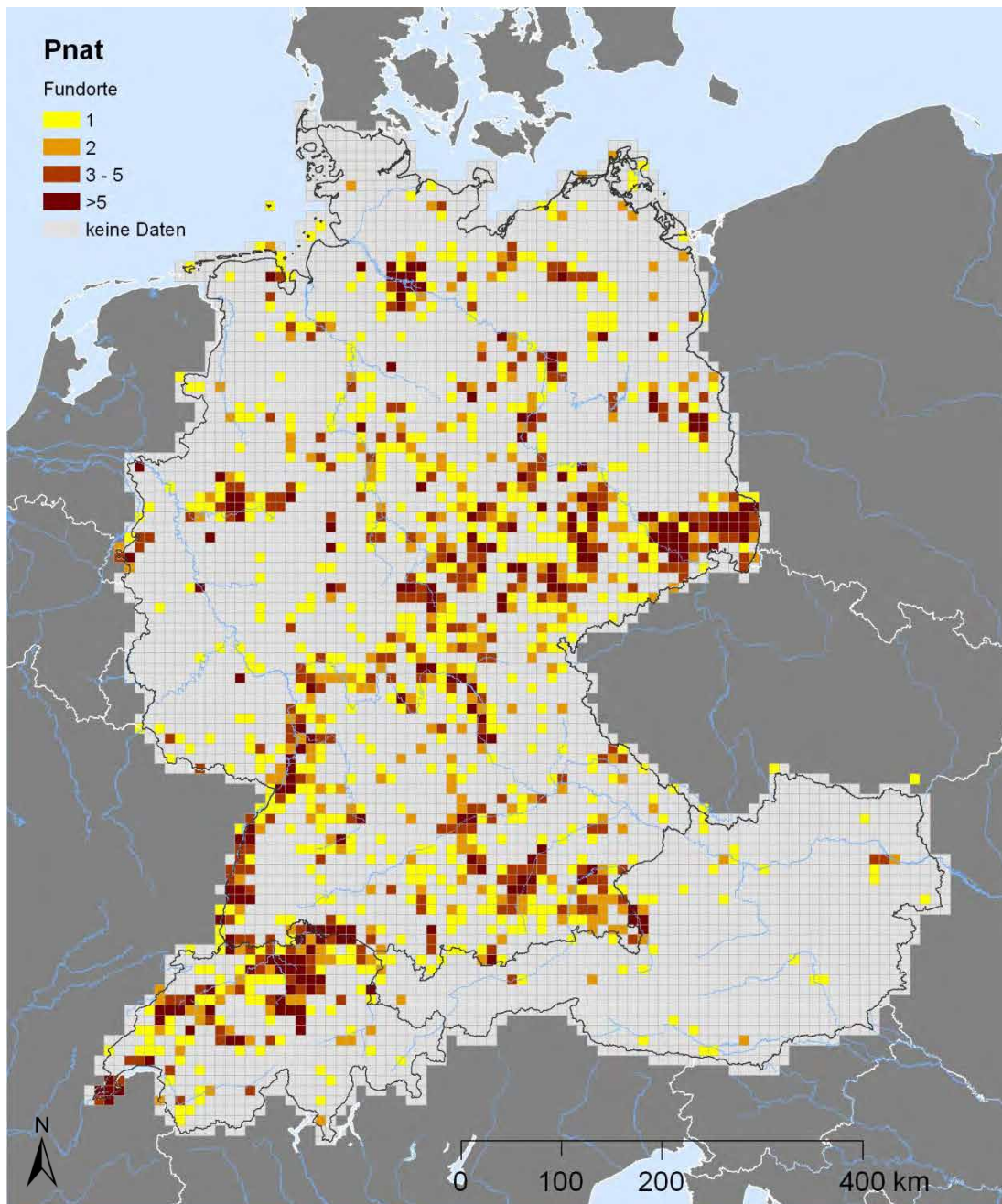


Abb. B-19: Anzahl Fundorte der Rauhauffledermaus mit verwendbaren Nachweisen ab 1990. Rastergrundlage: 10x10 km UTM.

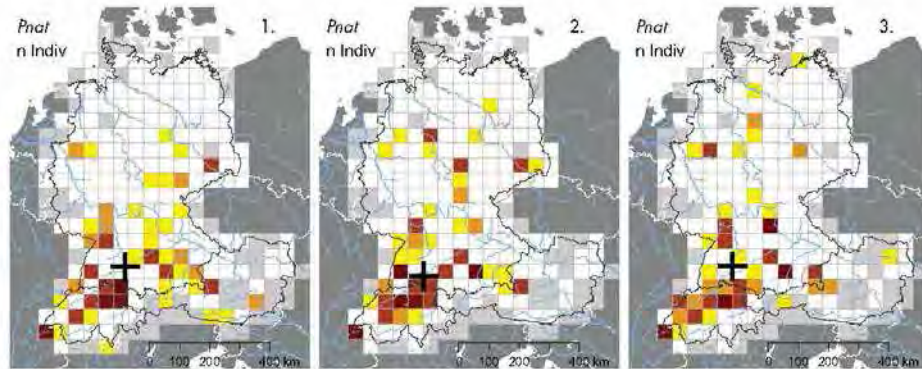
B.2.3.1 Zeitliches Auftreten

Abbildungen B-20 bis B-22 und Abb. B-23 lassen auch für diese Art eine großräumige Populationsverschiebung über den Untersuchungsraum erkennen. Das bekannte Zugmuster, die

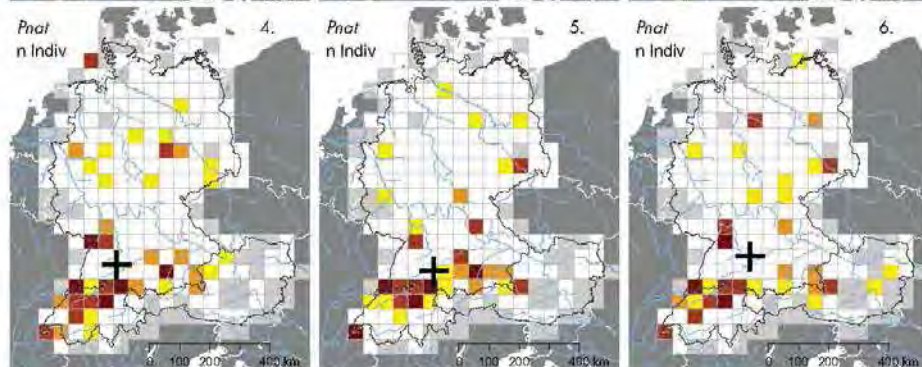
Nordost-Südwestbewegung, geben die Daten gut wieder. In den Winterwochen werden mehr Nachweise im Südwesten dokumentiert als im Norden, aber anders als beim Kleinen Abendsegler kann die Rauhaufledermaus vereinzelt im Winter auch im Norden gefunden werden (s.a. BARRE & BACH 2004). Diese Tiere bzw. Populationen ziehen überwiegend aus dem Nordosten Europas, speziell den baltischen Ländern zu, was Langzeitberingungsstudien und Wiederfunde z.B. von SCHMIDT (1991, 2000, 2002, 2004a) und TRESS et al. (2004) in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern und PÉTERSONS (1990, 1994, 2004) in Lettland zeigen.

In den Wochen der Jahresmitte (Wochenstubenzeit) weisen die Zonen 4 und 5 die größere Zahl an Fundorten und Beobachtungen auf. Rauhaufledermäuse wandern im Norden ab ca. Ende April (12. Dekade) in die Wochenstubengebiete ein, während Sommernachweise im Süden dann stark zurückgehen. Die Phänologiediagramme zeichnen auch die Zugphasen nach (Abb. B-23). In allen Zonen ist die Herbstzugphase im August/September dabei besonders ausgeprägt und sogar die zeitliche Verschiebung des Gipfels lässt sich von Norden bis in die südlichste Zone gut verfolgen. Die Frühjahrszugphase ist dagegen nicht deutlich erkennbar. Dies kann verschiedene Gründe haben, vor allem aber auch an der Bearbeitungsintensität liegen, die im Untersuchungsraum nicht gleichmäßig ist. Allerdings zeigen Beobachtungen in regelmäßig kontrollierten Nistkästen entlang der Zugwege, dass der Kastenbesatz im Frühjahr und Herbst sehr unterschiedlich sein kann (z.B. ARNOLD & SACHTELEBEN 1993). Jedoch kann hieraus nicht abgeleitet werden, dass im Frühjahr und Herbst nicht dieselben Routen geflogen werden. Beobachtet wird allerdings, dass der Zug im Frühjahr in kürzerer Zeit stattfindet als im Herbst und/oder die herbstlichen Paarungsgruppen mit ihrer längeren Verweildauer und einem erhöhten Quartierbedarf das Auffinden in Kästen erleichtern (A. ARNOLD, F. KRETZSCHMAR, in BARRE & BACH 2004).

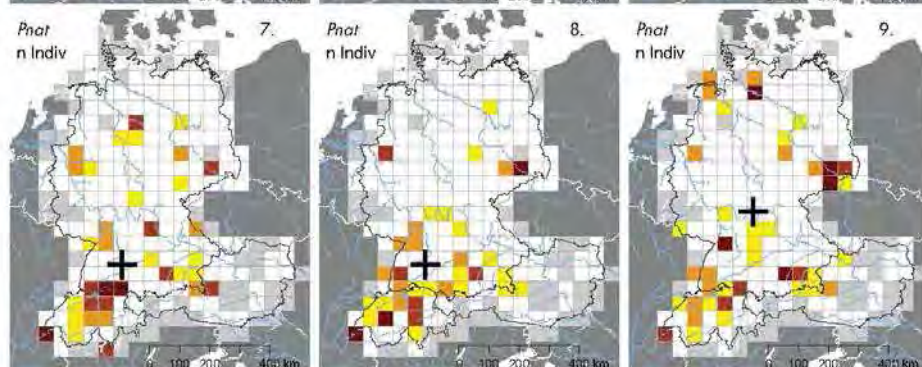
JAN



FEB



MRZ



APR

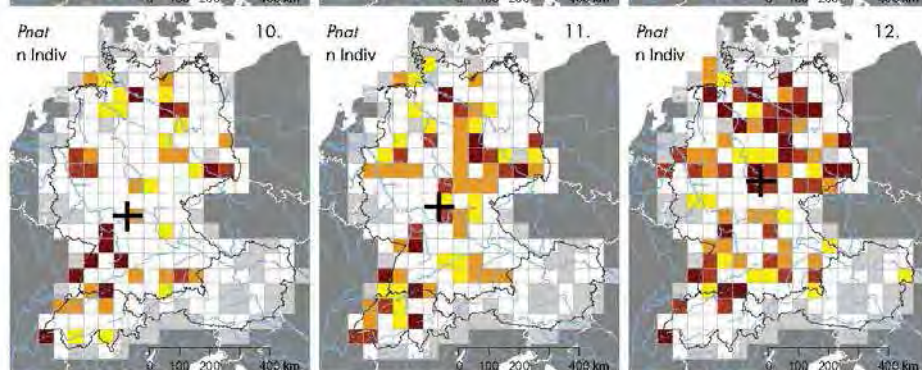


Abb. B-20: Anzahl Individuen der Rauhaufledermaus pro Dekade (Januar bis April).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: ■ = 1 ■ = 2-3 ■ = 4-9 ■ = mehr als 9 (max. 855).

MAI

JUN

JUL

AUG

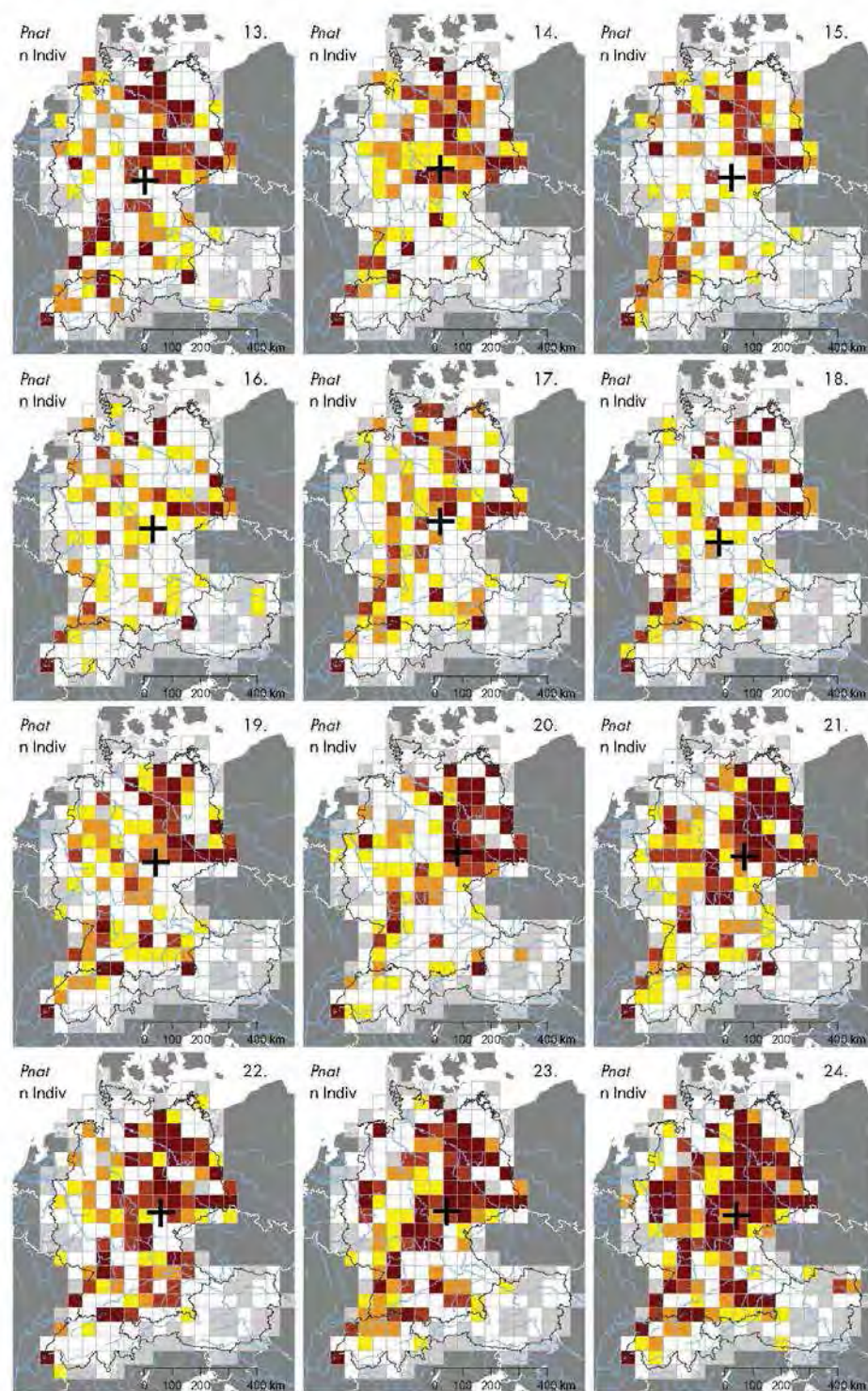


Abb. B-21: Anzahl Individuen der Rauhaufledermaus pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-9 = mehr als 9 (max. 855).

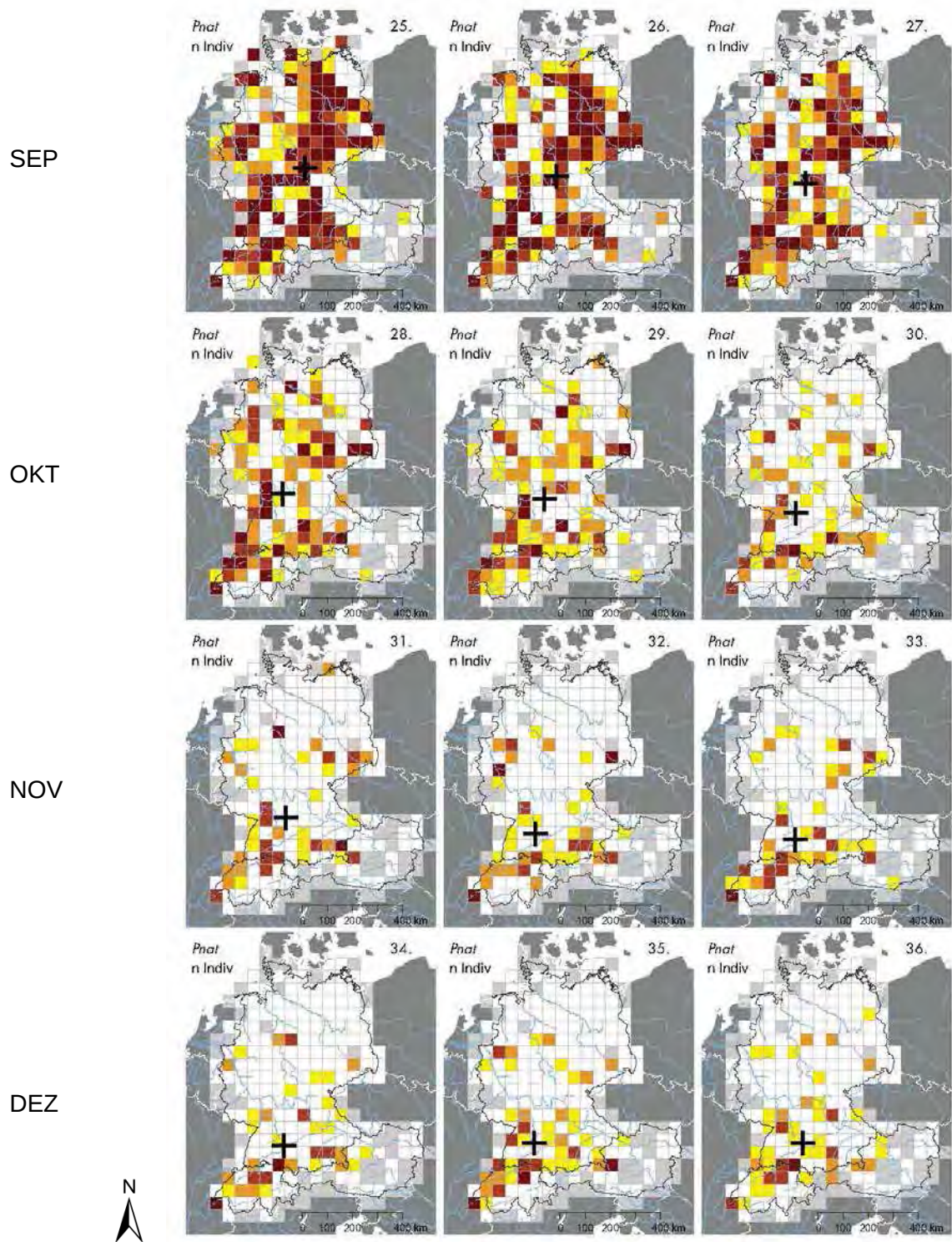


Abb. B-22: Anzahl Individuen der Rauhaufledermaus pro Dekade (September bis Dezember). Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-9 = mehr als 9 (max. 855).

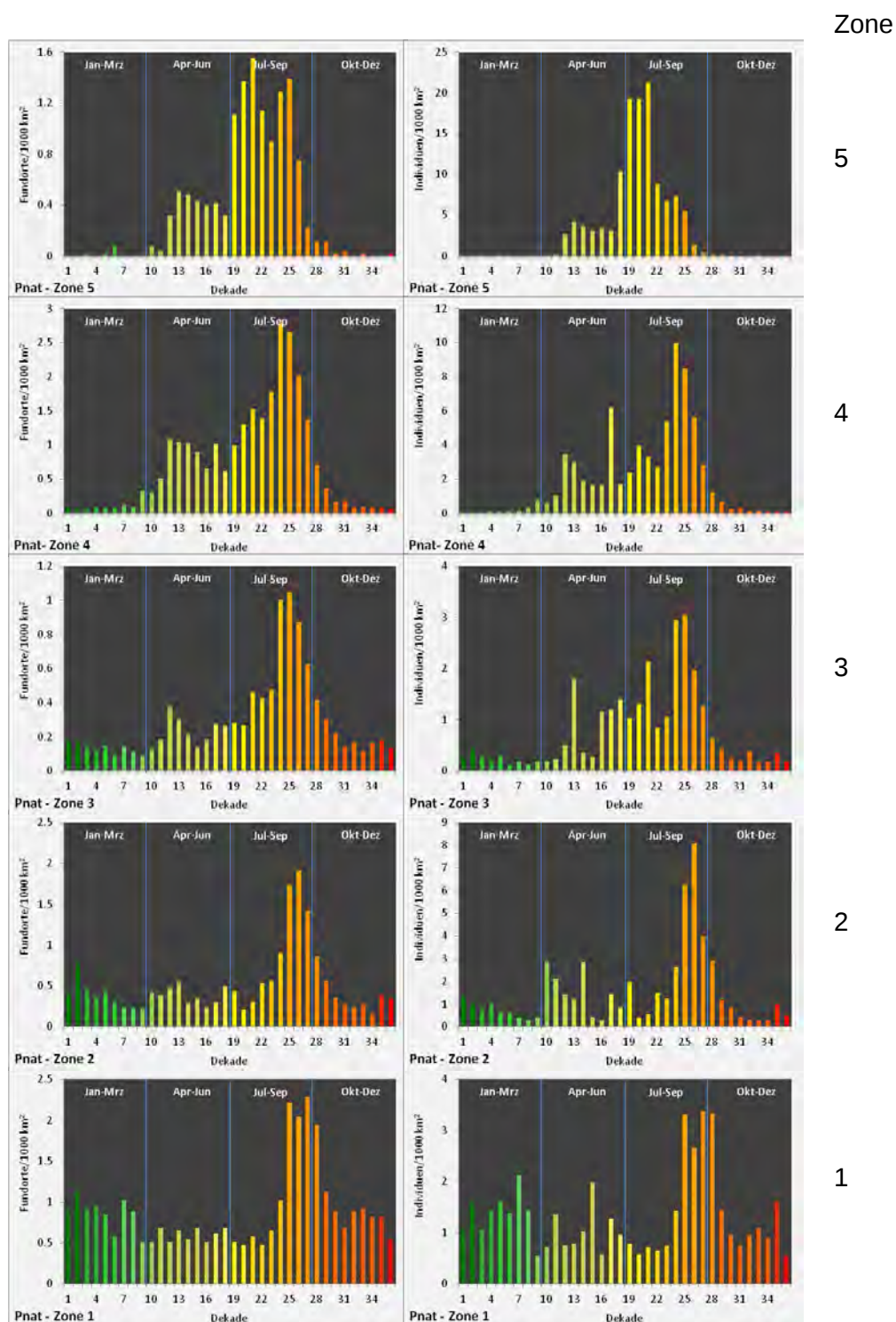


Abb. B-23: Phänologie der Rauhaufledermaus im Untersuchungsraum in Dekaden.
Links: Datenbasis Anzahl Fundorte, rechts: Datenbasis Anzahl Individuen; alle Nachweise ab 1990;
beachte unterschiedliche Skalierung; Zoneneinteilung s. Abb. B-19.

Phänologie (s. FIEDLER 1998, HEISE 1984, SCHMIDT 1994, 2002, VIERHAUS 2004):

- **Überwinterung:** Oktober bis Februar/März – meist einzeln oder in kleinen Gruppen
- Wegzug aus dem Überwinterungsgebiet: teilweise ab Ende März
- Dauer der Migrationsphase Frühjahr: ca. 3-4 Wochen
- Ankunft in den Wochenstubegebieten: ca. Anfang April bis Mitte Mai
- **Paarungszeit:** Beginn im Juli bis August/September; Weibchen treffen auf dem Durchzug oder während der Dismigration Männchen in deren Quartieren
- Wegzug aus den Wochenstubegebieten: ab ca. Anfang August
- Dauer der Migrationsphase Herbst: ca. 6-8 Wochen
- **Ankunft in den Überwinterungsgebieten:** teilweise ab Anfang September, bis ca. Ende September wahrscheinlich abgeschlossen.

Erst- und Letztbeobachtungen haben sich über 30 Jahre hinweg zu früheren bzw. späteren Daten verschoben; diese Entwicklung wird mit der Klimaveränderung in Zusammenhang gebracht (SCHMIDT 2000).

SCHMIDT (1994) verglich die Häufigkeitsentwicklung in Gebieten mit unterschiedlichem Status für das Jahr 1986 (Abb. B-2) und zeichnete die Phänologie im Jahreslauf für sein Dauerbeobachtungsgebiet in Ost-Brandenburg nach; die Daten für das Überwinterungsgebiet sind aus dem Rhein-Main-Gebiet ergänzt (s. KOCK & SCHWARTING 1987).

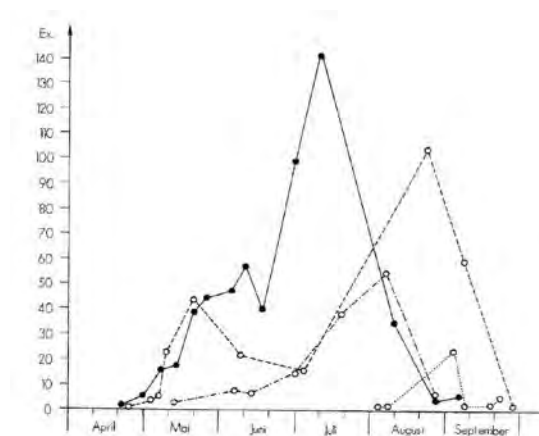


Abb. B-24: Entwicklung der Häufigkeit der Rauhautfledermaus in Gebieten mit unterschiedlicher Funktion im Jahr 1986.

Durchgezogene Linie: Wochenstubegebiet, Strich-Punkt: Dismigrationsgebiet, gestrichelt: Paarungs- und Durchzugsgebiet, punktiert: Überwinterungsgebiet (aus SCHMIDT 1994).

B.2.3.2 Flugdistanzen

Ähnlich wie der Kleine Abendsegler ist die Rauhautfledermaus zu weiten Wanderungen fähig, was durch zahlreiche Fernfunde belegt ist (s. HUTTERER et al. 2005, STEFFENS et al. 2004). Den Rekord hält ein Tier mit 1.905 km zwischen Lettland und Frankreich (PETERSONS

2004). Wiederfunde in Norditalien lassen sich nur durch die Überquerung der Alpen erklären (HAENSEL 1994, 2001, SCHMIDT 2004a), was durch direkte Fänge und Beobachtungen an Alpenpässen untermauert wird (AELLEN 1962, 1983).

B.2.3.3 Wanderrouuten

Die Literatur bietet einige Hinweise auf eine vergleichsweise starke Konzentration von Raufhautfledermäusen an bestimmten Landschaftselementen wie z.B. Gewässerläufen (z.B. BRAUN & HÄUSSLER 1993, FURMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, TAAKE & HILDENHAGEN 1989) und Gebirgspässen (AELLEN 1962, 1983). Auch in der Umfrage von BARRE & BACH (2004) gaben verschiedene Experten eine auffällige Nähe der Funde zu Fließgewässern oder bevorzugt in Auwäldern an. Diese in der Regel auf Quartierfunde zurückzuführenden Angaben belegen aber allenfalls die nähere Umgebung des Flusses (Auwälder) als geeigneten Quartierstandort und Auengewässer als Nahrungshabitat, sagen jedoch nichts über die Funktion des Fließgewässers als Leitstruktur für den Zug aus.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen in Thüringen im Rahmen dieses Projektes (akustischer Transekt) untermauern diese Beobachtungen durch Rufaufzeichnungen an verschiedenen Standorten, u.a. der Aue um den Fluss Hösels bei Eisenach (s. Abschn. C.2).

In einer Auswertung von 166 Wiederfundmeldungen (> 90 km) gibt SCHMIDT (2004a) unter Einbeziehung zahlreicher Daten von Expertenkollegen einen Überblick über die Zugbewegung und Zugrichtung von *Pipistrellus nathusii* über Mitteleuropa. Wie schon bei PETERSONS (1990) zuvor, ließ sich eine ungleiche Verteilung der nordostdeutschen und nordosteuropäischen Sommerpopulation auf die zur Überwinterung geeigneten Gebiete in SW-Deutschland, der Westschweiz und SO-Frankreich bzw. weiter nördlich gelegenen Regionen in N-Frankreich, Belgien und den Niederlanden nachzeichnen. Der Zugsektor ist dabei je nach Beringungsort unterschiedlich und erstreckt sich, ausgehend von den Hauptberingungsorten im Osten, sehr breit von WNW über direkt W, SW oder S nach SSO.

Auch die Gebietstreue kann durch Beringungsstudien nachgewiesen werden: SCHMIDT (1989a, 2004a) berichtet von „Rückkehrern“, also Individuen, die nach einem ersten Wiederfund im Überwinterungsgebiet ein zweites Mal am Ort der Beringung (in Wochenstuben, Durchzugs- oder Paarungsquartieren) in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern angetroffen wurden. Ein winterquartiertreues Tier ist in der Schweiz (Bern) bekannt geworden (ZINGG in VIERHAUS 2004). In südlichen und südwestlichen Durchzugsgebieten bzw. Überwinterungsregionen wurden im Rahmen des F+E-Vorhabens „Waldfledermäuse“ in den 1990er Jahren etliche Raufhautfledermäuse in den hessischen und badischen Rheinauen sowie an der Isar nördlich von München zwischen verschiedenen Zugphasen wiedergefangen (in MESCHÉDE & HELLER 2000, Daten von A. ARNOLD, A. BAUTSCH, D. BERND, G. EPPLER, F. KRETZSCHMAR). Wiederfänge gelangen dabei sowohl zwischen den Zugperioden innerhalb eines Jahres als auch nach mehreren Jahren.

B.2.3.4 Migrationsgeschwindigkeit

Die Anwendung der oben genannten Kriterien auf die Wiederfundmeldungen ergab eine minimale Migrationsgeschwindigkeit der Art von 75 km/Tag für den Herbstzug (n = 67; max. 1.905 km; s. Tab. B-2). PETERSONS (2004) stellte aus Wiederfunden lettischer Studien 14

Migrationsgeschwindigkeiten zwischen 5,1 und 76,9 km/Tag zusammen und in seiner früheren Studie fand sich ein Tier am Tag nach der Beringung in 92 km Entfernung wieder (PETERSONS 1990). DIETZ et al. (2007) recherchierten Zugleistungen von 29-48 km pro Nacht.

B.2.4 Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus*

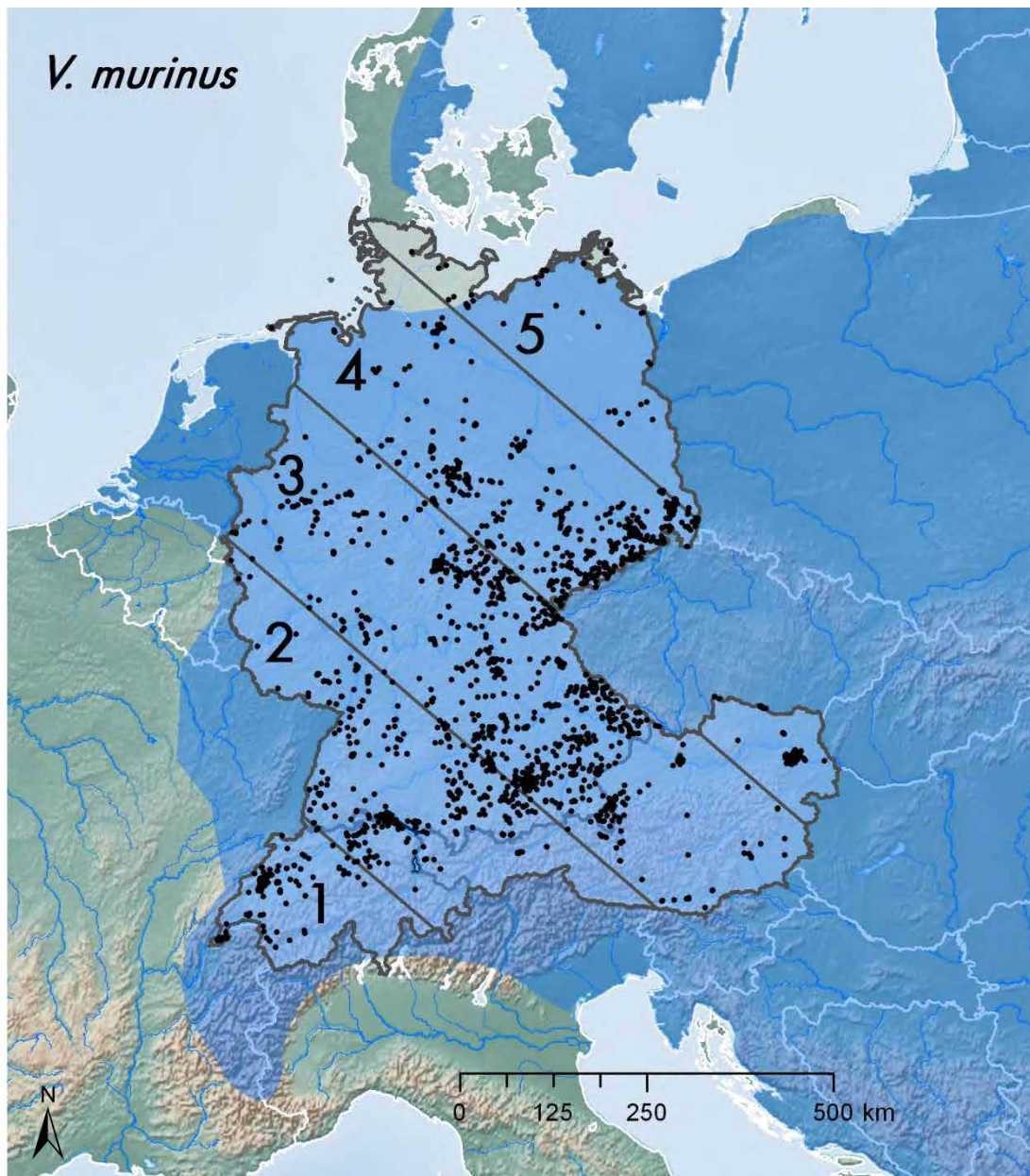


Abb. B-25: Verteilung der Fundpunkte der Zweifarbfledermaus im Untersuchungsraum. Nachweise ab 1990. Keine Wiederfänge innerhalb von 100 Tagen in mindestens 70 km Entfernung in diesem Raum; blaue Fläche = Areal nach IUCN; Schraffur = Zonen 1-5 (s. Abb. B-30). Karte: World Relief Map (www.shadedrelief.com).

Abbildung B-25 zeigt die Verteilung der 2.172 Fundpunkte (mit 3.495 Datensätzen) der Zweifarbfledermaus. Datenhäufungen korrelieren z.T. mit größeren Städten (z.B. Wien, Genf, München), intensiver erforschten Gebieten (z.B. Südthüringen) oder Gebirgen (z.B. Harz,

Sächsische Schweiz, Jura). Im Norden (Schleswig-Holstein) existieren Vorkommen außerhalb des von der IUCN modellierten Verbreitungsareals.

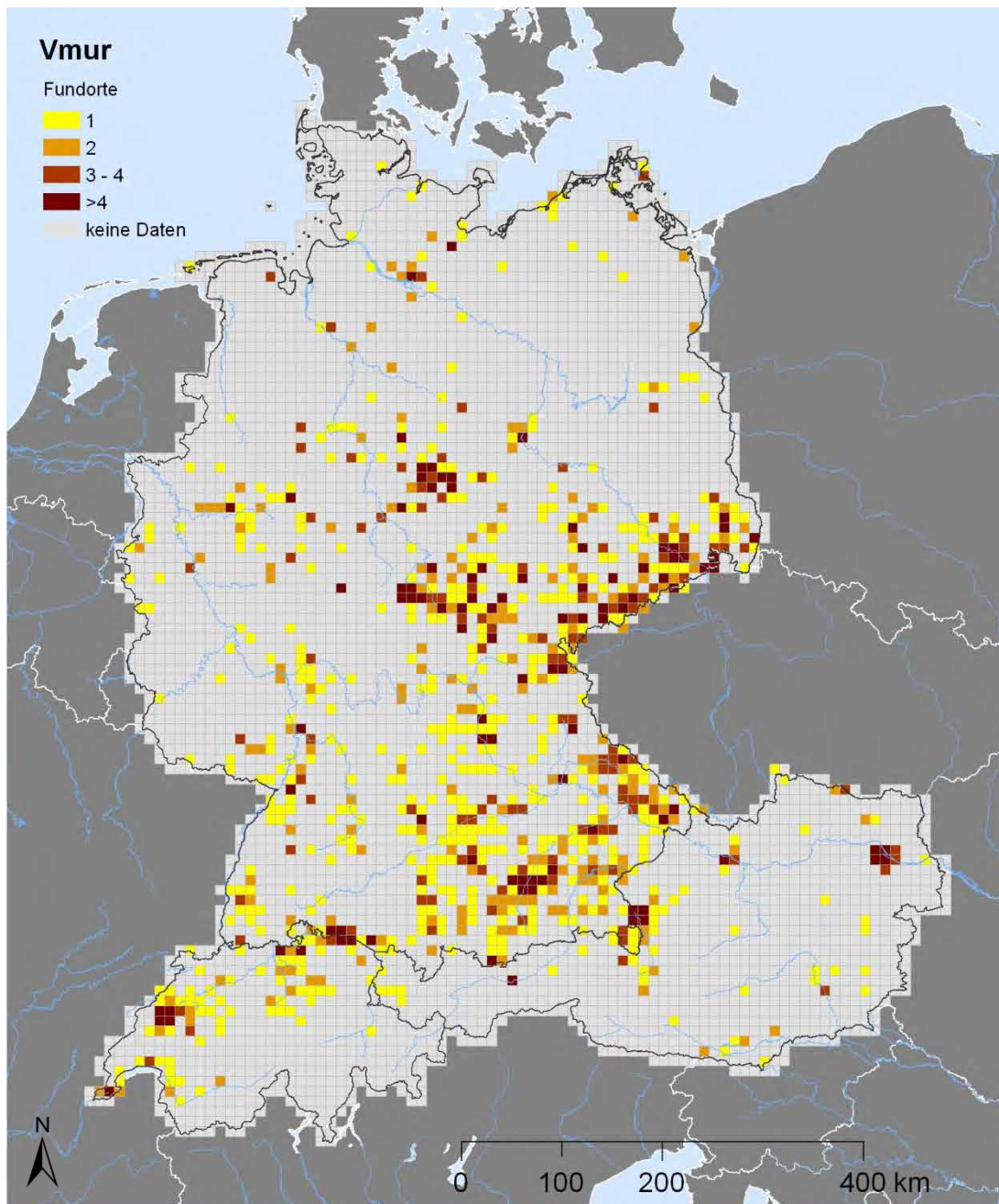


Abb. B-26: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus mit verwendbaren Nachweisen ab 1990. Rastergrundlage: 10x10 km UTM.

B.2.4.1 Zeitliches Auftreten

Bereits auf den ersten Blick fällt ein vergleichsweise starkes Auftreten im sächsischen Raum im Winter auf. Die meisten Fundpunkte (und Zählungen) der Winterdekaden sind nicht im Süden zu finden, sondern im Norden bzw. Osten. Zahlreiche Sommernachweise stammen hingegen aus dem Süden.

Ein solches Ergebnis erscheint widersprüchlich zu den anderen Arten und entgegengesetzt der herkömmlichen Vorstellung über die Wanderrichtungen der ziehenden Fledermäuse. Es hängt wohl damit zusammen, dass die Art im Süden insgesamt weiter verbreitet ist und sich im Sommer hier nicht nur Wochenstuben bilden, sondern zusätzlich auch große Männchengesellschaften; die Datenbank listet beispielsweise jeweils ein bayerisches und Schweizer Quartier mit 500 Tieren. Aus den Rasterkarten (Abb. B-27 bis B-29) ist ersichtlich, dass sich die Datensätze pro Dekade nicht stark verschieben. Auch wenn in den Wintermonaten im Norden kaum Nachweise existieren, kann daraus jedoch nicht geschlossen werden, dass die Art dort nicht vorkommt.

Nach DIETZ et al. (2007) sind europäische Populationen zum Teil standorttreu, z.B. in Dänemark und im Böhmerwald, und zum Teil migrierend (die osteuropäischen) (s.a. BAAGØE 2001).

Die Phänologiediagramme in Abb. B-30 geben keinen detaillierten Aufschluss über die Zugphasen, allerdings könnte der deutliche Anstieg an Beobachtungen in Dekade 10/Zone 2 und Dekade 12/Zonen 3 und 4 ein Indiz für den Beginn des Frühjahrszugs sein.

Die Zweifarbfledermaus nimmt in Bezug auf Wanderungen eine Sonderstellung ein. Zum einen ist über diese Art vergleichsweise viel weniger bekannt als über die drei anderen Arten. Zum anderen bildet diese Art im Sommer große Männchengesellschaften im Süden, die das Bild der Phänologie verzerren. Die genaue Verbreitung von Wochenstuben und Männchenquartieren ist nicht ausreichend erforscht.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass besonders bei dieser Art die Karten von regionalen Daten beeinflusst sind, so z.B. in Bayern. Auch durch Hinzunahme von Schlagopferdaten, v.a. aus Niedersachsen, würde sich das Bild der besetzten Rasterzellen pro Dekade deutlich verändern.

B.2.4.2 Flugdistanzen

Die Zweifarbfledermaus kann weite Strecken zurücklegen (s. HUTTERER et al. 2005, STEFFENS et al. 2004). Den Rekord hält ein Tier mit 1.787 km zwischen Russland und Frankreich (MARKOVETS et al. 2004).

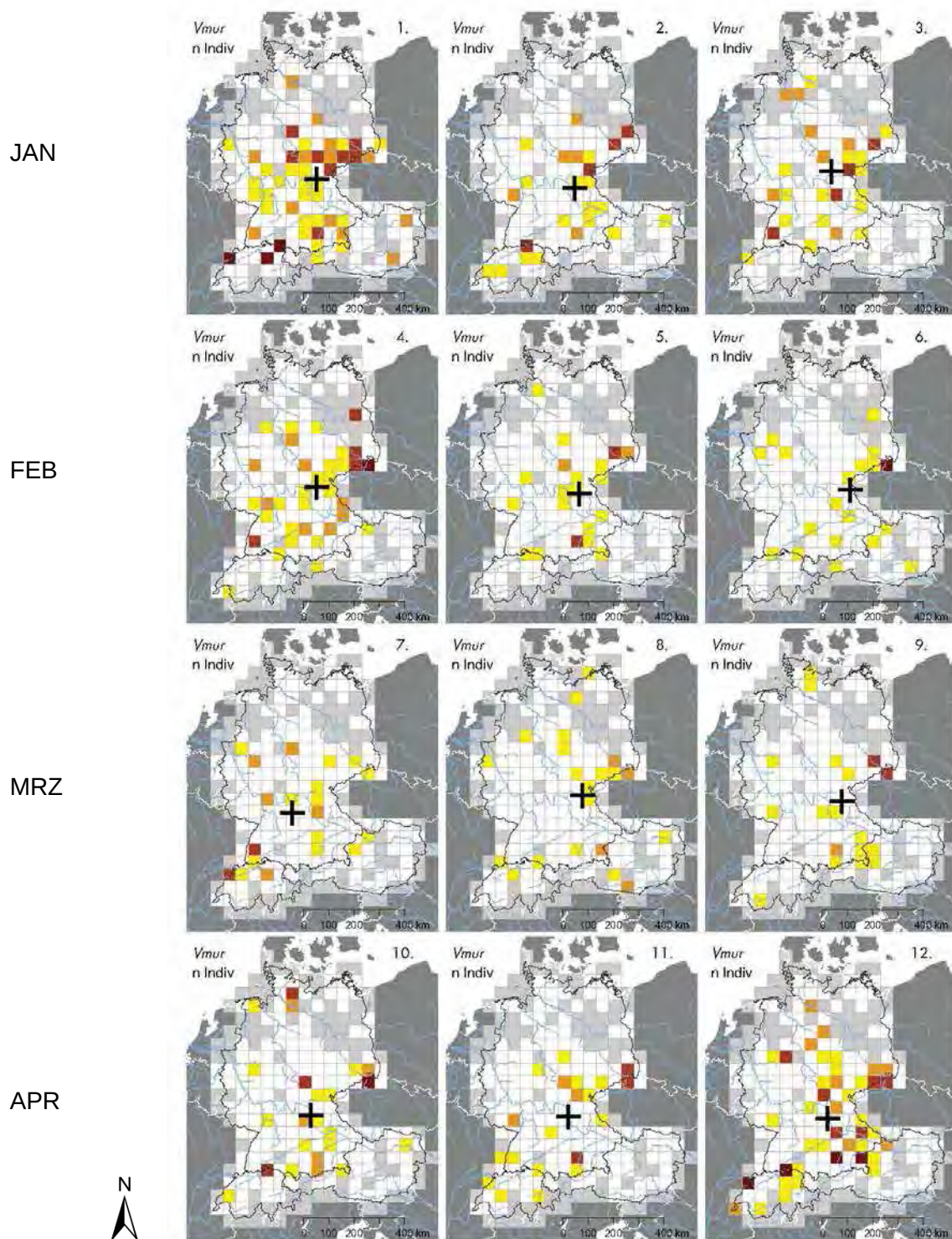
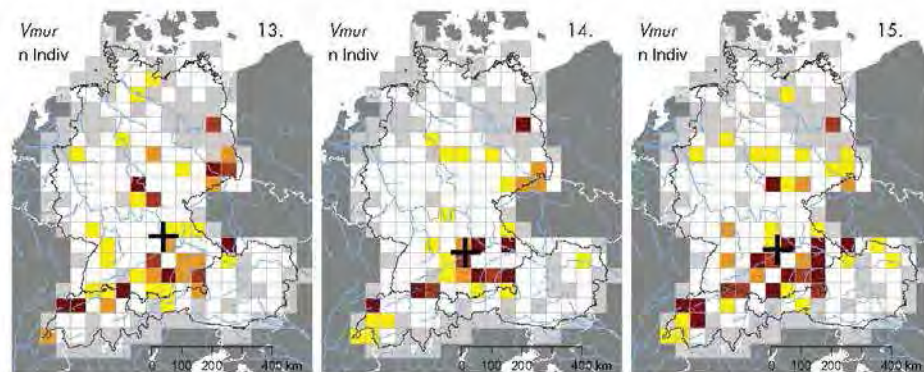


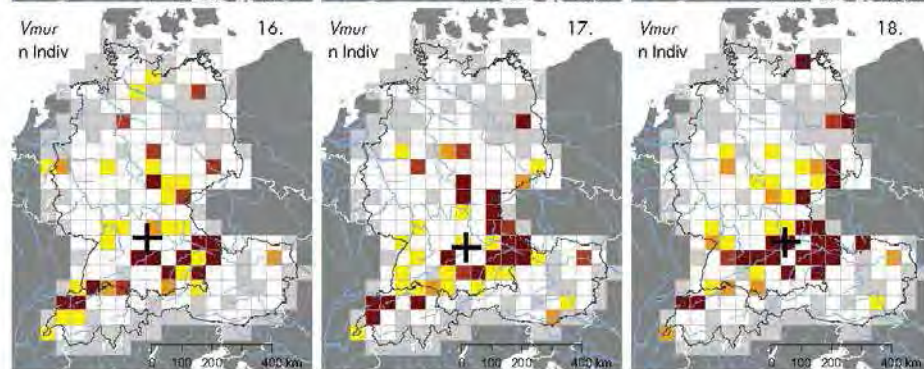
Abb. B-27: Anzahl Individuen der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Januar bis April).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: ■ = 1 ■ = 2 ■ = 3-6 ■ = mehr als 6 (max. 496).

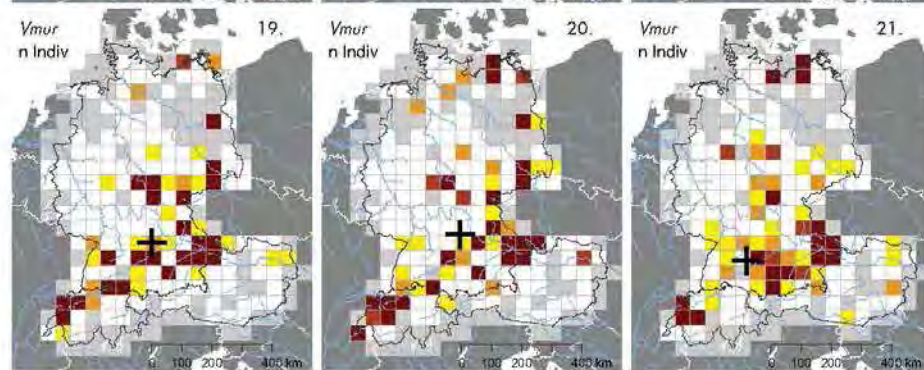
MAI



JUN



JUL



AUG

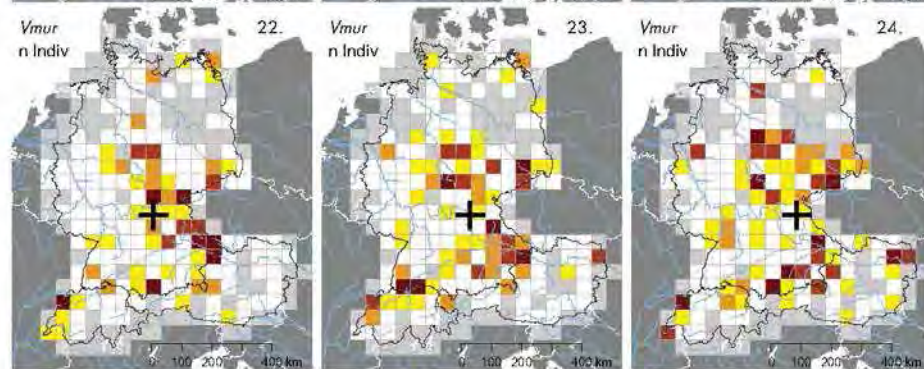


Abb. B-28: Anzahl Individuen der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-6 = mehr als 6 (max. 496).

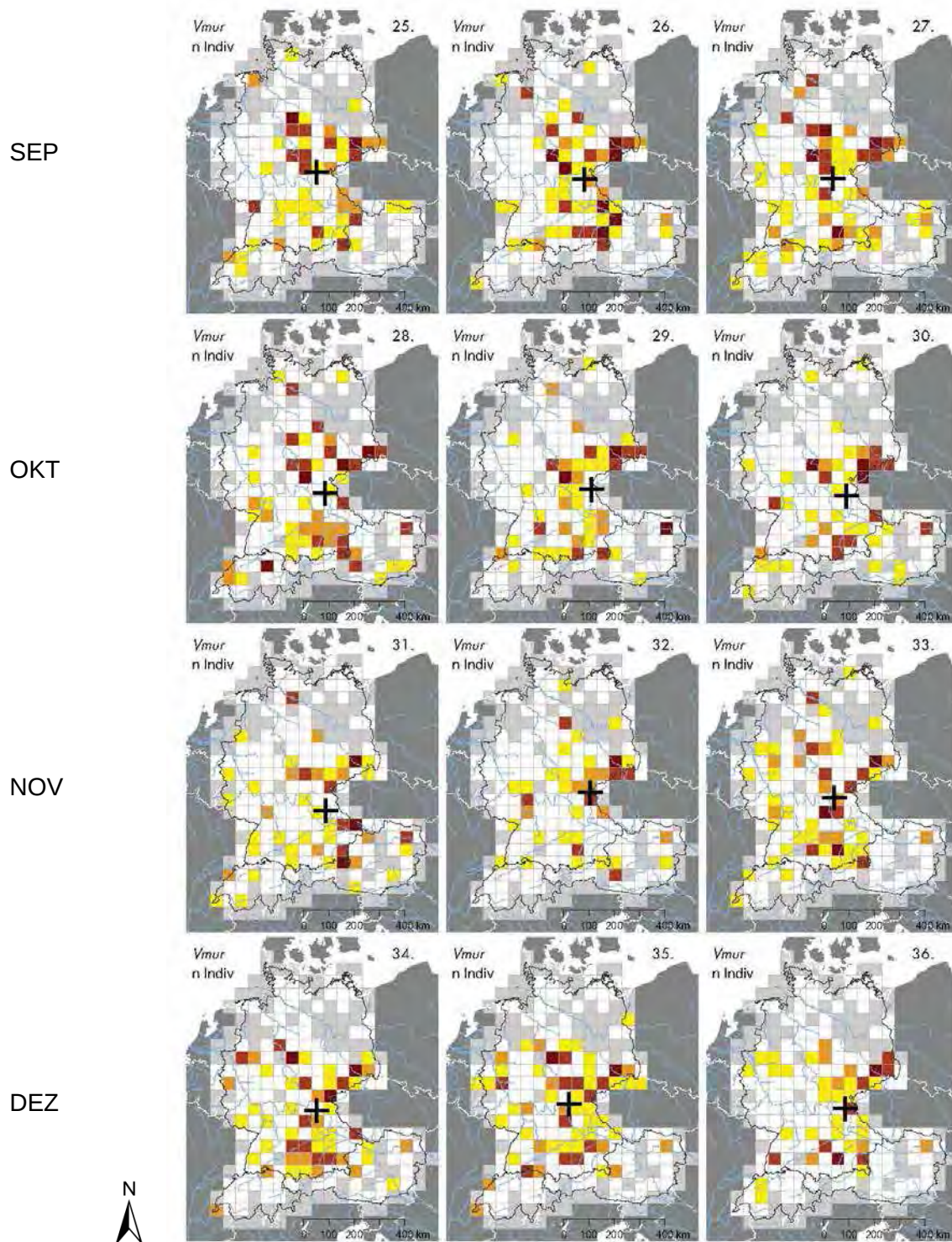
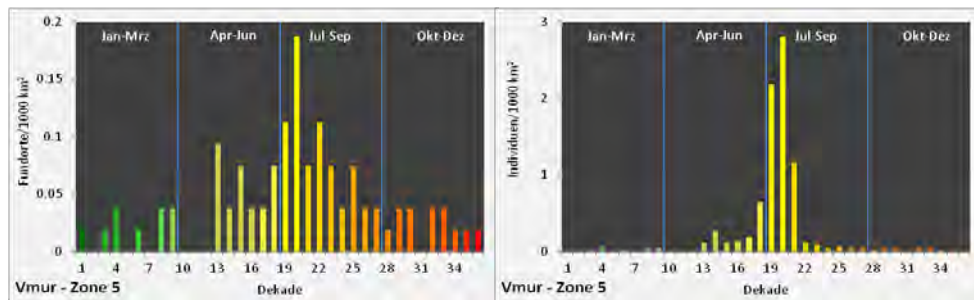


Abb. B-29: Anzahl Individuen der Zweifarbfledermaus pro Dekade (September bis Dezember).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

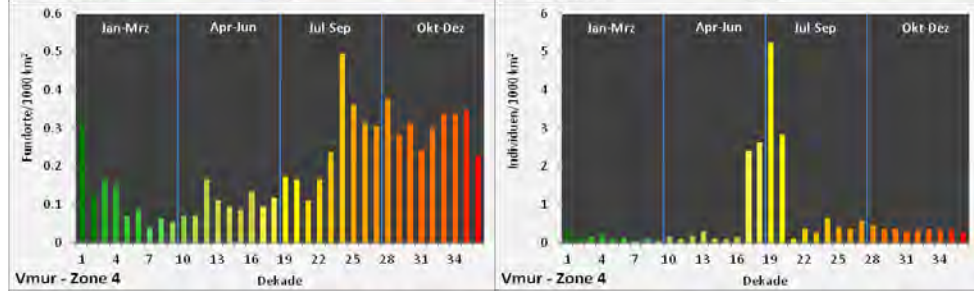
Anzahl Fundorte: ■ = 1 ■ = 2 ■ = 3-6 ■ = mehr als 6 (max. 496).

Zone

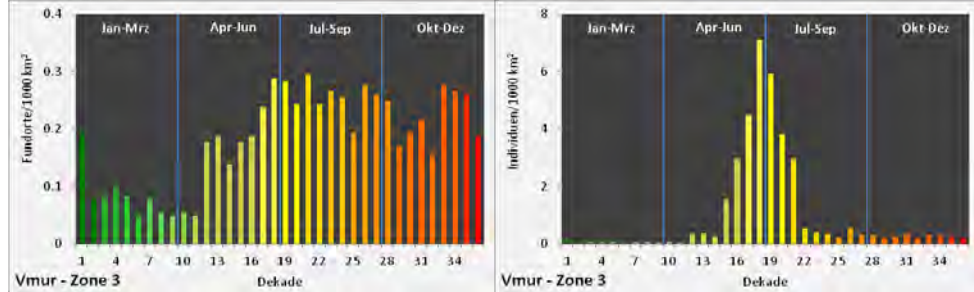
5



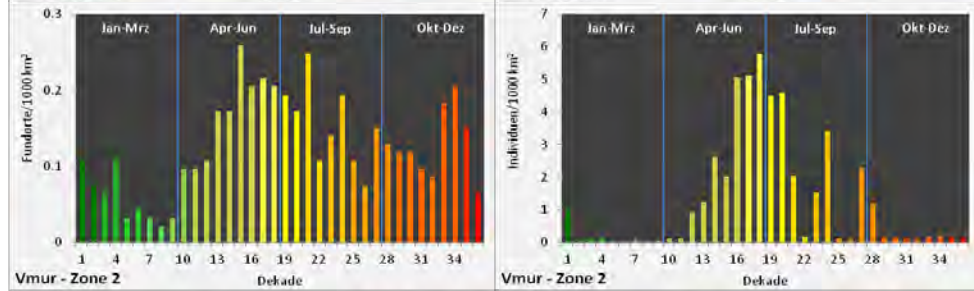
4



3



2



1

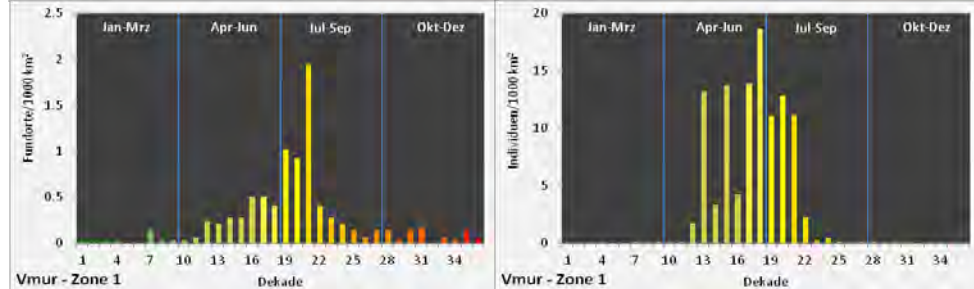


Abb. B-30: Phänologie der Zweifarbfledermaus im Untersuchungsraum in Dekaden.
Links: Datenbasis Anzahl Fundorte, rechts: Datenbasis Anzahl Individuen; alle Nachweise ab 1990;
beachte unterschiedliche Skalierung; Zoneneinteilung s. Abb. B-25.

B.2.4.3 Migrationsgeschwindigkeit

Die Bonner Ringdatenbank verzeichnet einen Wiederfund einer im August 1959 in Woronesch/Russland beringten und in Maltschewskaja, Rostowskaja Oblast/Russland wiedergefundenen Zweifarbfledermaus, die innerhalb von 2 Tagen 305 km zurücklegte. Das ergibt eine minimale Migrationsgeschwindigkeit von 152 km/Tag für den Herbstzug (s. Tab. B-2). Für den Frühjahrszug liegen keine Daten vor.

B.2.5 Diskussion

Zur Erforschung von Migrationsmustern zählen Faktoren wie die Zugdistanz, Flugrichtung und Orts-/Gebietstreue, die sich aus den zahlreichen Beringungsstudien v. a. zum Großen Abendsegler und zur Rauhautfledermaus und in Ansätzen zum Kleinen Abendsegler ermitteln lassen. Andere Faktoren wie die Zugdauer und -route/Habitatnutzung sind jedoch nach wie vor kaum untersucht.

Die Wanderungsbewegungen der vier untersuchten Arten „diagonal“ über Deutschland, Österreich und die Schweiz zeigen gewisse Gemeinsamkeiten, jedoch auch deutliche Unterschiede.

Eine Gemeinsamkeit liegt in der saisonalen geographischen Verschiebung der Populationen in grob nordost-südwestlicher Richtung, wobei diese „Richtung“ sich artabhängig auch in einem deutlich breiteren Sektor als strikt Nordost-Südwest äußern kann (z.B. Rauhautfledermaus). Beispielsweise können West-Ost-Bewegungen der Literatur entnommen werden (2004a), werden aber nach bisherigem Auswertestand durch die Daten dieses Projektes nicht gut reflektiert, was u.a. an der Abgrenzung des Untersuchungsraums und der Zoneneinteilung liegen kann. Die Einbeziehung von Daten aus einem deutlich größeren Raum wäre notwendig, um Migrationsbewegungen im gesamten Verbreitungsareal nachzeichnen zu können. Dies war im Rahmen dieses Projektes nicht möglich. Eine halbkreisförmige Zoneneinteilung in Anlehnung an die verschiedenen Flugrichtungen anstelle einer parallelen könnte darüber hinaus einen weiteren Effekt in den Phänologiediagrammen zeigen – ein Auswertungsansatz, der bei künftigen Datenauswertungen berücksichtigt werden sollte. Verschiedene Aufgaben sind hierzu jedoch zuvor zu erfüllen, z.B. die Definition eines „Zielgebietes“ im Norden/Nordosten, auf das die wandernden Tiere im Frühjahr zustreben.

Unterschiedlich dagegen ist das Ausmaß der Verschiebung: Die Populationen von Rauhautfledermaus und Kleinem Abendsegler verlagern sich auf deutlich größeren Distanzen als die des Großen Abendseglers. Die Zweifarbfledermaus nimmt eine Sonderstellung ein (s.u.).

Nach Jahrzehnten der Migrationsforschung mit Hilfe von Beringungen und zahlreichen Wiederfunden zumindest für Großen Abendsegler und Rauhautfledermaus ist es erstaunlich, dass man sich immer noch nicht sicher sein kann, wie schnell eine Art wandert und welche Wege sie nimmt. Der Einsatz moderner Technik (Isotopenanalysen, s. z.B. POPA-LISSEANU et al. 2012, genetische Analysen) gibt inzwischen zwar Auskunft über die zurückgelegten Distanzen und die Zugrichtung, nicht sicher beantworten lässt sich jedoch beispielsweise die Frage nach der Migrationsgeschwindigkeit. Die bisher höchsten Schätzungen aus Ringwiederfunden, die jedoch als Unterschätzungen gelten müssen, bewegen sich für Großen Abendsegler und Rauhautfledermaus zwischen 70 und 75 km pro Nacht (bzw. Zeiteinheit von 24 Stunden). Bei der Abendsegler-Telemetrie konnten wir eine Strecke von 50 km in

einer halben Nacht dokumentieren, wobei der tatsächlich zurückgelegte Flugweg durch zahlreiche Schleifen und Umwege deutlich höher lag (s. Abschn. C.3). DECHMANN et al. (2014) fanden bei ihrer Abendseglertelemetrie am Bodensee bei zwei Tieren eine nächtliche Flugleistung von 131 bzw. 180 km. Für den Kleinen Abendsegler liegt dieser Wert bei ca. 30 km, für die Zweifarbfledermaus bei erstaunlichen 152 km. Jedoch ist bei dieser Art zu beachten, dass sich die Angabe auf ein russisches Tier stützt und es dabei unklar ist, ob das Zuggeschehen in allen Teilen des Areals vergleichbar ist. Ergebnisse aus weiter östlich gelegenen Regionen sind aus naturräumlichen und klimatischen Gründen nicht unbedingt auf Mitteleuropa übertragbar.

Betrachtet man die realen Fluggeschwindigkeiten von 50 oder mehr km/h (Bsp. Großer Abendsegler, BRUDERER & POPA-LISSEANU 2005) und das Flugverhalten, erscheinen Strecken von mehreren hundert Kilometern pro Nacht theoretisch möglich, auch wenn Faktoren wie Energieverbrauch, Sozialverhalten u. a. möglicherweise Grenzen setzen. Grundsätzlich dürfte es aber für die reine Flugleistung kaum einen Unterschied machen, ob das Tier sein normales nächtliches Jagdpensum absolviert oder dabei eine gerichtete Strecke zurücklegt (GEBHARD 1997).

Aus den für dieses Projekt gesammelten Daten sind „Massenansammlungen“ von Großen Abendseglern mitteilenswert (wohl i.d.R. Flugbeobachtungen), wie sie auch bereits in der Literatur beschrieben sind oder anekdotisch weitergegeben wurden (s. z.B. SPITZENBERGER 1992, WISSING 1990). Nachweise mit mindestens 1.000 beobachteten Großen Abendseglern stammen aus: Burgenland/A 3.000 Indiv. (ohne Datum), Kapellerfeld/NÖ 2.500 Indiv. (27. Dekade), Baden/CH 1.000 Indiv. (34. Dekade), Lubachau/SN 2.000 Indiv. (28. Dekade).

Für die Analysen wurde der Zeitraum ab 1990 gewählt, obwohl die Datenbank regional auch bis 1970 und darüber hinaus Angaben enthält. Die Periode ab 1990 erschien plausibel, da seit Beginn der 1990er Jahre in größerem Umfang und großräumig Fledermausbeobachtungen stattfinden. Die relativ große Zeitspanne von mehr als 20 Jahren könnte jedoch auch nachteilig erscheinen, da die Migration nicht in jedem Jahr gleich lang andauern oder zur selben Zeit stattfinden muss. In diesen Jahren könnten auch schon Verschiebungen infolge des Klimawandels enthalten sein; andererseits sind auch in kürzeren Zeitspannen witterungsbedingte Zugphänomene gegeben, die abzugrenzen kaum möglich ist. Um Effekte des Klimawandels zu untersuchen, müssten daher mehr Dekaden als nur zwei analysiert werden.

Die hier vorliegenden Auswertungen betrachten auf das Verbreitungsareal bezogen nur einen begrenzten Raumausschnitt. Die Zusammenstellung dieser trotz des eher begrenzten Untersuchungsraums recht umfangreichen Datengrundlage hat aber erneut gezeigt, welche „Informationsschätze“ nach jahrzehntelanger fledermauskundlicher und meist ehrenamtlicher Arbeit in Europa vorliegen. Sie zu vereinen und auf eine gemeinsame Basis zu stellen, sollte Ziel des europäischen Fledermausschutzes und der Artenschutzforschung sein. Diese Auswertung von Daten in einem grenzüberschreitenden Raum zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz ist in dieser Form und in diesem Umfang zum ersten Mal durchgeführt worden und kann nur ein Anfang sein. Sie ist der Bereitwilligkeit und freundlichen Unterstützung des Projektes durch mehr als 30 offizielle Stellen, Institutionen und zahlreiche Privatpersonen zu verdanken. Es wäre sehr zu wünschen, wenn sich diese Basis ausweiten ließe, um letztlich die Phänologie und Zugbewegung über das gesamte

Verbreitungsareal der Arten besser zu verstehen und die Gefährdungspotenziale, u. a. vor dem Hintergrund der Windenergieproblematik, identifizieren zu können.

Insbesondere bei der Rauhaufledermaus wird deutlich, dass ohne die Einbindung der westlichen Überwinterungsgebiete wie den Beneluxländern und der Durchzugsgebiete in Nord- und Westdeutschland das Bild unvollständig und verzerrt bleibt. Für den Großen Abendsegler und die Zweifarbfledermaus wäre insbesondere eine Erweiterung der Datenlage nach Osten (Tschechische Republik) wünschenswert. Aber auch hier werden Daten aus den westlich an den Untersuchungsraum angrenzenden Regionen das Bild der räumlichen Populationsverschiebung verändern. Ganz besonders gilt dies für den Kleinen Abendsegler, dessen Vorkommen sich stark an der Südwestgrenze des untersuchten Raumes (Oberrheintal, deutsch-französische Grenze) häufen und dessen Wanderungen deutlich über das erfasste Gebiet nach Süden hinaus reichen. Die Erweiterung der Datengrundlage speziell nach (Süd)Westen wäre für diese Art sicher aufschlussreich. Die Datendichte in einem großen Flusstal wie dem Rheintal drängt die Hypothese auf, dass Fledermäuse Flusstäler bei der Überwindung langer Strecken „nutzen“; ob nur als Quartierstandort oder Leitlinie wird man jedoch nur mit detaillierten und intensiven Flugbeobachtungen durch Telemetrie während des Zuges herausfinden und besser verstehen können.

B.3 Literatur

- AELLEN, V. (1962): Le baguement des chauves-souris au col de Bretolet (Valais). – Arch. Sci. Genève 14: 365-392.
- AELLEN, V. (1983): Migrations des chauves-souris en Suisse. – Bonn. zool. Beitr. 34(1-3): 3-27.
- AELLEN, V. (1984): Migrations de chauves-souries en Suisse. Note complémentaire. – Myotis 21-22: 185-189.
- ARNOLD, H. & SACHTELEBEN, J. (1993): Die Fledermäuse im Raum Bayreuth. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth. 22: 173-212.
- BAAGØE, H. J. (2001): *Vespertilio murinus* Linneaus, 1758 – Zweifarbfledermaus. – In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil I: Chiroptera I. Rhinolophidae, Vespertilionidae 1. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 473-514.
- BARRE, D. & BACH, L. (2004): Saisonale Wanderungen der Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) – eine europaweite Befragung zur Diskussion gestellt. – Nyctalus 9(3): 203-214.
- BLACKMORE, M. (1964): Order Chiroptera. In: SOUTHERN, H. N. (ed.): The handbook of British mammals. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 224-249.
- BOGDANOWICZ, W. & RUPRECHT, A. L. (2004): *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817) – Kleinabendsegler. – In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 717-756.
- BRAUN, M. & HÄUSSLER, U. (1993): Der Kleine Abendsegler in Nordbaden. – Caroleinea 51: 101-106.

- BRUDERER, B. & POPA-LISSEANU, A. G. (2005): Radar data on wing-beat frequencies and flight speeds of two bat species. – *Acta Chiropterologica* 7(1): 73-82.
- BURESCH, I. & BERON, P. (1962): Zwei neue weitreichende Wanderungen der Fledermäuse. – *Bull. Inst. Zool. Mus.* 11: 47-57.
- DECHMANN, D. K. N., WIKELSKI, M., VARGA, K., YOHANNES, E., FIEDLER, W., SAFI, K., BURKHARD, W.-D. & O'MARA, M. T. (2014): Tracking Post-Hibernation Behavior and Early Migration Does Not Reveal the Expected Sex-Differences in a "Female-Migrating" Bat. – *PLoS ONE* 9(12): e114810. doi:10.1371/journal.pone.0114810.
- DIETZ, C., HELVERSEN, O. V. & NILL, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. – Kosmos Verlag. Stuttgart. 400 S.
- DRIECHCIARZ, R. & DRIECHCIARZ, E. (2004): Drei bemerkenswerte Fledermaus-Wiederfundmeldungen für das Land Sachsen-Anhalt. – *Nyctalus* 9(3): 327.
- FIEDLER, W. (1998): Paaren-Pennen-Pendelzug: Die Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) am Bodensee. – *Nyctalus* 6(5): 517-522.
- FISCHER, J. A. (1999): Zu Vorkommen und Ökologie des Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), in Thüringen, unter besonderer Berücksichtigung seines Migrationsverhaltens im mittleren Europa. – *Nyctalus* 7(2): 155-174.
- FURMANKIEWICZ, J. & KUCHARSKA, M. (2009): Migration of Bats along a Large River Valley in Southwestern Poland. – *Journal of Mammalogy* 90(6): 1310-1317.
- GAISLER, J., HANÁK, V., HANZAL, V., JARSKÝ, V. (2003): Výsledky kroužkování netopýrů v České republice a ne Slovensku. – *Vespertilio* 7: 3-61.
- GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. – Birkhäuser Verlag: 381 S.
- GEBHARD, J. (1999): So alt können Grosse Abendsegler (*Nyctalus noctula*) werden! – *pro Chiroptera* 16 (Mai 1999): 3-5.
- GEBHARD, J. & BOGDANOWICZ, W. (2004): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) – Großer Abendsegler. – In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 608-694.
- HAENSEL, J. (1994): Altersrekord einer in Italien verunglückten Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) aus Deutschland. – *Nyctalus* 5: 103.
- HAENSEL, J. (2001): In Berlin markierte Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) schwamm tot in der Adria vor Venedig. – *Nyctalus* 8(1): 101.
- HEISE, G. (1984): Zur Fortpflanzungsbiologie der Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*). – *Nyctalus* 2(1): 1-15.
- HEISE, G. (1985): Zu Vorkommen, Phänologie, Ökologie und Altersstruktur des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau, Uckermark. – *Nyctalus* 2(2): 133-146.
- HEISE, G. (1989): Ergebnisse reproduktionsbiologischer Untersuchungen am Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau/Uckermark. – *Nyctalus* 3(1): 17-32.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 9(3): 249-258.

- HEISE, G. & SCHMIDT, A. (1979): Wo überwintern im Norden der DDR beheimatete Abendsegler (*Nyctalus noctula*)? – *Nyctalus* 1(2): 81-84.
- HELVERSEN, O.V., ESCHE, M., KRETZSCHMAR, F. & BOSCHERT, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. – Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. 14(2): 409-475.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. (2005): Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28: 1-172.
- KAŇUCH, P., KRIŠTÍN, A., KRIŠTOFÍK, J. (2005): Phenology, diet, and ectoparasites of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in the Western Carpathians (Slovakia). – *Acta Chiropterologica* 7(2): 249-257.
- KOCK, D. & SCHWARTING, H. (1987): Eine Rauhhaut-Fledermaus aus Schweden in einer Population des Rhein-Main-Gebietes. *Natur und Museum. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Frankfurt a.M.* 117(1): 20-29.
- KUGELSCHAFER, K., DIETERICH, H., DÖPNER, R., GLOZA-RAUSCH, F., HARRJE, C., KRUMLINDE, G., SCHWARTING, H. & WAGNER, H.-J. (2015): Vergleichende Untersuchungen zum winterlichen Einwanderungsverhalten des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in verschiedenen Kastenrevieren in Hessen und Schleswig-Holstein. – 11. Fachtagung der BAG Fledermausschutz und –forschung im NABU, 22.-24. März 2013, Rostock, Posterbeitrag.
- KUGELSCHAFER, K., DIETERICH, H., DÖPNER, R., GLOZA-RAUSCH, F., HARRJE, C., KRUMLINDE, H., PETERS, G., SCHWARTING, H. & WAGNER, H.-J. (2015): Die frühe Fledermaus fängt die Mücke - Auflösung und Abwanderungsverlauf von Abendsegler-Winterschlafgesellschaften. – 12. Fachtagung der BAG Fledermausschutz und –forschung im NABU, 20.-22. März 2015, Erfurt, Posterbeitrag.
- KUHNER-RYSER, C. (1990): Herbstfund von fünf weiblichen Kleinabendseglern (*Nyctalus leisleri*) in Kanton Bern (Schweiz). – *Myotis* 28: 131-132.
- KULZER, E., BASTIAN, H.V. & FIEDLER, M. (1987): Fledermäuse in Baden-Württemberg. Ergebnisse einer Kartierung in den Jahren 1980 bis 1986 der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Baden-Württemberg. – *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 50: 152 S.
- MARKOVETS, M. J., ZELENKOVA, N.P. & SHAPOVAL, A. P. (2004): Beringung von Fledermäusen in der Biologischen Station Rybachy, 1957-2001. – *Nyctalus* 9(3): 259-268.
- MEISE, W. (1951): Der Abendsegler. – *Neue Brehm-Bücherei* 42, Leipzig. 43. S.
- MESCHKE, A. & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. – *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz* 66: 374 S.
- OHLENDORF, B., BUSSE, P., LEUTHOLD, E., HECHT, B. & LEUPOLD, D. (2000): Reproduktion des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Sachsen-Anhalt. – *Nyctalus* 7(3): 279-286.
- OHLENDORF, B., HECHT, B., LEUPOLD, D., BUSSE, P., LEUTHOLD, E., BACKER, A. & KAHL, M. (2002): Zum Vorkommen der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Sachsen-Anhalt. – *Nyctalus* 8(3): 211-222.
- OHLENDORF, B., HECHT, B., STASSBURG, D., THEILER, A. & AGIRRE-MENDI, P. T. (2001): Bedeutende Migrationsleistung eines markierten Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*): Deutschland – Spanien – Deutschland. – *Nyctalus* 8(1): 60-64.

- OHLENDORF, B., HECHT, B., STRASSBURG, D., AGIRRE-MENDI, P.T. (2000a): Fernfund eines Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in Spanien. – *Nyctalus* 7(3): 239-242.
- PÉTERSONS, G. (1990): Die Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. – *Nyctalus* 3(2): 81-98.
- PÉTERSONS, G. (1994): Zum Wanderverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*). – *Naturschutzreport* 7(2): 373-380.
- PÉTERSONS, G. (2004): Seasonal migrations of north-eastern populations of *Nathusius*' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). – *Myotis* 41-42: 29-56.
- POPA-LISSEANU, A. G., SÖRGEL, K., LUCKNER, A., WASSENAAR, L. I., IBÁÑEZ, C., KRAMER-SCHADT, S., CIECHANOWSKI, M., GÖRFÖL, T., NIERMANN, I., BEUNEUX, G., MYŚLAJEK, R. W., JUSTE, J., FONDERFLICK, J., KELM, D. H. & VOIGT, C. C. (2012): A Triple-Isotope Approach to Predict the Breeding Origins of European Bats. – *PLoS ONE* 7(1): e30388. doi:10.1371/journal.pone.0030388.
- ROER, H. (1989): Zum Vorkommen und Migrationsverhalten des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri* Kuhl, 1818) in Mitteleuropa. – *Myotis* 27: 99-109.
- SCHMIDT, A. (1988): Beobachtungen zur Lebensweise des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), im Süden des Bezirkes Frankfurt an der Oder. – *Nyctalus* 2(5): 389-422.
- SCHMIDT, A. (1989a): Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii*, beweist Wegzug und Heimzug. – *Nyctalus* 2(6): 545.
- SCHMIDT, A. (1991): Überflüge von Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) zwischen Ostbrandenburg und Lettland. – *Nyctalus* 4(2): 214-215.
- SCHMIDT, A. (1994): Phänologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839), in Ostbrandenburg. Teil 1. – *Nyctalus* 5(1): 77-100.
- SCHMIDT, A. (1995): Wiederfund eines brandenburgischen Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri*, in Frankreich. – *Nyctalus* 5(5): 487.
- SCHMIDT, A. (2000): 30-jährige Untersuchungen in Fledermauskastengebieten Ostbrandenburgs unter besonderer Berücksichtigung der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 7: 396-422.
- SCHMIDT, A. (2002): Veränderungen von Erst- und Letztbeobachtungen von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) und Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*). – *Nyctalus* 8(3): 339-344.
- SCHMIDT, A. (2004a): Beitrag zum Ortsverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) nach Beringungs- und Wiederfundergebnissen aus Nordost-Deutschland. – *Nyctalus* 9(3): 269-294.
- SCHORCHT, W. (1998): Demökologische Untersuchungen am Kleinen Abendsegler *Nyctalus leisleri* (Kuhl 1817) in Südthüringen. – Diplomarbeit im FB Biologie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 101 S.
- SCHORCHT, W. (2005): Zur Phänologie des Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), in Südthüringen. – *Nyctalus* 10(3): 351-353.
- SHIEL, C. B. & FAIRLEY, J. S. (1999): Evening emergence of two nursery colonies of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in Ireland. – *Journal of Zoology* 247: 439-447.

- SHIEL, C. B., SHIEL, R. E. & FAIRLEY, J. S. (1999): Seasonal changes in the foraging behaviour of Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in Ireland as revealed by radio-telemetry. – *Journal of Zoology* 249(3): 347-358.
- SPITZENBERGER, F. (1992): The lesser noctule (*Nyctalus leisleri* Kuhl, 1818) in Austria. – *Mammalia austriaca* 18. Pp. 189–192, in *Prague studies in mammalogy* (I. Horáček and V. Vohralík, eds.). Charles University Press, Praha, 245 + xxii pp.
- STEFFENS, R., ZÖPHEL, U. & BROCKMANN, D. (2004): 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. – *Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie* (Hrsg.): *Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege*, 123 S.
- STRELKOV, P. P. (1969): Migratory and stationary bats of the European part of the Soviet Union. – *Acta Zool. Cracov.* 14: 393-436.
- TAAKE, K. H. & HILDENHAGEN, U. (1989): Nine years' inspections of different artificial roosts for forest-dwelling bats in Northern Westfalia: Some results. – in: Hanák, J., Horáček, I., Gaisler, J. (eds.): *European bat research 1987*. Charles Univ. Press, Praha: 487-494.
- TRESS, J., TRESS, C., SCHORCHT, W., BIEDERMANN, M., KOCH R. & IFFERT, D. (2004): Mitteilungen zum Wanderverhalten von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii*) und Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) aus Mecklenburg. – *Nyctalus* 9(3): 236-246.
- VIERHAUS, H. (2004): *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839) – Rauhhautfledermaus. – In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 826-873.
- WEID, R. (2002): Untersuchungen zum Wanderverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Deutschland. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 71: 233-258.
- WISSING, H. (1990): Massenansammlungen des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) über einem Truppungsübungsgelände bei Landau/Pfalz. – *Dendrocopus* 19: 19-25.
- WOHLGEMUTH, R., DEVRIENT, I., GARCÍA, A., HUTTERER, R. (2004): Long-distance flight of a Lesser noctule (*Nyctalus leisleri*) after rehabilitation. – *Myotis* 41-42: 69-73.

Auswertungen für einzelne Bundesländer:

In Bayern, Sachsen und Thüringen war die Datenlage umfassend durch die bereitgestellten landesweiten Datenbanken.

Baden-Württemberg

- SCHMIDT, A. (1994): Phänologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING und BLASIUS, 1839), in Ostbrandenburg. Teil 1. – *Nyctalus* 5(1): 77-100.
- SCHMIDT, A. (2000): 30-jährige Untersuchungen in Fledermauskastengebieten Ostbrandenburgs unter besonderer Berücksichtigung der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 7: 396-422.
- SCHMIDT, A. (2010b): Weitere Ergebnisse zum Ortsverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) aus Ost-Brandenburg. – *Nyctalus* 15(1): 41-50.

Berlin

HAENSEL, J. (1992): In den Ostberliner Stadtbezirken nachgewiesene Fledermäuse – Abschlußbericht, insbesondere den Zeitraum 1980-1991 betreffend. – *Nyctalus* 4(4): 379-427.

Brandenburg

BLOHM, T. & HEISE, G. (2006): Farbanomalie bei einem Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Uckermark. – *Nyctalus* 11(4): 367-368.

BÜXLER, O., KRETSCHMER, M., WENDORF, R. & HAENSEL, J. (2003): Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) in einer Wochenstube der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*). – *Nyctalus* 9(1): 83-84.

DICK, W. (1982): Zum Vorkommen der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio discolor* Kuhl) im Bezirk Karl-Marx-Stadt. – *Nyctalus* 1(4/5): 447-448.

FISCHER, S. (1992): Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber) rastet im Schilf. – *Nyctalus* 4(3): 239-240.

HAENSEL, J. & ITTERMANN, L. (2008): Große Wochenstubengesellschaft der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) im Süden des Landes Brandenburg. – *Nyctalus* 13(2-3): 217-226.

HAENSEL, J. (2003): Referate – Der interessante Wiederfund (2002). – *Nyctalus* 9(2): 185.

HAENSEL, J. (2005): Referate – Beobachtung von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) an der Windkraftanlage Ogrosen. – *Nyctalus* 9(6): 630.

HAENSEL, J. (2006): Fledermausforschung und Fledermausschutz in Brandenburger Großschutzgebieten: Naturpark Märkische Schweiz. – *Nyctalus* 11(2-3): 119-169.

HAENSEL, J. (2007): Unter einer Windenergieanlage entdeckter, für tot gehaltener Abendsegler (*Nyctalus noctula*) startet aus eigener Kraft. – *Nyctalus* 12(2-3): 289-292.

HAENSEL, J., ITTERMANN, L. & RENTZSCH, K. (2008): Planbeobachtungen 2008 am Wochenstubenquartier der Zweifarbfledermäuse (*Vespertilio murinus*) in Gröden (Süd-Brandenburg). – *Nyctalus* 13(4): 363-371.

HEISE, G. (1982): Nachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) im Kreis Prenzlau, Uckermark. – *Nyctalus* 1(4/5): 449-452.

HEISE, G. (1991): Zweiter Fortpflanzungsnachweis der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) für das Territorium der neuen Bundesländer. – *Nyctalus* 4(1): 47-50.

HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 9(3): 249-258.

HORN, J. (2008a): Winternachweis der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in der Uckermark. – *Nyctalus* 13(1): 89-90.

HORN, J. (2008b): Verletzte Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) in Schwedt/Oder. – *Nyctalus* 13(1): 90-91.

HORN, J. (2008c): Blutverschmierte Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) mit erheblichem Haarausfall hat überlebt. – *Nyctalus* 13(1): 93.

HORN, J. (2009): Abendsegler (*Nyctalus noctula*) wärmt sich in der Sonne auf. – *Nyctalus* 14(1-2): 174.

- ITTERMANN, L. (2005): Bemerkenswerter Einflug von Abendseglern in der Sparkasse Fürstenwalde. – Mitt. LFA Säugetierkd. Brandenburg-Berlin 13(1): 17-20.
- ITTERMANN, L. (2009): Erste echte Winterquartiernachweise der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) für das Land Brandenburg. – Nyctalus 14(1-2): 99-102.
- ITTERMANN, L. & HAENSEL, J. (2009): Weitere Wochenstube und besonderes Verhalten nichtflügger Jungtiere der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) in Ostbrandenburg. – Nyctalus 14(1-2): 176.
- ITTERMANN, L., HEUER, B., TISMER, R. & HAENSEL, J. (2011): Zunahme der in der Schachtofenbatterie überwinternden Zweifarbfledermäuse (*Vespertilio murinus*) im Museumspark Rüdersdorf. – Nyctalus 16(1-2): 95-98.
- MAINER, W. (1991): Zum Vorkommen der Fledermäuse im Kreis Werdau. – Nyctalus 4(2): 168-180.
- MATERNOWSKI, H.-W. (2005): Abendsegler (*Nyctalus noctula*) hart im Nehmen. – Nyctalus 9 (6): 625.
- PETERSONS, G. (2004): Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). – Myotis 41-42: 29-56.
- ROBEL, D. (1982): Tagbeobachtungen vom Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – Nyctalus 1(4/5): 445-446.
- SCHEFFLER, I. (2008): Zur Fähigkeit von Ektoparasiten der Fledermäuse ihre Wirte aktiv aufzusuchen. – Nyctalus 13(2-3): 177-186.
- SCHEFFLER, I. & HAENSEL, J. (2010): Rote Waldameisen (*Formica rufa*) und Rauhhaufledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) – eine symbiotische Beziehung? – Nyctalus 15 (1): 36-40.
- SCHMIDT, A. (1989b): Nachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) im Kreis Beeskow (Bezirk Frankfurt/O.) und Bemerkungen zur Biologie der Art. – Nyctalus 2(6): 529-537.
- SCHMIDT, A. (1994): Phänologisches Verhalten und Populationseigenschaften der Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING und BLASIUS, 1839), in Ostbrandenburg. Teil 1. – Nyctalus 5(1): 77-100.
- SCHMIDT, A. (2000): 30-jährige Untersuchungen in Fledermauskastengebieten Ostbrandenburgs unter besonderer Berücksichtigung der Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – Nyctalus 7(4): 396-422.
- SCHMIDT, A. (2004a): Beitrag zum Ortsverhalten der Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) nach Beringungs- und Wiederfundergebnissen aus Nordost-Deutschland. – Nyctalus 9 (3): 269-294.
- SCHMIDT, A. (2004b): Bisherige Ergebnisse zur Nutzung von „Fledermaus-Großraum- und Überwinterungshöhlen 1FW“ durch Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg und zu Überwinterungsversuchen der Art. – Nyctalus 9(4): 365-371.
- SCHMIDT, A. (2010a): Zum Überwinterungsverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg. – Nyctalus 15(2-3): 223-234
- SCHMIDT, A. (2010b): Weitere Ergebnisse zum Ortsverhalten der Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) aus Ost-Brandenburg. – Nyctalus 15(1): 41-50.
- SCHMIDT, A. (2010c): Zur Biologie des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) nach Beobachtungen in Ost-Brandenburg. – Nyctalus 15(1): 75-83.

WINDELN, H.-J. (2006): Fernfund eines Abendseglers (*Nyctalus noctula*) über fast 560 km. – *Nyctalus* 11 (4): 364.

Bremen

HOZAK, R. (2008): Nachweise der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus* LINNAEUS 1758) in Niedersachsen bis Anfang 2007. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 28(3): 142-148.

Hamburg

TEMPEL, E. (1968): Zweifarbfledermaus (*Vespertilio discolor*) in Hamburg. – *Myotis* 6: 27.

WIERMANN, A. & REIMERS, H. (1995): Zur Verbreitung der Fledermäuse in Hamburg. – *Nyctalus* 5(6): 509-528.

HOZAK, R. (2008): Nachweise der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus* LINNAEUS 1758) in Niedersachsen bis Anfang 2007. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 28(3): 142-148.

HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 9(3): 249-258.

Hessen

GODMANN, O. & FUHRMANN, M. (1992): Einsatz eines Anlockkastens für Abendsegler während der Migrationszeit im Rhein-Main-gebiet. – *Nyctalus* 4(3): 293-301.

JANSEN, E. A. (1992): Fledermauskartierung in Kassel mit Hilfe von Detektoren. – *Nyctalus* 4(6): 587-620.

MOHR, R. (1993): Zwei weitere Nachweise der Zweifarbfledermaus aus dem Raum Frankfurt am Main. – *Nyctalus* 4(6): 669.

VOGLER, B. (1978): Überraschender Fund einer Gruppe von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) in Hofheim/Ts. im Januar 1979. – *Myotis* 16:89-94.

HOZAK, R. (2008): Nachweise der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus* LINNAEUS 1758) in Niedersachsen bis Anfang 2007. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 28(3): 142-148.

Mecklenburg-Vorpommern

BECKER, U., BECKER, K.-H. & HINKEL, A. (2001): Erstnachweis eines Wochenstubenquartiers der Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus* (L., 1758), im Norden Westdeutschlands. – *Nyctalus* 8 (1): 5.

BLOHM, T., EICHSTÄDT, H., GRIESAU, A., HAUF, H., HEISE, G., HERMANN, U., HOFMANN, K. & MATHES, H. (2005): Fund eines missgebildeten Mausohrs (*Myotis myotis*). – *Nyctalus* 10 (2): 216-220.

GRIMMBERGER, E. (1983): Wiederfund einer litauischen Rauhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius), in der DDR. – *Nyctalus* 1(6): 596.

HEDDERGOTT, M. & RÖNN, J. v. (2002): Nachweise von Fledermäusen (Mammalia; Chiroptera) auf der Greifswalder Oie. – *Nyctalus* 8(4): 402.

- HERMANN, U., POMMERANZ, H. & SCHÜTT, H. (2001): Erste Ergebnisse einer systematischen Erfassung der Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus* Linneus, 1758, in Mecklenburg-Vorpommern im Vergleich zu Untersuchungen in Ostpolen. – *Nyctalus* 7(5): 532–554.
- LABES, R. & KÖHLER, W. (1987): Zum Vorkommen der Fledermäuse im Bezirk Schwerin - ein Beitrag zu Fledermausforschung und -schutz. – *Nyctalus* 2(3-4): 285-308.
- LABES, R. (1989): Erstnachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) für den Bezirk Schwerin (Mecklenburg). – *Nyctalus* 3(1): 52-54.
- LABES, R., BRENDENMÜHL, R. & DÜRR, T. (1990): Zur Fledermausfauna der Insel Usedom. – *Nyctalus* 3(3): 237-247.
- POMMERANZ, H. (1995): Der Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*) - erster Nachweis an der Ostsee. – *Nyctalus* 5(6): 590-592.
- POMMERANZ, H. & HERMANN, U. (2005): Beitrag zur Verbreitung des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in Mecklenburg-Vorpommern. – *Nyctalus* 10(3-4): 335-336.
- SCHMIDT, A. (2004a): Beitrag zum Ortsverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) nach Beringungs- und Wiederfundergebnissen aus Nordost-Deutschland. – *Nyctalus* 9(3): 269-294.
- SIEMERS, H. (2005): Der Kleinabendsegler, *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), in Schleswig-Holstein. – *Nyctalus* 10(3-4): 354-356.
- SONNTAG, N., WEICHLER, T., WEIEL, S & MEYER, B. (2006): Blinder Passagier - Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) landet auf einem Forschungsschiff in der Pommerschen Bucht (südliche Ostsee). – *Nyctalus* 11(4): 277-279.
- STRATMANN, B. (1978): Faunistisch-ökologische Beobachtungen an einer Population von *Nyctalus noctula* im Revier Ecktannen des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes (StFB) Waren (Müritz). – *Nyctalus* 1(1): 2-22.
- WALTER, G., MATTHES, H. & JOOST, M. (2007): Fledermauszug über Nord-und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen. – *Nyctalus* 12: 221-233.
- ZÖLLICK, H. (1988): Erster Nachweis der Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus* L., 1758, im Bezirk Rostock. – *Nyctalus* 2(5): 476-477.
- ZÖLLICK, H., GRIMMBERGER, E. & HINKEL, A. (1989): Erstnachweis einer Wochenstube der Zweifarbenfledermaus, *Vespertilio murinus* L., 1758, in der DDR und Betrachtungen zur Fortpflanzungsbiologie. – *Nyctalus* 2(6): 485-492.

Niedersachsen

- BACH, L., BACH, P., HELGE, A., MAATZ, K., SCHWARZ, V., TEUSCHER, M. & ZÖLLER, J. (2009): Fledermauszug auf Wangerooge – erste Ergebnisse aus dem Jahr 2008. – *Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat)* 8(1): 10-12.
- BENK, A. (1978): Über Fledermausverluste in Niedersachsen im Winter 1978/79. – *Myotis* 16: 85-88.
- BRANDES, F. & RACKOW, W. (2011): Indirekte Wochenstuben-Nachweise und weitere Einzel-funde der Zweifarbfledermaus in Niedersachsen. – *Nyctalus*, 16(1-2): 75-78.
- FREY, K., BACH, L., BACH, P. & BRUNKEN, H. (2010): Fledermauszug entlang der südlichen Nordseeküste. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 128: 185-204.

- GOETHE, F. (1976): Weitere Fledermausnachweise aus Niedersachsen. – *Myotis* 14: 56-57.
- HOFMANN, G. (1996): Gefft up Börkum Fleddermusen? Nordseebad Borkum, "Ditjes un' Datjes". – Kleine Borkumer Geschichten zum Zeitvertreib; Hrsg, Insel-Werbung, 16-25.
- HOZAK, R. (2008): Nachweise der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus* LINNAEUS 1758) in Niedersachsen bis Anfang 2007. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 28(3): 142-148.
- OHLENDORF, B. & KIRZINGER, A. (2012): Fledermausbeobachtungen oberhalb 700 m NHN im Nationalpark Harz - Teilgebiet Sachsen-Anhalt. – *Nyctalus* 17(3-4): 353-368.
- RACKOW, W. (1994): Sommernachweis der Zweifarbfledermaus nach über 150 Jahren im Harz. – *Nyctalus* 5(2): 169-172.
- RACKOW, W. (2010): Vermehrtes Auftreten von Käteflüchtlingen bei Zwerg- und Rauhautfledermäusen während des besonders kalten Winters 2009/2010 in Süd-Niedersachsen. – *Nyctalus* 15(4): 265-270.
- ROER, H. & KRZANOWSKI, A. (1975): Zur Verbreitung der Fledermäuse Norddeutschlands (Niedersachsen, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein) von 1945-75. – *Myotis* 13: 3-43.
- ROER, H. (1975): Weitere Nachweise der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Mitteleuropa. – *Myotis* 13: 65-67.
- SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H. (Hrsg.) (1984): Die Säugetiere Westfalens. – Abh. Westf. Mus. Naturk. 46 (4): 125-126.
- SKIBA, R. (2002): Zweifarbfledermaus - (*Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758) und andere Fledermausarten im Westharz. – Mitt. AG Zool. Heimatfösch. Niedersachs. 8: 1-8.
- SKIBA, R. (2007): Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen (WEA). – *Nyctalus* 12(2-3): 199-220.
- SCHMIDT, A. (2010a): Zum Überwinterungsverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg. – *Nyctalus* 15(2-3): 223-234.
- VIETINGHOFF-RIESCH, A.F.v. (1951): Rauharmige und Grossohrige Fledermaus in der Umgebung von Hannover. – Beitr. Naturk. Niedersachsens 4: 65.
- ZENGEN, T. v., PFEIFFER, S., PFEIFFER, M. & RACKOW, W. (2008): Erstnachweis eines Männchenquartiers der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus* L., 1758) für Niedersachsen und aktuelle Funde der Art im Westharz. – *Nyctalus* 13: 227-231.

Nordrhein-Westfalen

- BELZ, A. & FUHRMANN, M. (1997): Veränderung der Fledermausfauna im Kreis Siegen-Wittgenstein. – Abh. Westf. Mus. Naturkd. 59(3): 39-50.
- DRIECHCIARZ, R. & DRIECHCIARZ, E. (2004): Drei bemerkenswerte Fledermaus-Wiederfundemeldungen für das Land Sachsen-Anhalt. – *Nyctalus* 9 (3): 327.
- KARTHAUS, G. (1985): Erstnachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) und ein weiterer Nachweis der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) für das Oberbergische. – Arbeitsgemeinschaft Bergischer Ornithologen 7: 36-37.
- RIECK, D. & WEBER, J. (2008): Die Wirbeltiere im Kreis Euskirchen; Hrsg: Geschichtsverein des Kreises Euskirchen; Verlag Liebe und Pabst, Weilerswist.

- ROER, H. (1997): Erfahrungen mit einem Anlockkasten für Abendsegler im Rheinland. – *Myotis* 35: 41-48.
- ROER, H. (1993): Die Fledermäuse des Rheinlandes 1945–1988. – *Decheniana* 146: 138-183.
- ROER, H. (1971): *Vespertilio discolor* im Stadtgebiet von Bonn/Rhein. – *Myotis* 9: 21-22.
- ROER, H. (1975): Weitere Nachweise der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Mitteleuropa. – *Myotis* 13: 65-67.
- SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H. (Hrsg.) (1984): Die Säugetiere Westfalens. – *Abh. Westf. Mus. Naturk.* 46 (4): 125-126.
- SKIBA, R. (1988): Die Fledermäuse des Bergischen Landes. – *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal* 41: 5-31.
- WINDEL, H.-J. (2009): Merwürdiges Verhalten eines überwinternden Kleinabendseglers in NRW. – *Nyctalus* 14(1-2): 145-148.

Rheinland-Pfalz

- BRAUN, M., SIMON, L. & WAGNER, G. (1983): Zwei bemerkenswerte Fledermausfunde (Chiroptera: *Rhinolophus hipposideros* und *Vespertilio murinus*) in Rheinland-Pfalz. – *Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz* 2(4): 773-775.
- FÖLLING, A. & REIFENRATH, R. (2000): Weitere Nachweise der Zweifarbfledermaus aus Nordrhein Westfalen, Rheinland-Pfalz und dem Kanton St. Gallen. – *Nyctalus* 7(4): 452-453.
- FÖLLING, A., KIEFER, A. & REIFENRATH, R. (1996): Untersuchungen zur Bedeutung von Burgen, Burgruinen und Schlössern im Reg.-bez. Koblenz - erste Ergebnisse. – *Fauna Flora Rhld.-Pf., Beiheft* 21: 119-132.
- FUHRMANN, M. (1992): Fledermausarten der Rheinauen (Fortführung). – unveröff. Gutachten für das Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Oppenheim, 83 S.
- HENß, E. (1988): Zug des Abendseglers - *Nyctalus noctula* (Mammalia: Chiroptera) bei Offstein. – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 5(1): 249.
- KIEFER, A. (1990): Erstnachweise der Zweifarbfledermaus *Vespertilio discolor*, Natterer 1818, für den Regierungsbezirk Trier. – *Dendrocopos* 17: 7-10.
- KIEFER, A. (1992): Zwei weitere Nachweise der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio discolor* NATTERER in KUHLE, 1817) in Rheinland-Pfalz. – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 6(4): 903-912.
- KIEFER, A. (1996): Große Abendsegler durch Bienen getötet. – *Fauna Flora Rhld.-Pf., Beiheft* 21: 174.
- KÖNIG, H. & KÖNIG, W. (2011): Rückgang der Rauhhautfledermaus in Durchzugsgebieten am Nördlichen Oberrhein. – *Nyctalus* 16(1/2): 58-66.
- KÖNIG, H. & WISSING, H. (2000): Waldbewohnende Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) in der Pfalz (BRD, Rheinland-Pfalz). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 9(2): 557-582.
- KÖNIG, H. & WISSING, W. (Hrsg.) (2007): Die Fledermäuse der Pfalz - Ergebnisse einer 30jährigen Erfassung. – *Fauna Flora Rheinl.-Pfalz, Beih.* 35, 220 S.
- KÖNIG, H. & KÖNIG, W. (1995): Ergebnisse einer Untersuchung nistkastenbewohnender Fledermäuse in der Nordpfalz. – *Nyctalus* 5(6): 529-544.

- KÖNIG, H. & KÖNIG, W. (2005): Zur Phänologie und Verbreitung der Rauhhautfledermaus im Süden von Rheinland-Pfalz. *Nyctalus* 9(6), S. 596-605.
- KÖNIG, H. & KÖNIG, W. (2009): Rückgang des Großen Abendseglers in der Nordpfalz. – *Nyctalus* 14(1-2), S. 103-109.
- KÖNIG, H. & KÖNIG, W. (2011): Rückgang der Rauhhautfledermaus in Durchzugsgebieten am Nördlichen Oberrhein. – *Nyctalus* 16(1/2): 58-66.
- KÖNIG, H. (1991): Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) als Stacheldrahtopfer (Mammalia: Chiroptera). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 6(2): 581-583.
- KÖNIG, H. (2005): Verbreitung und Status des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in Rheinland-Pfalz. – *Nyctalus* 10(3-4): 295-298.
- PFALZER, G. & WEBER, C. (2012): Winterfunde des Abendseglers in der Pfalz im Zeitraum 2006/2007 bis 2011/2012. – *Nyctalus* 17(1/2): 177-183.
- PFALZER, G. (2002): Inter- und intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae); Mensch & Buch Verlag.
- ROER, H. (1993): Die Fledermäuse des Rheinlandes 1945-1988. – *Decheniana* 146: 138-183.
- SCHORR, K. (2003): Fledermäuse im Elmsteiner Tal, Pfälzerwald (Rheinland-Pfalz). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 10(1): 171-181.
- SCHORR, K. (2006): Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) im Leinbachtal Pfälzerwald (Rheinland-Pfalz). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 10(4): 1359-1369.
- SCHORR, K. (2009): Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) in der Gemeinde Niederkirchen (Landkreis Kaiserslautern). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 11(3): 999-1014.
- SCHORR, K. (2011): Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) in Schluchten von Rheinland-Pfalz und dem Saarland. – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 12(1): 157-168.
- SEILER, L. & F. GRIMM (1995): In Burgruinen und Felsspalten der Pfalz (Rheinland-Pfalz, BRD) überwinterte Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 8(1): 43-52.
- SOUND, P. (1994): Zur aktuellen Verbreitung der Zweifarbfledermaus *Vespertilio discolor* (Natterer, 1818) in Rheinland-Pfalz (BRD). – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 7(3): 709-717.
- VEITH, M. (1988): Artenschutzprojekt Fledermäuse (Chiroptera) in Rheinland-Pfalz. – unveröff. Gutachten, Mainz, 390 S.
- WEISHAAR, M. (1988): Weitere Ergebnisse der Fledermaus-Sommerkartierung (Stand: Herbst 1990) im Regierungsbezirk Trier. – *Dendrocopos* 18: 23-44.
- WEISHAAR, M. (1998): Die Fledermausvorkommen in der Region Trier. – *Dendrocopos* 25: 77-100.
- WISSING, H. & KÖNIG, H. (1994): Ergebnisse der Fledermauserfassung in Nistkästen und Winterquartieren der Pfalz (Mammalia: Chiroptera) - Sommer 1993 und Winter 1993/94. – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 7(3): 719-732.
- WISSING, H. & KÖNIG, H. (1995): Ergebnisse der Fledermauserfassung in Nistkästen und Winterquartieren der Pfalz (Mammalia: Chiroptera) - Sommer 1994 und Winter 1994/95. – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 8(1): 65-78.

- WISSING, H. & KÖNIG, H. (1996): Wiederfund der Zweifarbfledermaus in der Pfalz nach 130 Jahren. – Fauna Flora Rhld.-Pf., Beiheft 21: 51-56.
- WISSING, H. & KÖNIG, H. (1999): Drei weitere Funde der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio discolor* Natterer, 1818) in der Pfalz (Rheinland-Pfalz). – Fauna Flora Rheinland-Pfalz 9(1): 359-363.
- WISSING, H. (1990): Massenansammlungen des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) über einem Truppenübungsgelände bei Landau/Pfalz. – Dendrocopos 17: 18-20.
- WISSING, H. (1996): Interspezifische Vergesellschaftungen von Fledermäusen in künstlichen Nisthöhlen in der Pfalz. – Fauna Flora Rhld.-Pf., Beiheft 21, S. 107-110.
- WISSING, H. (1996): Winterquartiere des Großen Abendseglers in der Pfalz. – Fauna Flora Rhld.-Pf., Beiheft 21: 111-118.
- WISSING, H. (2011): Erster Winternachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri* KUHL, 1817) (Mammalia: Chiroptera) für das Bundesland Rheinland-Pfalz. – Flora Fauna Rheinland-Pfalz 12(1): 321-324.
- WISSING, H., GRIMM, F., KÖNIG, H. & SEILER, L. (1996): Fledermauserfassung in Nistkästen und Winterquartieren der Pfalz (BRD, Rheinland-Pfalz) - Sommer 1995 und Winter 1995/96. – Fauna Flora Rheinland-Pfalz 8(2): 509-522.

Saarland

- HARBUSCH, C. (1994): Erstnachweis der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) im Saarland. – Dendrocopos 21: 3-5.

Sachsen-Anhalt

- DRIECHIARZ, R. & DRIECHIARZ, E. (2007): Jahresberichte zur Pflege von Fledermaus-Findlingen im Zoologischen Garten Magdeburg - Rückblick und Ausblick. – Nyctalus 12(4): 312-316.
- DRIECHIARZ, R. & DRIECHIARZ, E. (2011): Jahresberichte zur Pflege von Fledermaus-Findlingen im Zoologischen Garten Magdeburg - 2009. – Nyctalus 16(1-2): 99-102.
- DRIECHIARZ, R. & DRIECHIARZ, E. (2012): Jahresberichte zur Pflege von Fledermaus-Findlingen im Zoologischen Garten Magdeburg - 2011. – Nyctalus 17(3-4): 389-391.
- MEINEKE, T. (2012): Fledermäuse über dem Brocken im Harz. – Nyctalus 17(3-4): 338-352.
- OHLENDORF, B. (1989): Zur Verbreitung der Abendseglerarten, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) und *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), im Harz. – Nyctalus 2(6): 493-500.
- OHLENDORF, B. (1998): Beobachtungen an interspezifischen Reproduktionsgesellschaften von Fledermäusen (*Myotis brandtii*, *Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pipistrellus*) in Sachsen-Anhalt. – Abh. Ber. Mus. Heineanum 4: 113-126.
- OHLENDORF, B., BUSSE, P., LEUTHOLD, E., HECHT, B. & LEUPOLD, D. (2000): Reproduktion des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Sachsen-Anhalt. – Nyctalus 7(3): 279-286.
- OHLENDORF, B. & KIRZINGER, A. (2012): Fledermausbeobachtungen oberhalb 700 m NHN im Nationalpark Harz - Teilgebiet Sachsen-Anhalt. – Nyctalus 17(3-4): 353-368.

- SCHMIDT, A. (2000): 30-jährige Untersuchungen in Fledermauskastengebieten Ostbrandenburgs unter besonderer Berücksichtigung der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 7(4): 396-422.
- SCHMIDT, A. (2010a): Zum Überwinterungsverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg. – *Nyctalus* 15(2-3): 223-234.
- SCHMIDT, A. (2010b): Weitere Ergebnisse zum Ortsverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) aus Ost-Brandenburg. – *Nyctalus* 15(1): 41-50.

Schleswig-Holstein

- ANONYMUS (2012): www.pflanzen.de/2012/10/25/zweifarb-fledermaus-im-pruener-schlag-erster-nachweis-in-kiel-seit-107-jahren/#more-6183.
- BECKER, U., BECKER, K.-H. & HINKEL, A. (2001): Erstnachweis eines Wochenstubenquartiers der Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus* (L., 1758), im Norden Westdeutschlands. – *Nyctalus* 8(1): 5-9.
- BEILSTEIN, K. (1994): Linientranssekt-Kartierung zum Vorkommen von Fledermäusen an der schleswig-holsteinischen Westküste. – *Nyctalus* 5(3/4): 227-233.
- BORKENHAGEN, P. (2011): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins. – Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft Schleswig-Holsteins (Hrsg.) Husum Verlag, 664 S.
- DIETERICH, J. (1982): Vergleichende Beobachtungen über den Fledermausbesatz in verschiedenen Nistgeräten nach Untersuchungen in Schleswig-Holstein. – *Myotis* 20: 38-44.
- DIETERICH J. & DIETERICH H. (1991): Untersuchungen an baumlebenden Fledermausarten im Kreis Plön. – *Nyctalus* 4(2), S. 153-167.
- DIETERICH, H. (1973): Fledermausansiedlung in Nistgeräten. – DBV Mitt. Landesverbandes Schl.-Holstein: 3-7.
- DIETERICH, H. (1998): Zum Einsatz von Holzbeton-Großhöhlen für waldbewohnende Fledermäuse und zur Bestandsentwicklung der Chiropteren in einem schleswig-holsteinischen Revier nach 30-jährigen Erfahrungen. – *Nyctalus* 6(5): 456-467.
- DIETERICH, H. & DIETERICH, J. (1987): Fledermausfunde im Kreis Plön. – 2. Bericht für 1982-86. Jahrb. f. Heimatkde. Kreis Plön, 68-80.
- DIETERICH H. & DIETERICH, J. (1988): Zur Ansiedlung von Waldfledermäusen in Schleswig-Holstein. – *Myotis* 26: 153-158.
- GLOZA-RAUSCH, F., MARCKMANN, U. & HARRJE, C. (2001): Nachweise von Quartieren verschiedener Funktion des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Schleswig-Holstein - Wochenstuben, Winterquartiere, Balzquartiere und Männchengesellschaftsquartiere. – *Nyctalus* 7: 471-481.
- HARRJE, C. & KUGELSCHAFER, K. (2003): Quartiernutzung im Abendseglerrevier "Rixdorfer Tannen" bei Plön - Ergebnisse der mehrjährigen Aufzeichnung einer ChiroTEC-Lichtschranke. – *Nyctalus* 8(5): 436-443.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 9(3): 249-258.
- HINRICHSSEN, H. (1979): Neue Erkenntnisse über das Vorkommen von Fledermäusen in Schleswig-Holstein. – *Myotis* 17: 13-22.

- JÜDES, U. (1987): Nachweis fliegender Fledermäuse mittels Fledermausdetektor im Kreis Herzogtum Lauenburg im Jahre 1984. – *Nyctalus* 2(3/4), S. 261-271.
- JÜDES, U., BECKER, U. & BECKER, K. H. (1989): Über den Fund einer Zweifarbfledermaus in Schleswig-Holstein (*Vespertilio discolor* Natterer in Kuhl, 1817). – *Die Heimat. Zeitschrift für Natur- und Landeskunde von Schleswig-Holstein und Hamburg*. Neumünster.
- KLÖCKER, T. (2002): Vergleichende Untersuchungen wandernder Fledermausarten in zwei Untersuchungsgebieten in Schleswig-Holstein. – Diplom-Arbeit Uni Bonn. unveröff.
- MOHR, E. (1931): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins. – Altona.
- ROER, H. & KRZANOWSKI, A. (1975): Zur Verbreitung der Fledermäuse Norddeutschlands (Niedersachsen, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein) von 1945-75. – *Myotis* 13:3-43.
- SIEMERS, H. (2005): Der Kleinabendsegler, *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), in Schleswig-Holstein. – *Nyctalus* 10(3-4): 354-356.
- SKIBA, R. (2007): Fledermäuse der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdung durch Windenergieanlagen (WEA). – *Nyctalus* 12(2-3): 199-220.
- VAUK, G. (1974): Fledermausbeobachtungen auf der Insel Helgoland. – *Z. Säugetierk.* 39: 133-135.
- VOIGT, C. C., LEHNERT, L. S., POPA-LISSEANU, A. G., CIECHANOWSKI, M., ESTÓK, P., GLOZARAUSCH, F., GÖRFÖL, T. GÖTTSCHE, M., HARRJE, C., HÖTZEL, M., TEIGE, T., WOHLGEMUTH, R. & KRAMER-SCHADT, S. (2014): The transboundary importance of artificial bat hibernacula in managed European forests. – *Biodivers Conserv* 23(3): 617-631; DOI 10.1007/s10531-014-0620-y.
- WIERMANN & REIMERS (1995): Zur Verbreitung der Fledermäuse in Hamburg. – *Nyctalus* 5(6): 509-528.

C Modul 3 – Erforschung der Migrationswege (experimentelle Pilotstudien im Freiland)

C.1 Akustische Untersuchungen zum Zugverhalten von Rauhaufledermaus und Großem Abendsegler im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge und Vorland

INKEN KARST, MARTIN BIEDERMANN, WIGBERT SCHORCHT

C.1.1 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund des geplanten Ausbaus der Erneuerbaren Energien und des damit verbundenen Ausbaus der Windkraft, sollen die Kenntnisse zu möglicherweise existierenden Hauptwanderwegen/-korridoren der Fledermäuse erweitert werden.

Im Frühjahr und Sommer/Herbst 2013 wurde die Flugaktivität der beiden ziehenden Fledermausarten Rauhaufledermaus und Großer Abendsegler über dem Kamm des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges akustisch erfasst. Dieses Mittelgebirge liegt geographisch günstig wie ein „Riegel“ quer zu einer der anhand von Beringungsergebnissen bekannten Hauptzugrichtungen, insbesondere die der Rauhaufledermaus, aber auch die der Abendseglerarten.

Ziel war es, Hinweise zur Beantwortung bislang offener Fragen zum Zuggeschehen zu erhalten (s.u.).

Dazu wurden entlang des Gebirgskammes drei Untersuchungsgebiete (UG) ausgewählt (bis max. 915 mNN), ein viertes am Nordwestende im angrenzenden Vorland in der Nähe der Stadt Eisenach (bis mind. 198 mNN). Die vier Untersuchungsgebiete erstreckten sich über ca. 100 km entlang des Gebirgskammes. An je drei Standorten pro UG (im Mittelgebirge *Sattel*, *Hang* und *Höhe*) und ebenfalls im Vorland (*Flussufer*, *Hügel 1* und *Hügel 2*) wurde mit je drei automatisch laufenden Permanentstationen (Waldboxen/batcorder, Fa. ecoObs) die Fledermausaktivität registriert. Ausgewählt wurden im Mittelgebirge Situationen im Gelände, an denen sich auf beiden Seiten des Gebirgskammes Fluss- bzw. Bachtäler gegenüberliegen und auf dem Kamm ein Sattel ausgebildet ist, der aus anthropogener Sicht eine geeignete Geländestruktur (Talzug) für Überflüge aus beiden Richtungen (im Frühjahr vom Süden, im Sommer-Herbst vom Norden) darstellt. Im Vorland handelt es sich beim *Flussufer* um einen Standort direkt am Ufer der Mündung von Hörsel und Werra, hingegen wurden die Standorte *Hügel 1* und *Hügel 2* in einer Entfernung vom *Flussufer* von 0,8 bzw. 1,7 km in Richtung Mittelgebirge ausgewählt.

Die phänologischen Daten wurden im Jahr 2013 in beiden zu erwartenden Zugperioden, im Frühjahr (19.03.-06.06.) und Sommer-Herbst (15.07.-06.11.) erhoben, um Unterschiede zwischen diesen erkennbar werden zu lassen. Die Rufanalyse erfolgte zunächst mittels automatischem Analyse-Verfahren (*BcAdmin* 2.0 und *batIdent* 2.0, Fa. ecoObs) und anschließend durch manuelle Prüfung.

Innerhalb der 1.876 Aufnahmenächte wurden insgesamt 299.021 Rufsequenzen von Fledermäusen aufgenommen. An allen 12 Standorten wurden Rauhaufledermäuse und Große Abendsegler aufgezeichnet, sowohl im Frühjahr als auch im Sommer-Herbst.

In den drei UG des Mittelgebirges war der Anteil aufgenommener Sequenzen von Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler im Vergleich zu anderen Fledermausarten (z.B. der Zwergfledermaus) gering. Im Vorland hingegen fällt eine sehr hohe Aktivität der Rauhautfledermaus, besonders im Frühjahr, auf (insgesamt 17% aller aufgenommenen Sequenzen). Auch vom Großen Abendsegler wurden die meisten Sequenzen im Vorland aufgezeichnet.

Anhand der errechneten mittleren Aktivität konnte für beide Arten über alle UG sowohl im Frühjahr als auch im Sommer-Herbst das Zuggeschehen anhand von Aktivitätspeaks, die in nahezu allen UG synchron auftraten, ermittelt werden. Der Zug der Rauhautfledermaus setzte dabei sowohl im Frühjahr (Pnat: 08.04. / Nnoc: 15.04.) als auch im Sommer (Pnat: Ende Juli / Nnoc: Mitte August) früher ein als beim Großen Abendsegler. Beide Arten wurden bis zum Ende der Aufnahmezeit in allen UG registriert.

Anhand von Präferenzen (IVLEV's *electivity index*, IVLEV 1961) wurde überprüft, inwieweit UG bzw. Standorte (Geländestrukturen) von den beiden ziehenden Arten bevorzugt werden. Die Aktivitäten in den drei UG (1-3) im Mittelgebirge waren sehr ähnlich. Dagegen unterschied sich das UG4 im Vorland bei beiden Arten deutlich von den UG1-3. Die hier festgestellte (quantitativ) höhere Aktivität wird aber von nur einem Standort direkt am *Flussufer* dominiert. Eine deutliche Bevorzugung von bestimmten untersuchten Geländestrukturen konnte hingegen bei beiden Arten aus den Daten nicht abgeleitet werden.

Der ermittelte nächtliche Aktivitätsverlauf gab Hinweise darauf, welches Verhalten am jeweiligen Standort vorherrscht (Zugverhalten, Quartiergebiet oder Nahrungssuche), ergänzte und erleichterte damit die Interpretation der Ergebnisse. Dabei konnten Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Arten innerhalb, aber auch zwischen den UG aufgezeigt werden.

Die Ergebnisse, deren Analyse und Interpretation sollten Hinweise zur Beantwortung folgender Fragen liefern:

1. Ziehen die Fledermausarten auf breiter Front über Mitteleuropa?

Ja, denn in allen UG und an allen 12 Standorten treten beide untersuchte Arten sowohl im Frühjahr als auch im Sommer-Herbst auf. Dabei sind im Frühjahr 2013 in allen UG synchron zwei Peaks erkennbar, besonders deutlich bei der Rauhautfledermaus, aber auch beim Großen Abendsegler. Auch die verschiedenen Peaks im Sommer/Herbst treten mehrheitlich in allen UG synchron auf. Der nächtliche Verlauf der Aktivitäten zeigt, dass es einzelne Zugnächte gibt, bei denen gleichzeitig in allen UG erhöhte Aktivitäten auftreten. Es muss folglich für das untersuchte ca. 100 km breite Gebiet (Thüringisch-Fränkisches Mittelgebirge und nordwestliches Vorland) sowohl für Rauhautfledermaus als auch für Großen Abendsegler von einem Breitfrontenzug ausgegangen werden.

2. Meiden die Fledermausarten auf ihrem Zug das Gebirge?

Nein, das Gebirge wird von den ziehenden Tieren nicht (vollständig) gemieden, da die Zugpeaks an allen UG sichtbar sind. Ohne den gesondert zu betrachtenden Standort *Flussufer* (mit einer extrem hohen Aktivität) sind die Ergebnisse des UG4 (Vorland) zwar durchaus mit denen der UG1 bis 3 vergleichbar, liegen aber dennoch etwas höher (Präferenzanalyse). Vermutlich resultiert aber die gemessene höhere Aktivität im Vorland nicht ausschließlich aus einem höheren Zuggeschehen. Sie wird offenbar durch andere Funktionen wie z.B. der Funktion als Rastgebiet (Nahrung + Quartiere) oder durch Paarungsverhalten mit bestimmt,

die den Zug überlagern (maskieren). Ein rein quantitativer Vergleich der UG reicht demnach nicht aus, sondern muss durch weitere Analysen (z.B. nächtlicher Verlauf der Aktivität) ergänzt werden.

3. Dienen einzelne Talzüge im Mittelgebirge als wichtige Wanderrouen?

Nein, in allen UG im Mittelgebirge wurde eine sehr vergleichbare/sich gleichende Aktivität registriert (Präferenzanalyse). Die Aktivitäten im Mittelgebirge (UG1-3) stammen fast ausschließlich vom Zuggeschehen (Analyse des nächtlichen Verlaufes der Aktivitäten), d.h. die Ergebnisse werden nicht durch andere Funktionen überlagert.

4. Bevorzugen die Fledermausarten im Mittelgebirge kleinräumige spezielle Geländestrukturen wie z.B. Talhänge?

Das bleibt unklar, da die vorliegende Datenauswertung aus 3 UG keine eindeutigen Präferenzen für bestimmte Geländestrukturen erkennen lassen. Demnach können keine gesicherten Aussagen getroffen werden, ob und inwiefern bestimmte Geländestrukturen von Fledermäusen während des Zuges bevorzugt genutzt werden. Vermutlich waren die ausgewählten Standorte zu heterogen. Außerdem bedarf es wohl einer größeren Stichprobe zur Beantwortung dieser Frage.

Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen dieser Fallstudie lassen sich Schlussfolgerungen für die Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Windenergienutzung ableiten:

Die weiteren Hinweise auf einen Breitfrontenzug widersprechen der Hypothese von eng begrenzten Zugkorridoren für Fledermäuse. Eine kartographische Darstellung des Zugraums entspräche nach derzeitigem Kenntnisstand der gesamten Landesfläche. Insofern sind die Hoffnungen auf eine zeitnah verfügbare Zugwegekarte für Fledermäuse gering.

Mit Abschaltungen in Nächten mit hoher Fledermausaktivität, z.B. mit Hilfe fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen, können die Schlagopferzahlen erheblich reduziert werden und dieser Artenschutz-Konflikt auch bei Breitfrontenzug effektiv vermindert werden. Wegen der vielfältigen Verpflichtungen zum Schutz und der wahrscheinlich flächendeckend auftretenden Gefährdung sollten fledermausfreundliche Abschaltungen beim Betrieb von Windenergieanlagen in Deutschland zukünftig zum Stand der Technik bzw. zur allgemein anerkannten Regel der Technik erklärt werden.

Die sorgsame Standortwahl von Windenergieanlagen ist dennoch wichtig: Rast- und Paarungsgebiete (Hotspots) der ziehenden Fledermausarten sind durch eine sehr hohe Aktivität gekennzeichnet und besitzen daher eine besondere Bedeutung. In diesen Gebieten sollte auf Windenergienutzung verzichtet werden.

C.1.2 Einführung

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien, speziell der Windkraft erfordert tiefergehende Kenntnisse über das Zugverhalten der migrierenden Fledermäuse. Bislang ist beispielsweise unklar, ob definierbare Zugkorridore existieren. Für die Vermeidung von Kollisionen an Windkraftanlagen kann auf dieses Wissen nicht verzichtet werden. Unser Teil des F+E-

Vorhabens hat sich dem Thema Zugkorridor von der Seite der akustischen Zugbeobachtung genähert.

Inwieweit sich wandernde Fledermäuse entlang von großräumigen Landschaftsstrukturen, wie z.B. Talzügen oder Gebirgsketten orientieren, oder aber davon losgelöst in breiter Front ihre großräumigen Ortswechsel unternehmen, ist noch nicht erforscht. Auch zur kleinräumigen Nutzung von bestimmten Geländestrukturen durch migrierende Fledermäuse sind die Kenntnisse bislang gering (vgl. FURKMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, VIERHAUS 2004). Automatische, akustische Erfassungen ermöglichen inzwischen sowohl an zufällig gewählten als auch an geeignet erscheinenden Stellen im Gelände (Landmarken) standardisierte Messungen der Fledermausaktivität (BRINKMANN et al. 2011, MEINECKE 2012 u.a.).

Ein Teil der zwischen dem Nordosten und Südwesten Mitteleuropas migrierenden Fledermauspopulationen, insbesondere der beiden Abendseglerarten (*Nyctalus noctula* und *N. leisleri*) sowie der Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*), durchquert dabei Mitteldeutschland (vgl. STEFFENS et al. 2004, HUTTERER et al. 2005 u.a.).

In dieser Passage liegt das Thüringisch-Fränkische Mittelgebirge (Thüringer Wald mit Schiefergebirge und dem südöstlich angrenzenden Frankenwald) wie ein geographischer Querriegel, der von den Fledermäusen direkt überwunden werden muss oder auch gemieden werden kann.

Dass Mittelgebirge grundsätzlich keine echten Hindernisse darstellen müssen, zeigen tausende von Fledermäusen, die jährlich zweimal von der einen auf die andere Seite wechseln (vgl. STEFFENS et al. 2004, HUTTERER et al. 2005 u.a.).

Im Rahmen dieser Pilotstudie wurden nun verschiedene Fragen formuliert, deren Bearbeitung erste Antworten/Hinweise liefern können, wie sich migrierende Fledermäuse an (vermeintlichen) geomorphologisch-geographischen Hindernissen wie einem Mittelgebirge verhalten.

C.1.3 Fragestellungen

Folgende Fragen wurden für die Untersuchung des Zugverhaltens der beiden Fledermausarten Rauhaufledermaus und Großer Abendsegler für diese Studie formuliert:

1. Ziehen die Fledermausarten auf breiter Front über Mitteleuropa?
2. Meiden die Fledermausarten auf ihrem Zug das Gebirge?
3. Dienen einzelne Talzüge im Mittelgebirge als wichtige Wanderrouen?
4. Bevorzugen die Fledermausarten im Mittelgebirge kleinräumige spezielle Geländestrukturen wie z.B. Talhänge?

C.1.4 Methodik

C.1.4.1 Untersuchungsraum

Für eine akustische Beobachtung der Zugbewegung wurde mit dem Kamm des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges ein geographisch günstig gelegener Untersuchungsraum in

Deutschland ausgewählt. Dieses Mittelgebirge liegt wie ein Riegel quer zu einer der anhand von Beringungsergebnissen (vgl. STEFFENS et al. 2004, HUTTERER et al. 2005 u.a.) bekannten Hauptzugrichtungen, insbesondere der Rauhaufledermaus, aber auch der Abendseglerarten (Abb. C-1).



Abb. C-1: Lage des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges (blau) in Mitteleuropa. Gelber Pfeil: eine der Hauptzugrichtungen ziehender Fledermausarten anhand bekannter Beringungsergebnisse.

Die naturräumlichen Haupteinheiten Thüringer Wald und Thüringer Schiefergebirge sind Teil des „Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges“, das sich nach Südosten bis zum Fichtelgebirge fortsetzt. Der Thüringer Wald mit seiner höchsten Erhebung bei 982,9 m NN erstreckt sich rund 70 Kilometer in Nordwest-Südost-Richtung. Die maximale Nordost-Südwest-Ausdehnung des Kammgebirges beträgt im Norden bei Eisenach um 7 km, an der Nahtstelle zum Schiefergebirge bei Gehren etwa 14 km. Das südöstlich anschließende Thüringer Schiefergebirge und der Frankenwald sind vorwiegend von einer durch zahlreiche Täler zerschnittenen Hochfläche (ca. 700-800 m NN) geprägt.

C.1.4.2 Untersuchungsdesign

Um die o.g. Fragestellungen beantworten zu können, wurden entlang des Gebirgskammes des „Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges“ (im folgenden „Mittelgebirge“ genannt) drei Untersuchungsgebiete (UG) ausgewählt, ein viertes wurde am Nordwestende im angrenzenden Vorland in der Nähe der Stadt Eisenach als Vergleichsgebiet festgelegt (im folgenden „Vorland“ genannt; Abb. C-2; Tab. C-1). Die UG 1-3 sind über einen 80 km langen Bereich des Mittelgebirges verteilt, UG1 und UG4 sind gut 100 km voneinander entfernt.

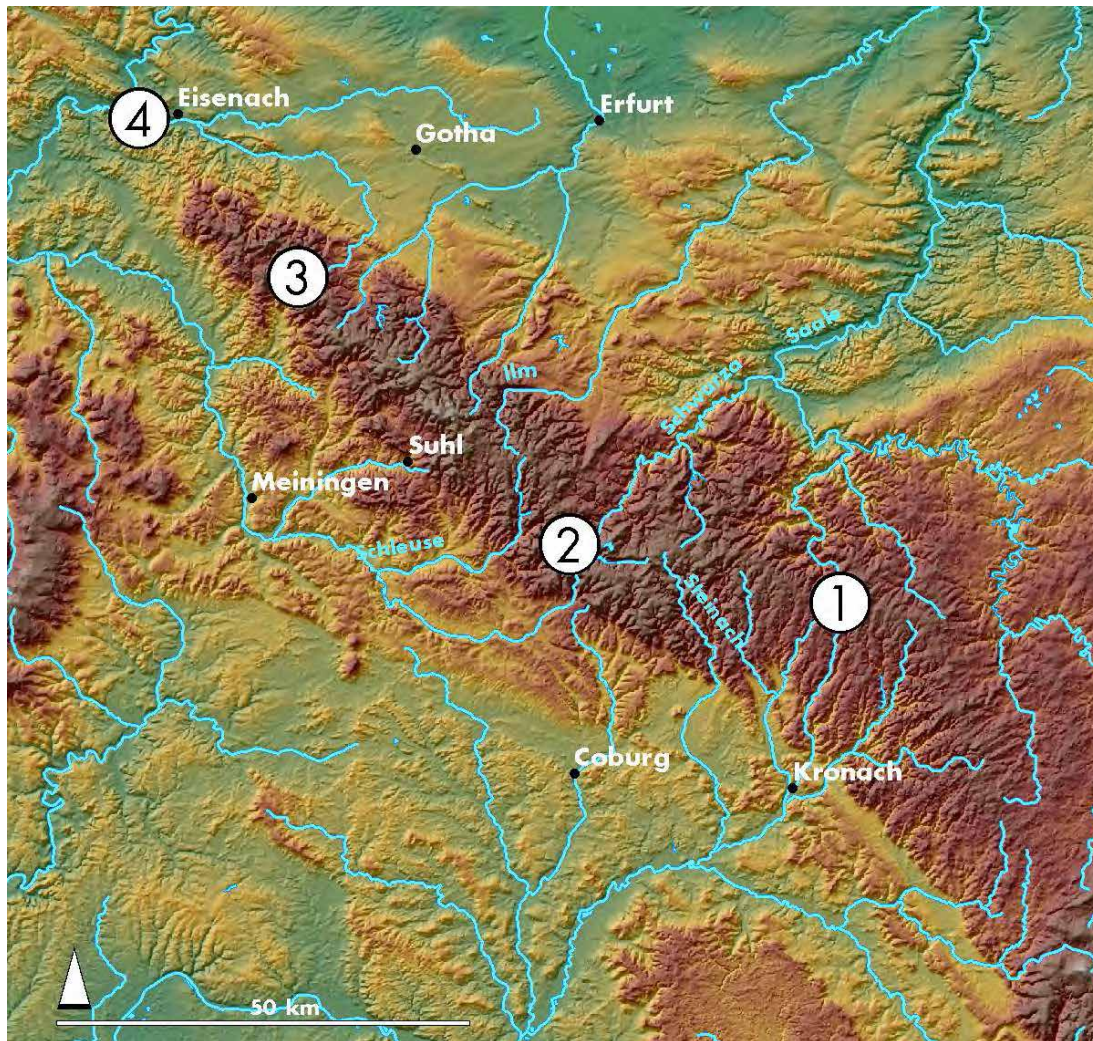


Abb. C-2: Lage der vier Untersuchungsgebiete mit automatischen Rufaufzeichnungsgeräten im „Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge“ sowie im Vorland des Gebirges.

Um geeignete Untersuchungsgebiete auszuwählen, wurde das Relief des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges analysiert. Gesucht wurde dabei nach Situationen im Gelände, an denen sich auf beiden Seiten des Gebirgskamms Fluss- bzw. Bachtäler gegenüberliegen und auf dem Kamm ein Sattel ausgebildet ist, der aus anthropogener Sicht eine geeignete Geländestruktur (im folgenden Text auch als „Talzug“ bezeichnet) für Überflüge aus beiden Richtungen (im Frühjahr vom Süden, im Sommer-Herbst vom Norden) darstellt. Im Rahmen von Exkursionen wurden dann die potenziellen UG besucht und je nach den lokalen Standortbedingungen vor Ort die Auswahl getroffen.

Tab. C-1: Position (Koordinaten) der Standorte in den vier UG.

Nr.	UG	Standort	Breite	Länge	Höhe über dem Meeresspiegel (mNN)
	Mittelgebirge				
1	Steinbach	Hang	50°27'54.71"N	11°22'53.38"E	550
		Sattel	50°27'5.56"N	11°22'23.51"E	600
		Höhe	50°27'35.03"N	11°23'32.20"E	650
2	Masserberg	Hang	50°32'3.53"N	11° 0'40.58"E	520
		Sattel	50°31'56.53"N	10°56'41.94"E	700
		Höhe	50°30'35.19"N	10°58'11.77"E	830
3	Inselsberg	Hang	50°50'12.11"N	10°28'4.99"E	650
		Sattel	50°50'37.20"N	10°28'43.18"E	720
		Höhe	50°50'59.29"N	10°27'32.45"E	900
	Vorland				
4	Hörschel	Flussufer	51° 0'29.72"N	10°13'45.96"E	198
		Hügel 1	51° 0'1.15"N	10°13'46.52"E	315
			(51° 0'1.58"N)	(10°13'53.09"E)	300
			(51° 0'3.79"N)	(10°13'53.11"E)	274
	Hügel 2	50°59'34.12"N	10°13'39.99"E	301	

Pro UG wurden drei automatische Rufaufzeichnungsgeräte (Batcorder-Waldboxen der Fa. ecoObs/Nürnberg) als so genannte Permanentstationen ausgebracht (im folgenden „Gerät“ oder „Rekorder“ genannt), die den Langzeiteinsatz im Gelände ermöglichten.

Die lokale Anordnung des Sets sollte jeweils gleich sein und drei verschiedene Geländestrukturen (Standorte) erfassen (s. schematische Darstellungen in Abb. C-3 und C-4):

Im Mittelgebirge (UG 1-3)

Sattel: Je ein Rekorder wurde in den drei UG im Mittelgebirge an je einer Sattelstruktur platziert, d.h. an einer Stelle im Gelände, an der auf beiden Seiten des Gebirgskammes Bachtäler/Taleinschnitte zu- bzw. abführen und sich nahe gegenüberliegen (bestenfalls direkt).

Hang: Ein weiterer Rekorder wurde jeweils in einem zu- oder abführenden Tal an dessen Hang (Mittelhang) platziert.

Höhe (Referenz): Mehr als 1 km entfernt von dem gewählten Standort Sattel wurde jeweils auf dem Gebirgskamm / auf einer höher als *Hang* und *Sattel* gelegenen Bergkuppe ein Rekorder montiert; dieser Standort war der Referenzstandort zum jeweiligen Talzug, d.h. Sattelsituation mit hinführenden Tälern.

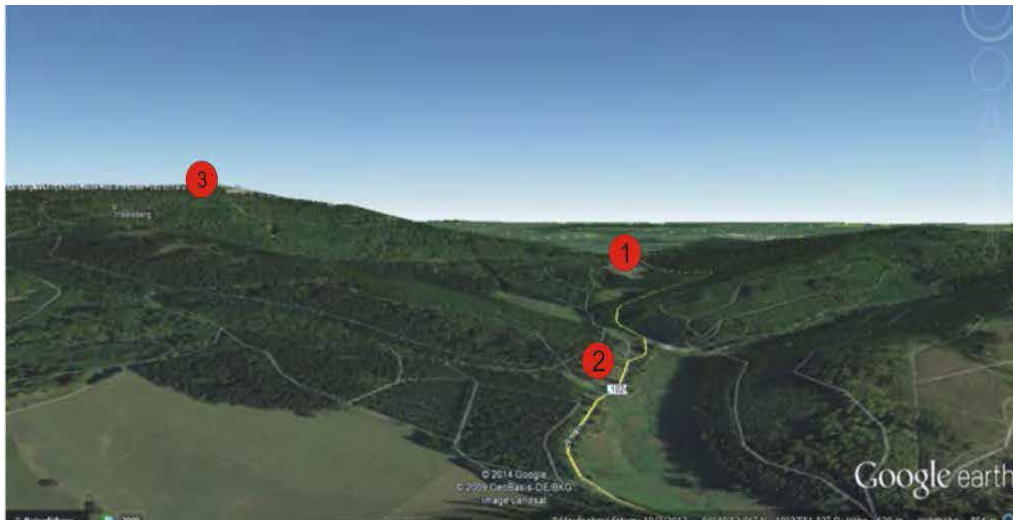


Abb. C-3: Prinzipielle Anordnung eines Sets von drei Rekordern in einem Untersuchungsgebiet im Gebirge zur Abdeckung verschiedener Habitat- und Landschaftsstrukturen.

UG 3 Inselsberg aus Richtung Süden/Brotterode: 1 = *Sattel*, 2 = *Hang* und 3 = *Höhe* (Referenz) in Kammlage bzw. Gipfel (Gr. Inselsberg) (Quelle: Google earth).

Dieses Set wurde in allen drei Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge repliziert.

Im Vorland des Mittelgebirges (UG 4)

Als Vergleich zum Gebirge wurde ein weiteres Untersuchungsgebiet im Vorland des Mittelgebirges gewählt, ebenfalls mit 3 Standorten. Die Anordnung der Rekorder erfolgte hier nicht mehr in dem o.g. Muster, sondern orientierte sich an den Geländestrukturen des Vorlandes (Abb. C-4) mit den Standorten:

Flussufer: in der Talaue der Werra, direkt am Ufer der Mündung von Hörsel und Werra

Hügel 1: 0,8 km entfernt vom Ufer in Richtung Mittelgebirge

Hügel 2: 1,7 km entfernt vom Ufer in Richtung Mittelgebirge

Die Rekorderstandorte bildeten so im Vorland vielmehr eine Kette (Transekt) zum Gebirge hin.



Abb. C-4: Anordnung im Untersuchungsgebiet des Vorlandes (UG 4 Hörschel) aus Richtung Westen. Ein Transekt von Nr.1: *Flussufer*, über Nr.2: *Hügel 1* und Nr.3: *Hügel 2* jeweils am Hang in Richtung Mittelgebirge (SO). Im Vordergrund ist die Werraau sichtbar, im Hintergrund steigt das Mittelgebirge des Thüringer Waldes auf (Quelle: Google earth).

Alle Rekorder wurden mindestens 4 m hoch über dem Boden installiert, an Stangen (3 Geräte), an Jagdkanzeln (2 Geräte) und an Bäumen, die frei an Waldkanten standen (7 Geräte). Die Ausrichtung der Mikrofone an den Waldboxen war darauf bedacht, in den freien Luftraum zu horchen und Vorbeiflüge im hindernisarmen Flug aufzuzeichnen.

C.1.4.3 Standorte

Untersuchungsgebiet (UG) 1 im Mittelgebirge: Steinbach

Dieses Untersuchungsgebiet liegt am weitesten östlich und befindet sich im Frankenwald zwischen Ludwigsstadt und Steinbach am Wald in Oberfranken (Landkreis Kronach/Bayern).

Als *Sattel* wurde eine kleine Erlenfläche mit Teichen kurz vor der Ortschaft Steinbach am Wald auf 600 m NN an der B 85 gewählt. Das Gerät wurde an einem Baum befestigt. Das Mikrofon zeigt in südliche Richtung dem Taleinschnitt folgend.

Als *Hang* wurde ca. 1,7 km nördlich des *Sattels* eine Fichtenkante auf 550 m NN entlang des von Ludwigstadt nach Steinbach am Wald ansteigenden Tals (mit der B 85 und Bahnlinie) ausgesucht. Das Gerät hing an einer Fichte am Nordwesthang des Tals. Das Mikrofon war nach SO ausgerichtet.

Als Standort auf der *Höhe* (Referenz) diente eine Freifläche auf einem Feld bei Lauenhain in 650 m NN, ca. 1,7 km entfernt vom *Sattel*. Das Gerät wurde an einer Jagdkanzel angebracht und das Mikrofon zeigte in südliche Richtung.



Abb. C-5: Standorte im UG 1 Steinbach.

a: *Sattel* an Erlenfläche nördl. von Steinbach am Wald, b: *Hang* Fichtenkante, c: *Höhe* Feld bei Lauenhain. Fotos: NACHTaktiv.

Untersuchungsgebiet (UG) 2 im Mittelgebirge: Masserberg

Das Untersuchungsgebiet „Masserberg“ liegt im Zentrum des Thüringer Waldes zwischen Masserberg und Katzhütte (Landkreise Hildburghausen und Saalfeld-Rudolstadt).

Als *Sattel* wurde eine Freifläche mit Straßenkreuzung ca. 2 km NW von Masserberg in Richtung Gießhübel bzw. am Rennsteig-Wanderweg (in 700 m NN) gewählt. Das Gerät wurde an einem Straßenbaum installiert. Das Mikrofon zeigte in südöstliche Richtung.

Das Gerät am *Hang* wurde am Westhang des Massetals vor Katzhütte, ca. 6 km vom Sattel entfernt, an einer Stange befestigt (520 m NN). Das Mikrofon zeigte in östliche Richtung.

Als *Höhe* (Referenz) wurde am Eselsberg auf 830 m NN ca. 1 km südlich von Masserberg unweit des Rennsteiges ein Gerät an einer Fichte an einer Waldkante angebracht. Das Mikrofon zeigte auf die südlich gelegene Freifläche. Der räumliche Abstand zum *Sattel* betrug ca. 3 km Luftlinie.



Abb. C-6: Standorte im UG 2 Masserberg.

a: *Sattel* am Straßenkreuz Masserberg-Gießhübel am Rennsteig (Schwalbenhaupt), b: *Hang* Hangkante im Massetal bei Katzhütte, c: *Höhe* (Referenz) am Eselsberg südl. von Masserberg. Fotos: NACHTaktiv.

Untersuchungsgebiet (UG) 3 im Mittelgebirge: Inselsberg

Dieses Untersuchungsgebiet ist das höchstgelegene und umfasst als Referenz den zweithöchsten Berg des Thüringer Waldes, den Großen Inselsberg mit 915 m NN (Landkreise Gotha und Schmalkalden-Meiningen).

Der *Sattel* befand sich in unmittelbarer Nähe am sogenannten Kleinen Inselsberg auf ca. 720 m NN in unmittelbarer Nähe der Sommerrodelbahn-Anlage. Das Gerät wurde an einer Buche installiert. Das Mikrofon zeigte in östliche Richtung auf die Sattelstruktur.

Als *Hang* wurde das ab- bzw. zuführende Tal in/aus Richtung Brotterode (SW) an der Landstraße am sogenannten „Käsborn“ gewählt (650 m NN). Das Gerät wurde hier an einer Stange am Nordwesthang platziert. Das Mikrofon zeigte in SO Richtung in das Tal.

Das Gerät am Referenz-Standort *Höhe* wurde auf ca. 900 m NN an einer Windbruchfläche am Rennsteig-Wanderweg unweit der Wetterstation am Großen Inselsberg an einer Fichte angebracht (Bestandskante) und zeigte mit dem Mikrofon in westliche Richtung über die Freifläche bzw. den Berggipfel. Dieser Standort befand sich ca. 1,5 km Luftlinie vom *Sattel* in NW Richtung entfernt.

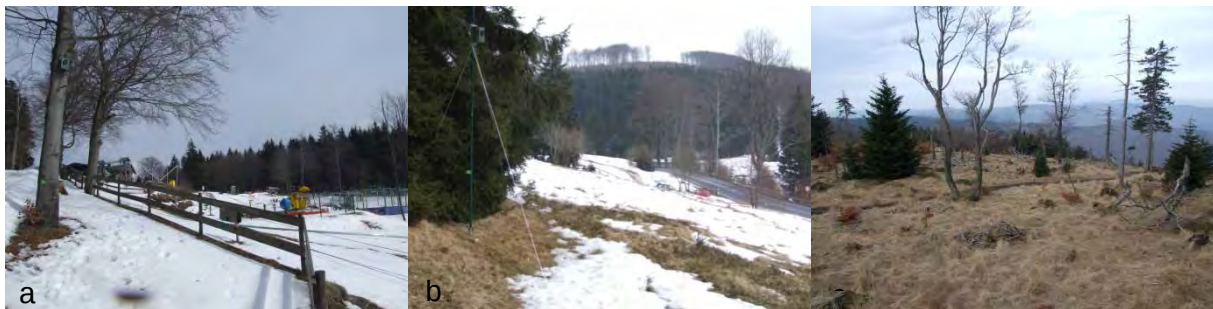


Abb. C-7: Standorte im UG 3 Inselsberg.

a: *Sattel* an der Sommerrodelbahn am Kleinen Inselsberg, b: *Hang* „Käsborn“ an der Straße nach Brotterode, c: *Höhe* (Referenz) am Rennsteig am Großen Inselsberg. Fotos: NACHTaktiv.

Untersuchungsgebiet (UG) 4 im Vorland des Mittelgebirges: Hörschel

Dieses Untersuchungsgebiet sollte als Vergleich zu den Mittelgebirgsstandorten dienen. Es befindet sich am Nordwestrand des Thüringer Waldes im Werratal, nahe der Stadt Eisenach.

Als *Flussufer* wurde der Mündungsbereich der Hörsel in die Werra innerhalb der Ortschaft Hörschel ausgewählt. Der Punkt liegt in der Talaue der Werra auf 198 m NN. Das Gerät wurde ca. 10 m entfernt vom Fluss an einer Stange angebracht. Das Mikrofon war zum Fluss nach Westen hin ausgerichtet.

Zusätzlich wurden in diesem Untersuchungsgebiet zwei vom *Flussufer* aus betrachtet höher gelegene Untersuchungsstandorte gewählt, die im Folgenden als *Hügel* bezeichnet werden und in einen Transekt Richtung Mittelgebirge vermitteln:

Als *Hügel 1* wurde die Hangkante des Eichelberges SSW oberhalb der Ortschaft in ca. 315 m NN ausgesucht. Das Mikrofon war nach Norden in Richtung Hörsel zur Wiese ausgerichtet. Aufgrund von Störungen, die die Aufnahmen beeinflussten, wurde dieser Standort im August verlegt, um 300 m nach Norden an eine Jagdkanzel (274 m NN).

Hügel 2 bildete ein Standort an einer Jagdkanzel an der sogenannten Gerichtskiefer (301 m NN), südlich des Eichelberges. Das Mikrofon zeigte in nördliche Richtung auf das Feld. Dieser Standort befand sich ca. 1.8 km vom Punkt *Flussufer* entfernt.



Abb. C-8: Untersuchungspunkte am Vergleichsstandort UG Hörschel.

a: *Flussufer* an der Mündung der Hösels in die Werra, b: *Hügel 1* am Eichelberg, c: *Hügel 2* an der sogenannten „Gerichtskiefer“. Fotos: NACHTaktiv.

C.1.4.4 Erfassungstechnik

Die Fledermausrufe an den Standorten wurden mittels Permanentstationen (Batcorder-Waldboxen, Fa. ecoObs) akustisch erfasst.

Beim Batcorder handelt es sich um die ersten vollautomatischen sog. „Horchkästen“, die Fledermausrufe in höchster Qualität (Sample-Rate: 500 kHz) aufzeichnen können. Die Geräte speichern alle Fledermausrufe, die am jeweiligen Standort während der Aufnahmezeit durch ein spezielles Mikrofon „hörbar“ sind. Damit das Mikrofon auch weiter entfernt fliegende bzw. leise rufende Fledermausarten erfassen kann, wurden die Batcorder auf die höchste Empfindlichkeit (Aufnahmeschwelle -36 dB) eingestellt.

Bei der Waldbox ist der Batcorder in einer wetterfesten Kunststoffbox installiert. Ein Grenzflächenmikrofon ist in der Front der Box eingelassen und durch einen umlaufenden Schaumstoffring bestmöglich vor Wind und Wetter geschützt. Ein 6V/12Ah Bleigelakku versorgt den Batcorder mit Strom. Auf einer SDHC-Karte werden die erfassten Daten / Rufe gespeichert.

Zwei Waldboxen waren mit einem GSM-Modul inkl. SIM-Karte ausgerüstet: Zum Ende der Aufnahmenacht versendet dieses eine ausführliche Status-Mitteilung per SMS. Diese beinhaltet die Aufnahmeanzahl der letzten Nacht, die Gesamtanzahl der Aufnahmen, die Speicherbelegung der SDHC-Karte, den Zustand des Mikrofons und ggf. Fehlermeldungen wie z.B. schwache Batterie etc.

Alle zwei Wochen wurden die Akkus gewechselt und die Speicherkarten ausgelesen. Die erhobenen akustischen Daten wurden elektronisch auf zwei externen Festplatten redundant gespeichert und in eine Datenbank integriert, um sie anschließend für die Auswertungen (Software *bcAdmin* und *bcIdent* der Fa. ecoObs) aufzubereiten.



Abb. C-9: Erfassungstechnik: Waldbox (Fa. ecoObs Nürnberg).

a: Waldbox in Tarnfarbe, b: Betreuung und Blick ins Innere: Batcorder, Mikrofon, Akku und GSM-Modul, c: auf 4 m Stange befestigtes Gerät im Gelände. Fotos: NACHTaktiv.

C.1.4.5 Untersuchungszeitraum und Datenmaterial

Die phänologischen Daten wurden im Jahr 2013 in beiden zu erwartenden Zugperioden, also im Frühjahr und Sommer-Herbst erhoben, um Unterschiede zwischen diesen Perioden erkennbar werden zu lassen. Hinweise auf ein unterschiedliches Zugverhalten geben Fledermausforscher, die mit anderen Untersuchungsmethoden (Beringung, Fledermaus- bzw. Nistkastenkontrollen usw.) langjährige Erfahrungen zum Zugverhalten gesammelt haben. Allgemein wird vermutet, dass der Zug im Frühjahr in kürzerer Zeit stattfindet als im Herbst (z.B. ARNOLD, KRETZSCHMAR in BARRE & BACH 2004).

Der Geräteaufbau zum Frühjahrszug erfolgte zwischen Mitte März und Anfang April 2013 an den jeweiligen Standorten in den Untersuchungsgebieten. Zwischen Ende Mai und Anfang Juni wurden die Geräte wieder abgebaut. Ab Mitte Juli wurden die Geräte für den Herbstzug erneut an den jeweiligen Standorten installiert. Der Abbau der Geräte begann Mitte Oktober und endete Anfang November 2013. Abb. C-10 und Tab. C-2 zeigen die Untersuchungszeiträume an den einzelnen Standorten und den jeweiligen Geländestrukturen genauer auf. Kontrollintervalle zur Datensicherung und zum Akkuwechsel wurden nahezu 14-tägig bzw. in Abhängigkeit der Betriebszeit der Akkus und der erfassten Flugaktivität (Speicherkartenstand) durchgeführt.

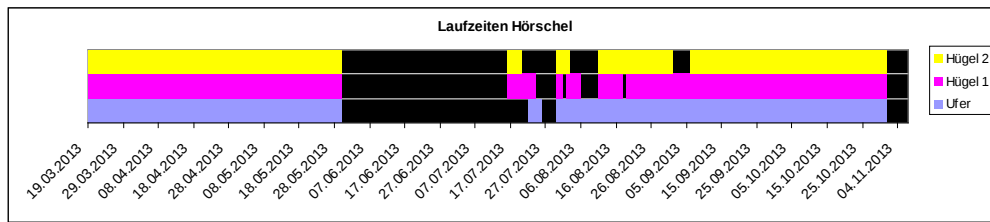
Insgesamt standen Daten aus 1.876 Gerätenächten der Auswertung zur Verfügung, das entspricht 87,2% aller Untersuchungs Nächte (vergleiche Tab. C-2).

Tab. C-2: Übersicht zu Laufzeiten, Gerätenächten und Ausfallzeiten an den einzelnen Standorten 2013.

Laufzeiten: in Klammern stehen Auf- bzw. Abbaudatum, auch wenn es zu Ausfällen kam, Gerätenächte: Summe aus den jeweils 3 Geräten pro UG, verwertbare Nächte und Ausfälle.

Nr.	UG	Laufzeiten	Gerätenächte	Ausfälle
	Mittelgebirge			
1	Steinbach	26.3.-7.5. (6.6.) 23.7.-6.11.	Standnächte: 564 Verwertbare Gerätenächte: 458 Ausfallnächte: 106 (18,8%)	8.5.-6.6. <i>Hang</i> und <i>Referenz</i> wg. Bedienfehlern 9.10.-23.10. Datenverlust <i>Sattel</i> , weil durch extrem hohe Aktivität Karte frühzeitig voll war
2	Masserberg	4.4.-16.5. (2.6.) 15.7.-21.10.	Standnächte: 542 Verwertbare Gerätenächte: 477 Ausfallnächte: 65 (12%)	Im Frühjahr liefen die Geräte am Ende unterschiedlich lang bis die Karten voll waren (<i>Sattel</i> bis 16.5.; <i>Hang</i> bis 20.5.). Im Herbst Ausfall wegen Gerätediebstahl (<i>Sattel</i> 8.9. bis 25.9.) bzw. Karte vorzeitig voll (<i>Hang</i> 16.9. bis 23.9.)
3	Inselsberg	(3.04.)9.4.-3.6. 15.7.-31.10.	Standnächte: 503 Verwertbare Gerätenächte: 447 Ausfallnächte: 56 (11,1%)	Im Frühjahr gab es an allen 3 Standorten bedingt durch Störgeräusche Ausfälle: <i>Sattel</i> : 10.04.-14.04., 24.04.-26.04.; Störgeräusche; <i>Hang</i> : 24.04.-15.05. (Gerät defekt); <i>Höhe</i> : 03.04.-20.04., 22.04.-26.04. Störgeräusche; Im Herbst gab es am <i>Hang</i> einen Ausfall über 3 Tage.
	Vorland			
4	Hörschel	19.3.-29.5. 16.7.-31.10.	Standnächte: 543 Verwertbare Gerätenächte: 494 Ausfallnächte: 49 (9%)	im Frühjahr liefen alle Geräte ohne Störung durch, im Herbst verschiedene Ausfälle, insbesondere Ende Juli und Anfang August. Besonders <i>Hügel 1</i> Phase mit sehr vielen Störgeräuschen, so dass Speicherkarten schnell voll waren.

Vorland



Mittelgebirge

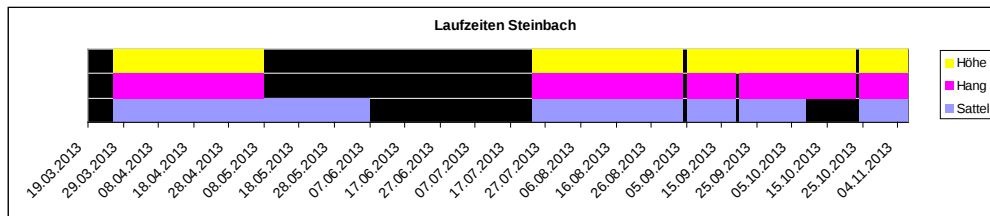
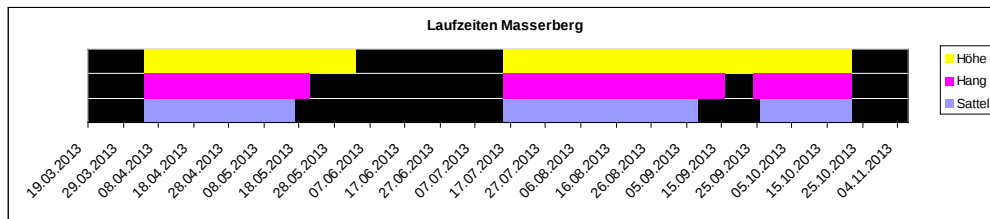
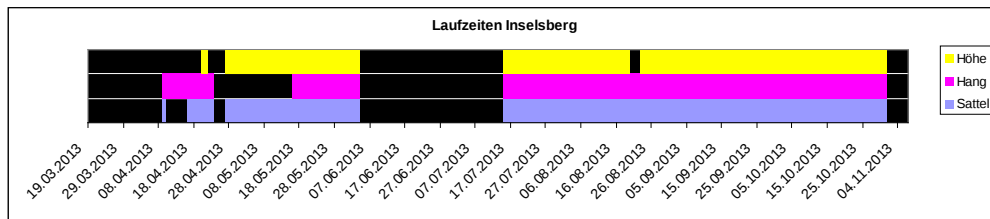


Abb. C-10: Überblick zu Laufzeiten der Geräte 2013 in den 4 Untersuchungsgebieten. Gelb, rosa bzw. blau: Laufzeiten an den jeweils drei Untersuchungspunkten pro Standort, schwarz: Ausfallzeiten bzw. bewusst gewählte Aufnahmepause im Frühsommer.

C.1.4.6 Rufauswertung

Die Rufanalyse erfolgte im ersten Schritt mit dem eigens von der Fa. ecoObs entwickelten Analyse-Verfahren, der Diskriminanzanalyse mit verknüpfter Rufdatenbank mit den Programmen *bcAdmin* 2.0 und *batIdent* 2.0. Dabei wurden die erfassten Rufe den jeweils wahrscheinlichsten Fledermausarten zugeordnet (vgl. Abb. C-11).

Im zweiten Schritt wurden diese automatischen Rufzuordnungen manuell geprüft (Programme *bcAnalyse*, Fa. ecoObs; *Batsound*, Fa. Pettersson) und somit abschließend interpretiert.

Aufgrund der gespeicherten Sonogramme kann dies jederzeit überprüft und präzisiert werden. Die aufgezeichneten Rufe in hoher Qualität bieten die Möglichkeit, Fledermausrufe bis auf Artniveau bestimmen zu können. Im Fokus der Untersuchung standen die ziehenden Arten. Die beiden Arten, die bislang am meisten vom Fledermausschlag an Windturbinen betroffen sind, die Rauhaufledermaus und der Große Abendsegler (BRINKMANN et al. 2011, im Speziellen in Thüringen vgl. TRESS et al. 2012), wurden für die Analyse ausgewählt, da sie außerdem den Vorteil haben, sich anhand eindeutiger Rufmerkmale genau bestimmen zu lassen. Als eindeutiges Merkmal diente die Hauptfrequenz der Rufe:

Die Rauhaufledermaus wurde zugeordnet, wenn die Hauptfrequenzen der Suchrufe im hindernisarmen Flug ≤ 41 kHz lagen. Rufe > 41 kHz können auch von der Zwergfledermaus ausgestoßen werden (SKIBA 2009). Ein Vorkommen der Weißrandfledermaus (*Pipistrellus kuhlii*) kann im Untersuchungsgebiet bislang ausgeschlossen werden.

Der Große Abendsegler wurde zugeordnet, wenn die Hauptfrequenzen der Suchrufe im hindernisarmen Flug (freien Luftraum) ≤ 20 kHz lagen. Bei Rufen > 20 kHz gibt es Überschneidungen von Ruftypen mit dem Kleinen Abendsegler, der Zweifarbfledermaus und der Breitflügelfledermaus (SKIBA 2009). Das Auftreten von Riesenabendsegler (*Nyctalus lasiopterus*) und Bulldoggfledermaus (*Tardarida teniotis*) kann im Untersuchungsgebiet ausgeschlossen werden.

Da die Rufzuordnung anhand dieser präzisen Merkmale (die ausschließlich auf die Suchrufe im freien Gelände für diese Arten beruhen) nicht immer mit der Rufzuordnung durch die Diskriminanzanalyse des Analyseprogrammes übereinstimmt, wurden alle Rufe, die der Gruppen-Zuordnung Nyctief und seiner Aufteilung (Nnoc *Großer Abendsegler*, Tten *Bulldoggfledermaus* und Nlas *Riesenabendsegler*), sowie Pmid und seine Aufteilung (Pnat *Rauhaufledermaus* und Pkuh *Weißrandfledermaus*) folgten, nochmals manuell mit dem Programm *bcAnalyse* 2.0 (Fa. ecoObs) überprüft und zugeordnet. Da Bulldoggfledermaus, Riesenabendsegler und Weißrandfledermaus nicht im Untersuchungsgebiet vorkommen, wurde ihre Rufzuordnung dem Abendsegler bzw. der Rauhaufledermaus zugeschrieben.

Letztlich konnten nicht alle registrierten Vorbeiflüge dieser beiden Arten mit diesem Verfahren erkannt werden. Im Fokus der Untersuchung standen jedoch die Vorbeiflüge während des Zuges mit den entsprechenden Ruffrequenzmerkmalen.

Am Standort Flusssufer im UG „Hörschel“ gab es die meisten Vorbeiflüge der Rauhaufledermaus. In manchen Nächten wurden mehr als 1.000 Sequenzen aufgezeichnet. Für die spätere Präferenzanalyse (s.u. Abschn. Datenanalyse) sollte es ab einer bestimmten Anzahl an Ereignissen pro Nacht nicht entscheidend sein, wie viele Vorbeiflüge der Rauhaufledermaus tatsächlich erfolgten. Diese Nächte stellten dann an sich eine Nacht mit extrem hoher Aktivität dar. Bei der Rufauswertung wurden deshalb nur die ersten 50 Sequenzen geprüft,

die übrigen gingen ungeprüft in die Analyse mit ein. Das betrifft insgesamt 52 Nächte im Frühjahr und Herbst mit 25.888 Sequenzen.

Bei der Auswertung der Rufe zeigte sich, dass sowohl beim Großen Abendsegler als auch bei der Rauhaufledermaus viele Sequenzen zeitlich sehr nah beieinander lagen. Außerdem beinhalteten viele Sequenzen beim Großen Abendsegler oft nur einen Ruf. Dieser Ruf wurde als ein Vorbeiflug angenommen. Um diese Vorbeiflüge nicht mehrfach zu zählen, wurden Sequenzen, die im Abstand von <3 Sekunden liegen, als nur ein Vorbeiflug gezählt.

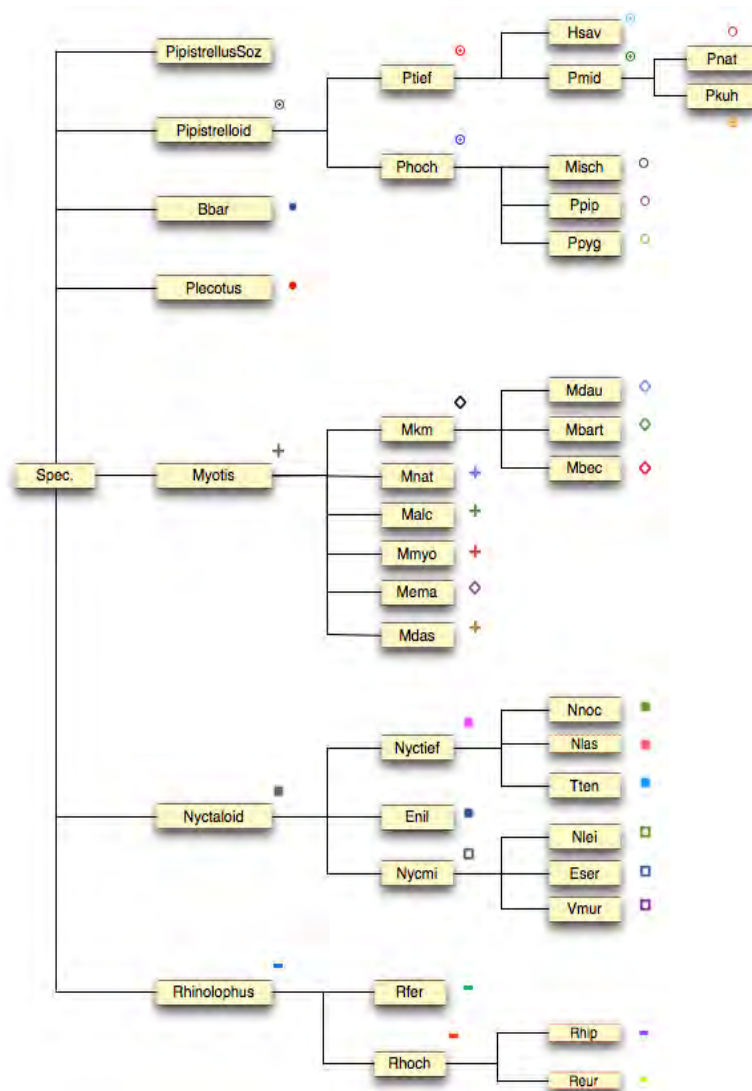


Abb. C-11: Analysebaum des batIdent (www.ecoObs.de).

Die Erklärungen zu den Kürzeln s. Tab. F-2 im Anhang (Abschn. F).

C.1.4.7 Datenanalyse

Für den Vergleich der Untersuchungsgebiete wurden nur Nächte berücksichtigt, in denen die betrachtete Art mindestens an einem Standort (Gerät) registriert wurde, d.h. „Nullnächte“ gingen nicht in den Vergleich ein. Je Untersuchungsgebiet und Nacht wurde ein Mittelwert

von den Ergebnissen der jeweils drei Standorte gebildet (Anzahl Sequenzen/Nacht). Anhand dieser Mittelwerte erfolgte der Vergleich der Untersuchungsgebiete. Die Präferenzen wurden mit *IVLEV's electivity index* (KREBS 1989) berechnet. Dabei wird die reale Verteilung mit der Erwartung bei Gleichverteilung (z.B. bei vier UGs jeweils 25%) verglichen. Der verwendete Präferenzindex normiert zwischen +1,0 (absolute Bevorzugung) und -1,0 (absolute Meidung), der Wert 0 bedeutet Gleichverteilung.

Dieser Präferenzindex wurde auch für den Vergleich der Geländestrukturen (*Sattel*, *Hang* und *Höhe*) verwendet. Hierfür wurde zunächst für die einzelnen Untersuchungsgebiete die prozentuale Verteilung der Standorte (*Sattel*, *Hang*, *Höhe*) je Nacht ermittelt und damit die Präferenz des jeweiligen Standorts im jeweiligen Untersuchungsgebiet berechnet.

Die Verteilung der Präferenzen innerhalb einer Saison wurde als Boxplot dargestellt.

C.1.4.8 Nächtlicher Verlauf der Aktivität

Zum besseren Verständnis der gemessenen Fledermausaktivitäten wurde die Verteilung der Rufaufzeichnungen über die Nachtstunden ausgewertet.

Die Tafeln in Abb. C-34 und C-35 zeigen die nächtliche Aktivität über die Untersuchungsperioden Frühjahr und Sommer-Herbst in allen UG für die beiden untersuchten Arten. In den Abbildungen stellen die einzelnen Punkte die Anzahl erfasster Sequenzen pro 10-Minuten-Intervall dar, wobei die Punktgröße logarithmisch transformiert wurde.

In Abb. C-35, C-36 und C-38 ist die nächtliche Aktivität (Sequenzen/ Fledermauskontakte pro Stunde) über alle Nächte dargestellt. Um Nächte mit verschiedener Länge vergleichen zu können, wurde die Uhrzeit in relative Werte (Nachtzeit) umgerechnet. Der Sonnenuntergang erhält den Wert 0, der Sonnenaufgang den Wert 1. Die Uhrzeiten werden entsprechend umgerechnet. Der Wert 0,5 entspricht der Mitte der Nacht. Die Werte der Nachtzeit wurden in Nachtanteile von 0,05 (= 5%) eingeordnet.

In den UG1-3 der Mittelgebirge wurden die drei Standorte nicht differenziert betrachtet, sondern aufgrund der geringen Anzahl an Vorbeiflügen zusammengefasst. Im UG4 „Vorland“ wurde erneut der Standort *Flussufer* getrennt von den beiden Standorten *Hügel 1+2* analysiert.

C.1.5 Ergebnisse

C.1.5.1 Datenübersicht der erfassten Fledermausarten

Innerhalb der 1.876 Aufnahmenächte wurden insgesamt 299.021 Rufsequenzen von Fledermäusen in den 4 Untersuchungsgebieten mit je 3 Standorten aufgenommen (vgl. Tab. C-3, Tab. F-1 im Anhang, Abschn. F). Die Tabelle im Anhang (Tab. F-1) gibt einen Überblick über alle erfassten Arten- bzw. Gattungsgruppen (sortiert nach dem Analysebaum des *batl-*dent).

Tab. C-3: Übersicht zu Anzahl und Anteil erfasster Fledermaussequenzen in den Untersuchungsgebieten.

„Sequenzen gesamt“: Anzahl aller automatisch erkannten Sequenzen mit Fledermausrufen (alle Arten). Für *P.nat.* und *N.noc.*. Die Klammerwerte beinhalten die Anzahl aller Rufsequenzen, die nach der automatischen Analyse und nach der manuellen Prüfung der betreffenden Art zugeordnet (interpretiert) wurden. Auf den gesonderten Umgang von Nächten mit extrem vielen Sequenzen von *P.nat.* am Standort *Flussufer* im UG1 sei verwiesen (s. Kap. C.1.4.6). Die Prozentzahlen beziehen sich auf die Anteile der geprüften Sequenzen der beiden Arten (Werte in Klammern) im Bezug zu allen Fledermaussequenzen im jeweiligen UG. Bei den Werten vor den Klammern handelt es sich um die Anzahl von Sequenzen, die einen Abstand von ≥ 3 Sekunden haben und die als Anzahl von Vorbeiflügen in die weiteren Analysen eingehen.

	Mittelgebirge			Vorland	Summe
Untersuchungsgebiet	Steinbach	Masserberg	Inselsberg	Hörschel	
Sequenzen gesamt	42.157	64.513	28.666	163.685	299.021
Rauhautfledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	1,5% 431/(611)	1,2% 564/(785)	3,5% 731/(1.005)	17% 19.576/(27.786)	21.302 (30.187)
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	0,3% 84/(137)	0,2% 79/(135)	0,4% 70/(117)	1,6% 1.494/(2.631)	1.727 (3.020)

In allen Untersuchungsgebieten und an allen Standorten (also mit allen 12 Rekordern) wurden sowohl Rauhautfledermäuse als auch Große Abendsegler aufgezeichnet, sowohl im Frühjahr als auch im Sommer-Herbst.

In den Untersuchungsgebieten der Mittelgebirge wurden von der Rauhautfledermaus ungefähr 7x mehr Sequenzen als vom Großen Abendsegler aufgenommen. Dennoch ist die Anzahl von den insgesamt aufgenommenen Sequenzen dieser Art mit $\leq 3,5\%$ im Verhältnis zu anderen Fledermausarten (z.B. der Zwergfledermaus mit 44-70%) ebenfalls gering.

Besonders auffällig ist die besonders hohe Frühjahrsaktivität der Rauhautfledermaus im Untersuchungsgebiet 4 im Vorland („Hörschel“), vgl. Abb. C-18.

Während in den Untersuchungsgebieten der Mittelgebirge die Anteile der Rufsequenzen der Großen Abendsegler $\leq 0,4\%$ in derselben Größenordnung (im Mittel nur 78 Sequenzen) liegen, wurden im Vorland des Gebirges 5 x mehr Sequenzen dieser Fledermausart aufgezeichnet.

C.1.5.2 Erfasste Aktivitäten in den Untersuchungsgebieten (UG)

Mittelgebirge UG 1 Steinbach

Insgesamt konnten in diesem Untersuchungsgebiet 42.157 verwertbare Sequenzen aufgezeichnet werden. Über die Hälfte (56%) dieser Sequenzen können der Zwergfledermaus zugeordnet werden (vgl. Tab. F-1).

Die Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen hat ergeben, dass 611 Sequenzen/Aufnahmen der **Rauhautfledermaus** zugeordnet werden können, das sind 1,5% aller Sequenzen.

Wir betrachten dabei Sequenzen, die im Abstand von <3 Sekunden liegen, als einen Vorbeiflug. Demnach bleiben für die drei Geräte am Standort „Steinbach“ 431 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-12).

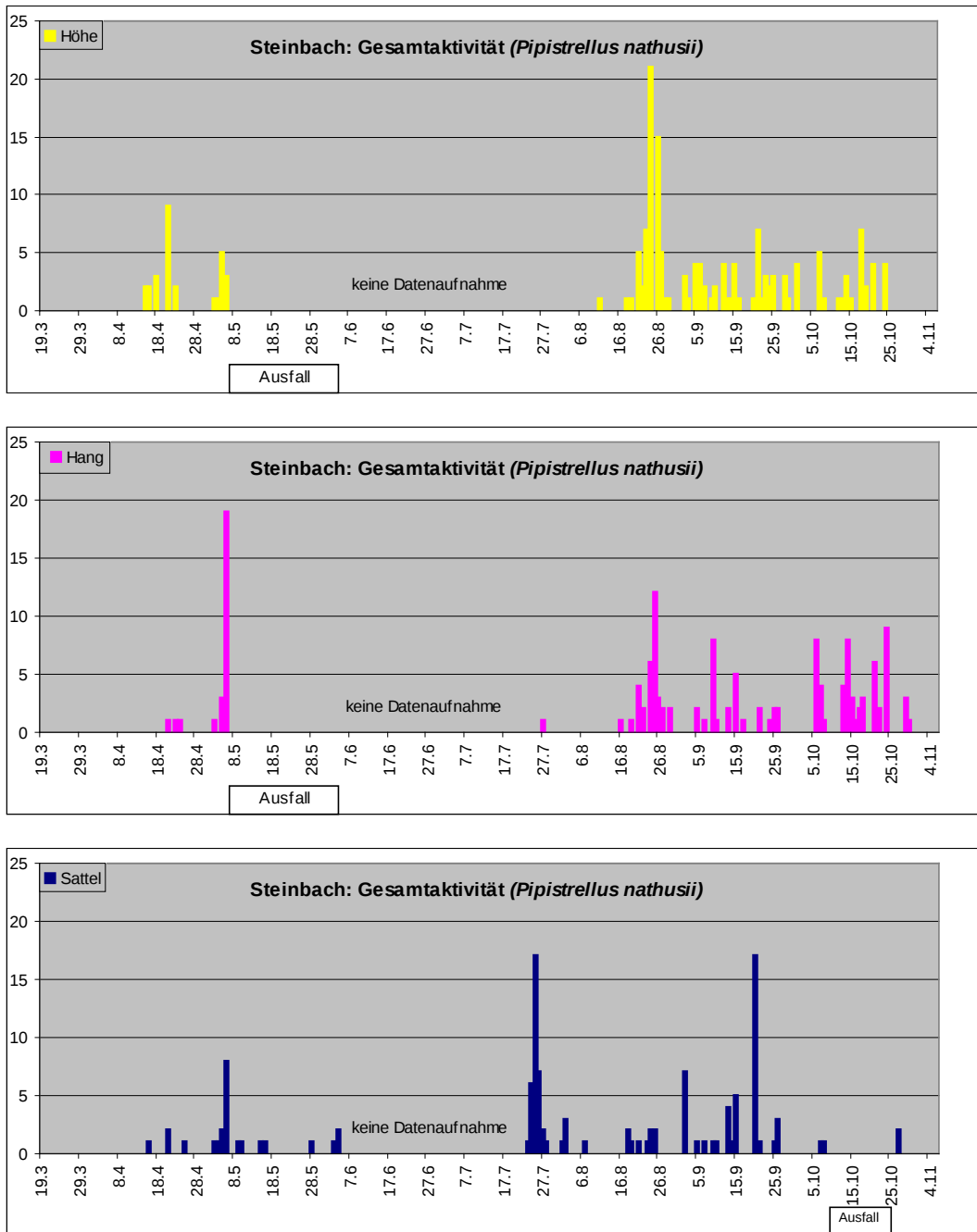


Abb. C-12: Überblick UG 1 „Steinbach“ für *Pipistrellus nathusii*.

Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Standorten (Einzeldiagramme).

Die ersten Rauhauffledermäuse wurden am 15.04. am Standort *Höhe* erfasst. Die Art ist über den gesamten Untersuchungszeitraum im UG nachweisbar.

Im Frühjahr ist die Anzahl erfasster Sequenzen pro Nacht niedriger als im Sommer/Herbst. Am 05/06.05. ist an allen 3 Standorten eine erhöhte Anzahl an Vorbeiflügen zu verzeichnen.

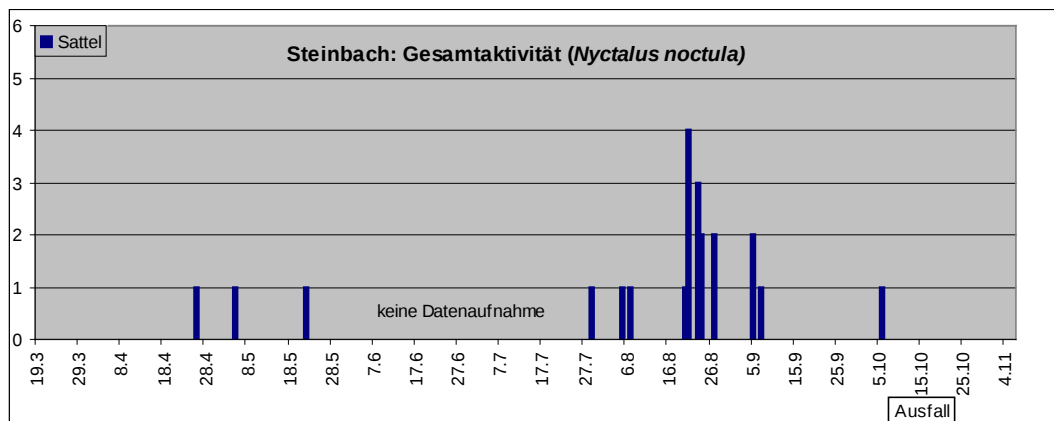
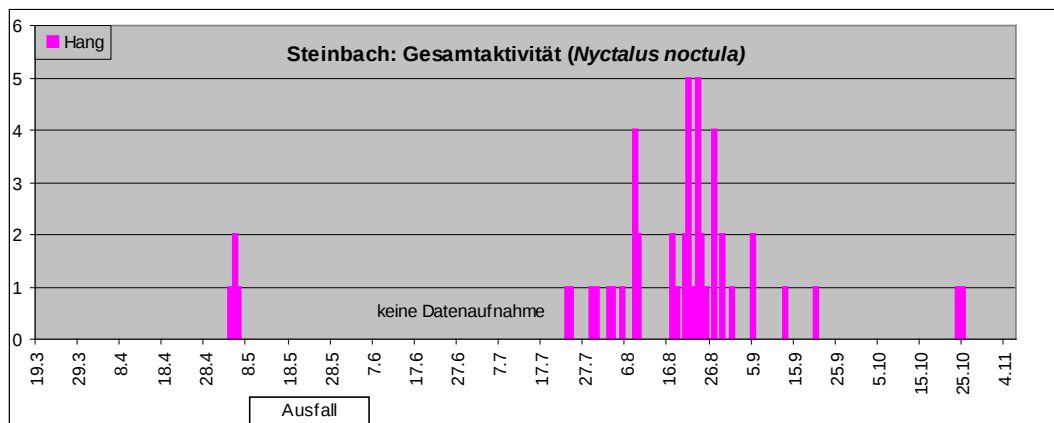
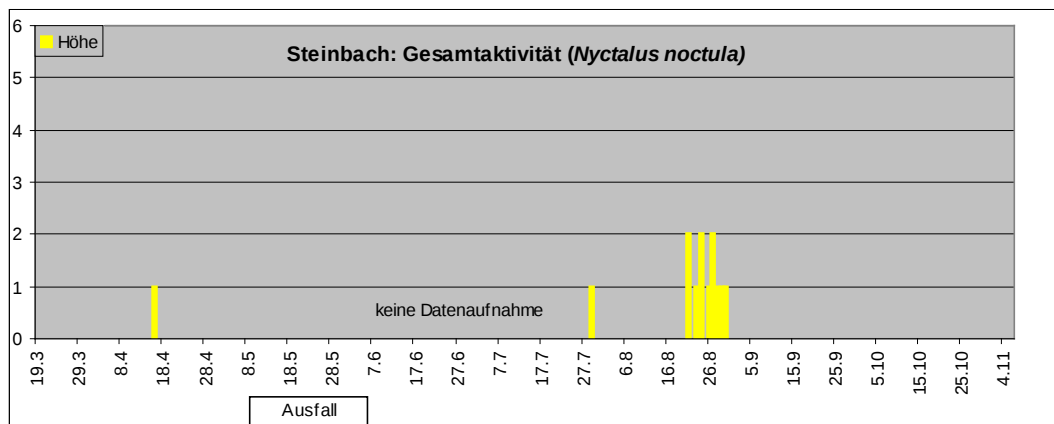


Abb. C-13: Überblick UG 1 „Steinbach“ für *Nyctalus noctula*.

Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Standorten (Einzeldiagramme).

Im Sommer/Herbst sind am Standort *Sattel* bereits im Juli Vorbeiflüge der Rauhautfledermaus ermittelt worden. An den Standorten *Hang* und *Höhe* wurden Ende August Näch-

te mit den meisten Vorbeiflügen registriert. Außerdem hält die Aktivität bis zum Ende der Aufnahmezeit bis Ende Oktober an (vgl. Abb. C-12).

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für den **Großen Abendsegler** 137 Sequenzen/Aufnahmen, das sind 0,3% aller Sequenzen.

Nach Zusammenfassung der zeitlich sehr nah beieinander liegenden, aufgezeichneten Sequenzen (<3 Sekunden) zu einem gewerteten Vorbeiflug, bleiben für die drei Geräte im UG „Steinbach“ insgesamt 84 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-13).

Die ersten Großen Abendsegler werden am *Hang* am 05.04. erfasst. Über den gesamten Untersuchungszeitraum kommen Abendsegler im UG vor.

Im Frühjahr werden nur in wenigen Nächten Vorbeiflüge an allen 3 Standorten erfasst, bis auf den *Hang* mit nur 1 Sequenz pro Nacht.

Im Sommer/Herbst steigt die Anzahl an Nächten, in denen Vorbeiflüge registriert werden. Vor allem Ende August gibt es mehr Vorbeiflüge pro Nacht an allen Standorten. An den Standorten *Sattel* und *Hang* erfolgen Vorbeiflüge verteilt über den Untersuchungszeitraum bis Oktober. Am Standort *Höhe* konzentriert sich die Anzahl an Nächten mit erfassten Sequenzen Ende August.

Ende August können am Standort *Hang* maximal 5 Vorbeiflüge pro Nacht registriert werden.

Mittelgebirge UG 2 „Masserberg“

Insgesamt konnten in diesem Untersuchungsgebiet 64.513 verwertbare Sequenzen aufgezeichnet werden. Fast 70% dieser Sequenzen können der Zwergfledermaus zugeordnet werden (vgl. Tab. F-1).

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für die **Rauhautfledermaus** 785 Sequenzen/Aufnahmen, das sind 1,2% aller Sequenzen.

Als einen Vorbeiflug werden Sequenzen gewertet, die im Abstand von <3 Sekunden liegen. Demnach bleiben für die drei Geräte im UG „Masserberg“ 564 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-14).

Die ersten Rauhautfledermäuse wurden am 16.04. an den Standorten *Sattel* und *Höhe* erfasst. Die Ausfallzeiten im Frühjahr an 2 Standorten lassen keine Aussagen über das Verschwinden der Rauhautfledermaus in dieser Zeit zu.

Im Frühjahr werden an allen drei Standorten am 05./06.05. die meisten Sequenzen erfasst. Die Anzahl an Nächten, an denen Vorbeiflüge registriert werden, ist im Vergleich zum Erfassungszeitraum gering.

Im Sommer/Herbst treten bereits ab Mitte Juli Rauhautfledermäuse an den Standorten *Sattel* und *Hang* auf. Die Anzahl an Nächten mit erfassten Vorbeiflügen (betrachtet auf den Erfassungszeitraum) sowie die Anzahl an Vorbeiflügen pro Nacht ist an diesen beiden Standorten höher als im Frühjahr. An der *Höhe* steigt die Anzahl an Nächten mit erfassten Vorbeiflügen, die Zahl der Sequenzen pro Nacht bleibt jedoch auf gleichem Niveau wie im Frühjahr. An allen drei Standorten hält die Aktivität bis zum Ende der Aufnahmezeit (Ende Oktober) an (vgl. Abb. C-14).

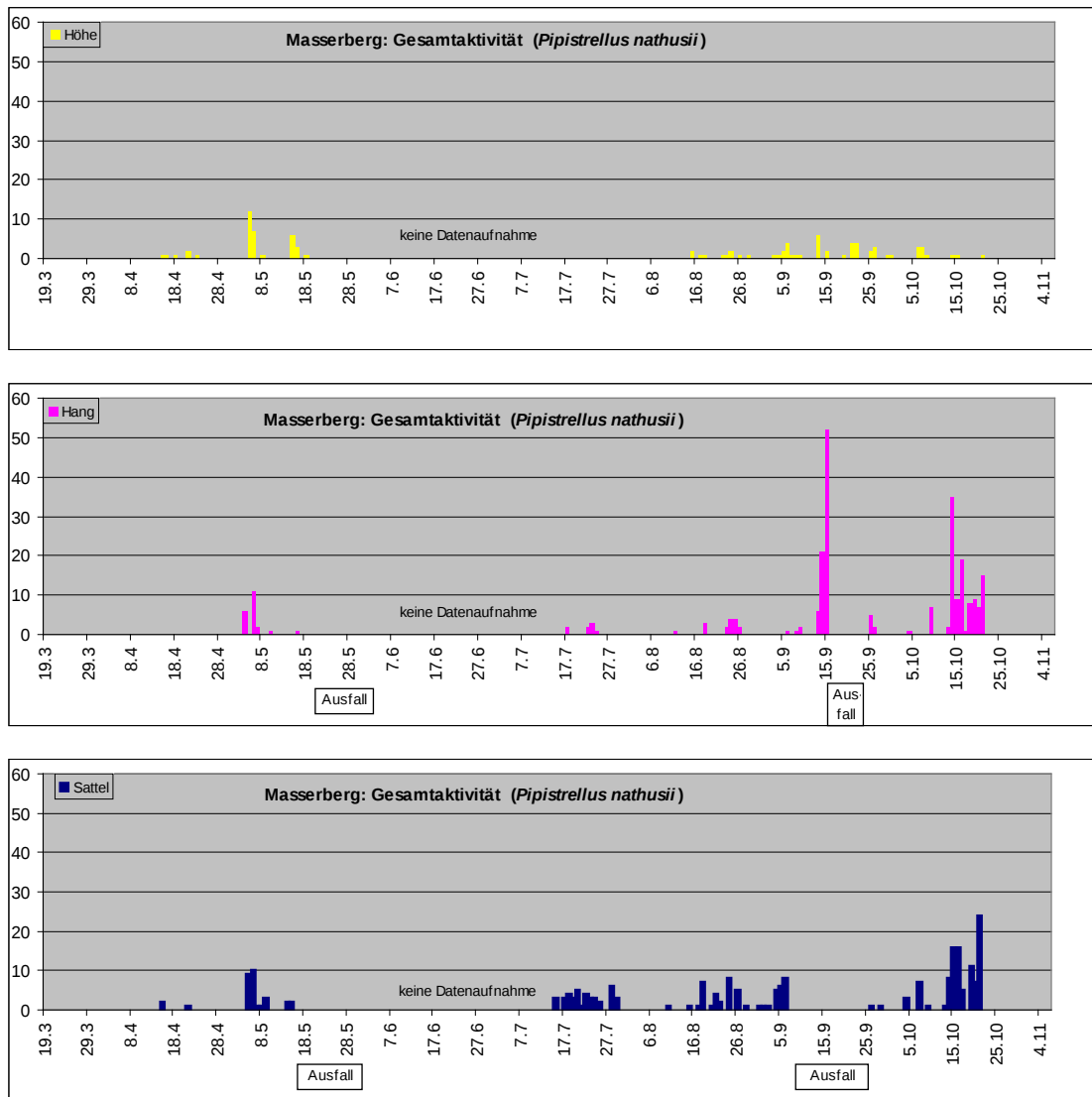


Abb. C-14: Überblick UG 2 „Masserberg“ für *Pipistrellus nathusii*.
Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Standorten (Einzeldiagramme).

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für den **Großen Abendsegler** 135 Sequenzen/Aufnahmen, das sind 0,2% aller Sequenzen.

Wir betrachten auch hierbei zeitlich sehr nah beieinander liegen Sequenzen (< 3 Sekunden) als einen Vorbeiflug. Demnach bleiben für die drei Geräte im UG „Masserberg“ insgesamt 79 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-15).

Die ersten Großen Abendsegler wurden an allen 3 Standorten am 15.04. erfasst.

Im Frühjahr werden nur in einzelnen Nächten Vorbeiflüge registriert, maximal 8 Sequenzen pro Nacht am Standort *Hang*. Auch im Sommer/Herbst bleibt die Anzahl erfasster Sequenzen pro Nacht gering. Am Standort *Sattel* gibt es Ende August eine Konzentration an Vorbeiflügen. Maximal 11 Sequenzen pro Nacht werden am 24.08. an diesem Standort erfasst (vgl. Abb. C-15).

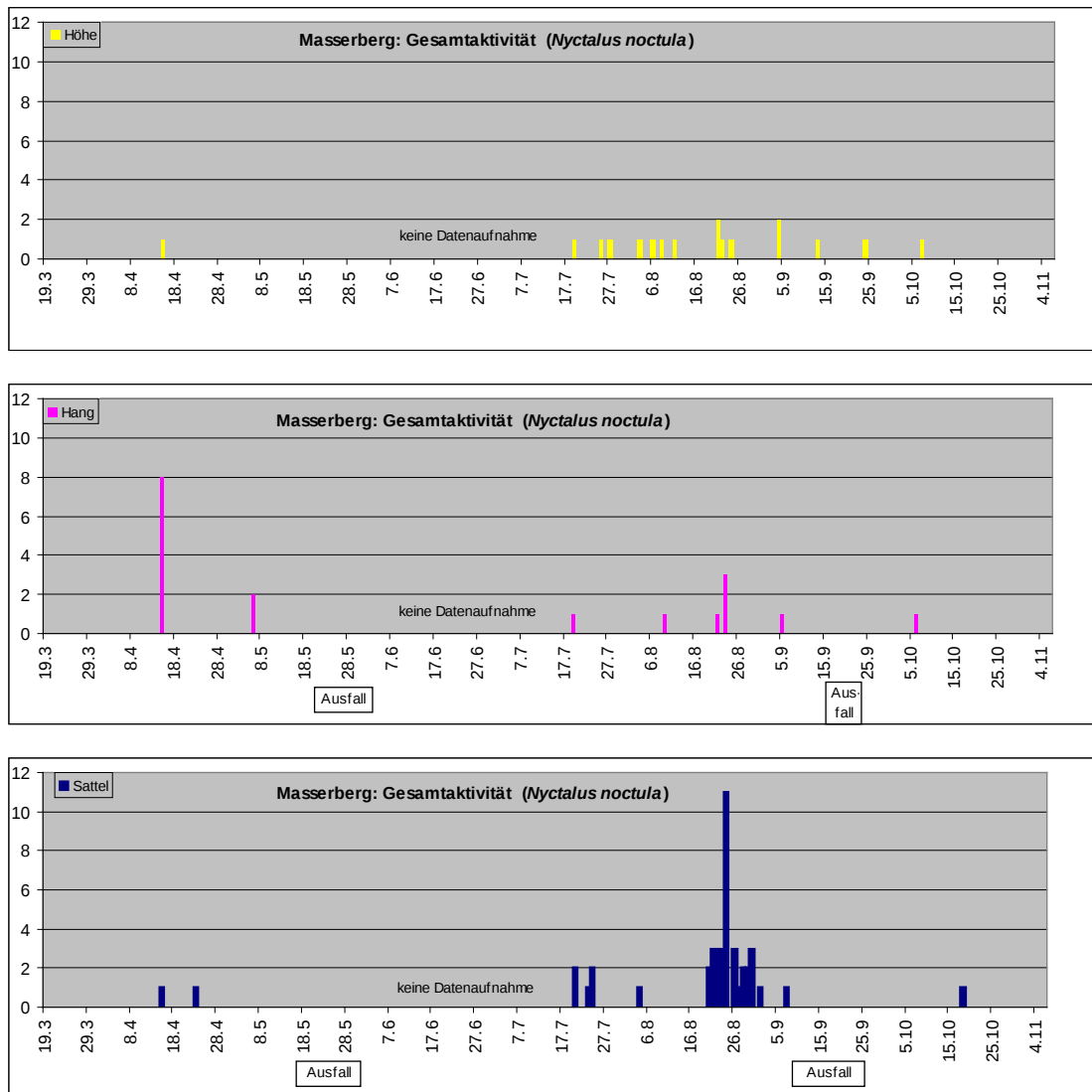


Abb. C-15: Überblick UG 2 „Masserberg“ für *Nyctalus noctula*.
Anzahl Sequenzen (≥3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Standorten (Einzeldiagramme).

Mittelgebirge UG 3 „Inselsberg“

Insgesamt konnten in diesem Untersuchungsgebiet 28.666 verwertbare Sequenzen aufgezeichnet werden. Ca. 44% dieser Sequenzen können der Zwergfledermaus zugeordnet werden (vgl.Tab. F-1).

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für die **Rauhautfledermaus** 1.005 Sequenzen/Aufnahmen, das sind 3,5% aller Sequenzen.

Als einen Vorbeiflug werden auch hier Sequenzen betrachtet, die im Abstand von <3 Sekunden liegen. Demnach bleiben für die drei Geräte am Standort „Inselsberg“ 731 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-16).

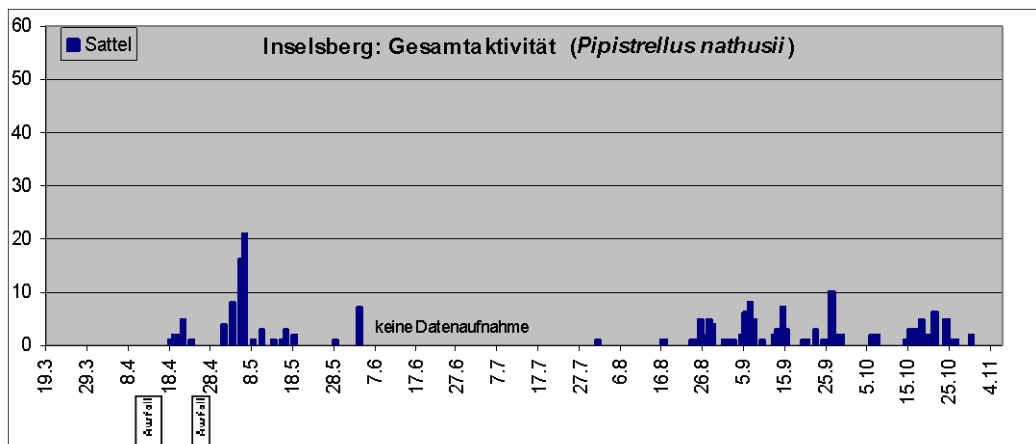
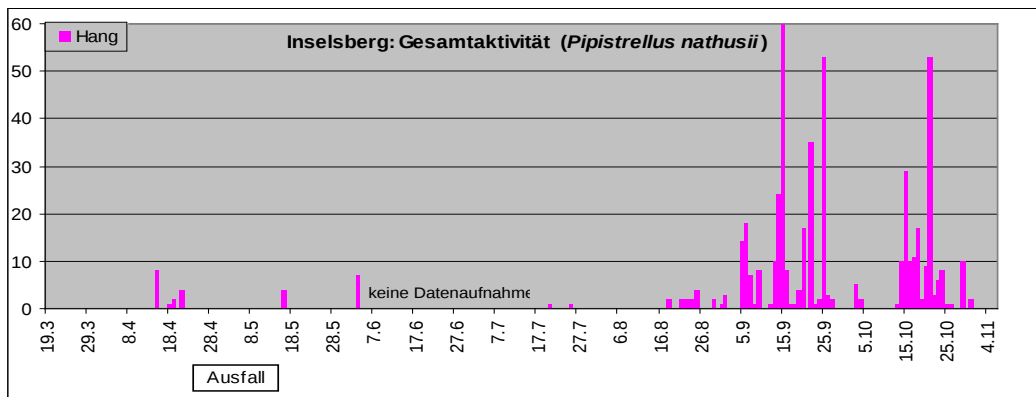
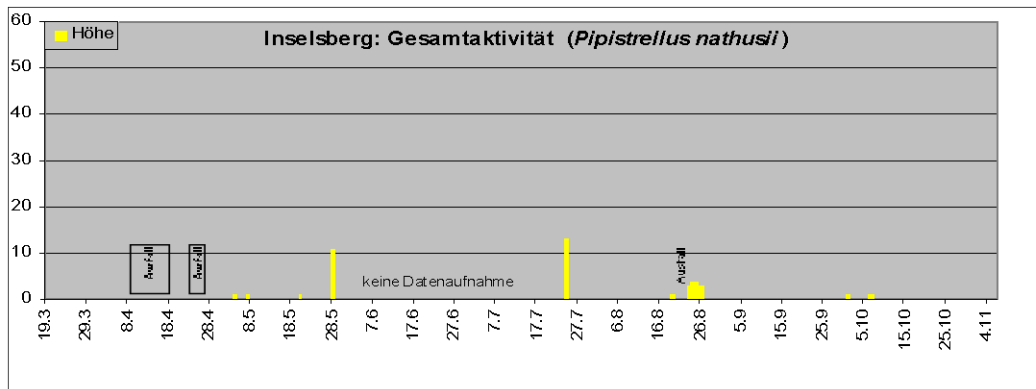


Abb. C-16: Überblick UG 3 „Inselberg“ für *Pipistrellus nathusii*.
Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Standorten (Einzeldiagramme).

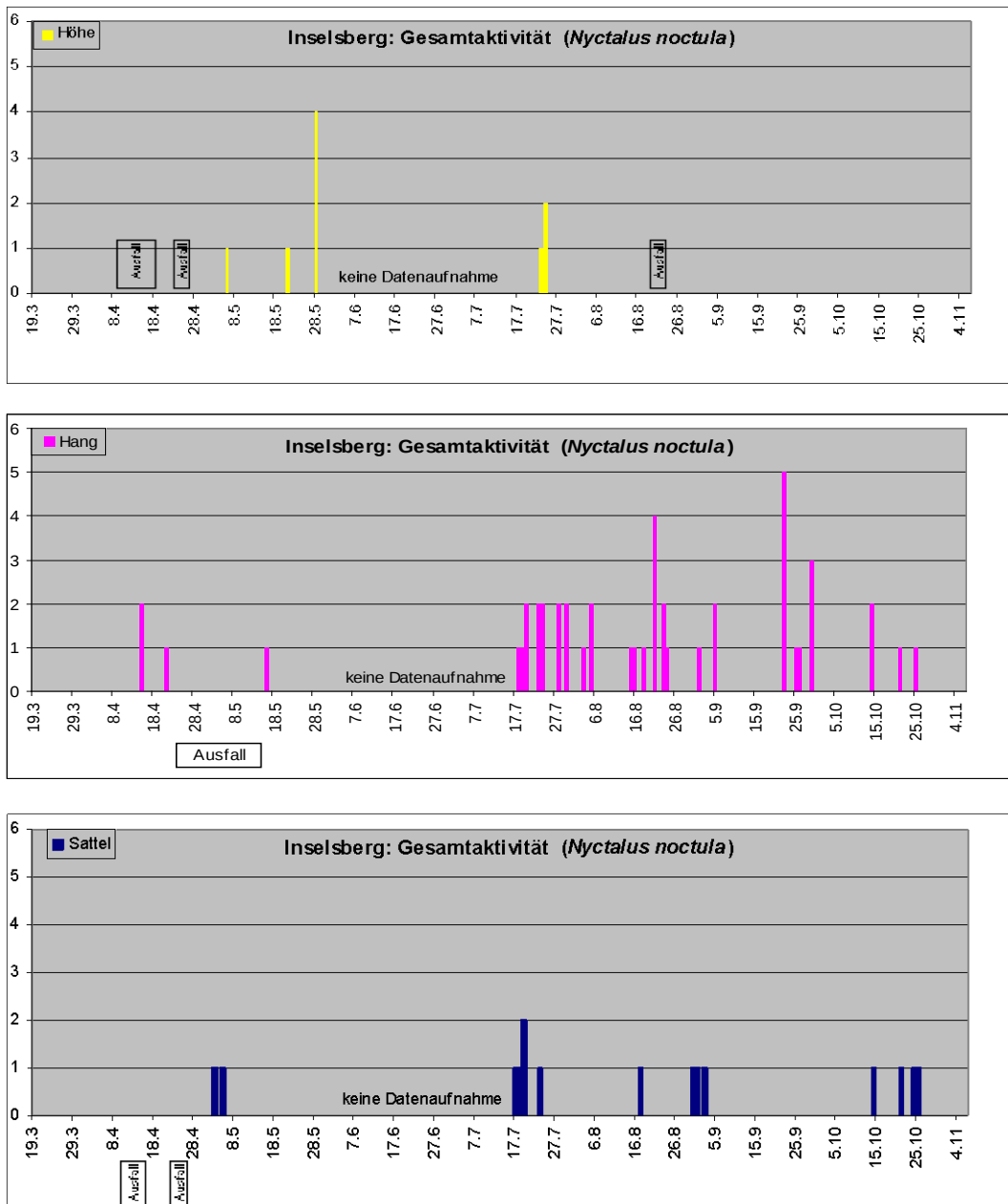


Abb. C-17: Überblick UG 3 „Inselsberg“ für *Nyctalus noctula*.

Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Standorten (Einzeldiagramme).

Im Frühjahr sind in diesem UG bedauerlicherweise verschiedene Ausfallzeiten zu verzeichnen, die Aussagen zum Auftreten der Art erschweren. Die ersten Rauhauffledermäuse wurden am 15.04. am Standort *Hang* registriert. Bis Anfang Juni (Ende der Aufnahmezeit) sind Rauhauffledermäuse im UG nachweisbar.

Im Frühjahr werden am Standort *Sattel* die meisten Sequenzen erfasst, mit einem Peak am 06.05.2013. Im Sommer/Herbst sind am Standort *Hang* die meisten Sequenzen registriert worden. Es gibt einzelne Nächte mit >50 Vorbeiflügen. In der *Höhe* werden die wenigsten

Sequenzen pro Nacht und die wenigsten Nächte mit Vorbeiflügen im Zeitraum erfasst. An den Standorten *Sattel* und *Hang* hält die Aktivität bis zum Ende der Aufnahmezeit (Ende Oktober) an (vgl. Abb. C-16).

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für den **Großen Abendsegler** 117 Sequenzen/Aufnahmen, das sind 0,4% aller Sequenzen.

Da wir Sequenzen, die zeitlich sehr nah beieinander liegen (<3 Sekunden) als einen Vorbeiflug betrachten, bleiben für die drei Geräte am Standort „Inselsberg“ insgesamt 70 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-17).

Im Frühjahr sind in diesem UG bedauerlicherweise hohe Ausfallzeiten zu verzeichnen, die Aussagen zum Auftreten der Art erschweren. Die ersten Großen Abendsegler wurden am 15.04. am Standort *Hang* registriert. Bis Ende Mai werden Vorbeiflüge am Standort *Höhe* erfasst.

Im Untersuchungsgebiet „Inselsberg“ ist die Anzahl an Nächten, in denen Vorbeiflüge registriert wurden, sowohl im Frühjahr als auch im Sommer/Herbst gering. Lediglich am Standort *Hang* werden im Sommer/Herbst mehrere Abendsegler pro Nacht und Nächte gesamt erfasst (vgl. Abb. C-17).

Vorland des Mittelgebirges UG 4 „Hörschel“

Insgesamt konnten in diesem Untersuchungsgebiet mit 163.685 die meisten verwertbaren Sequenzen aufgezeichnet werden. Im Vergleich zu den anderen UG nahmen in diesem UG davon die Rufe der Zwergfledermaus nur knapp 40% Anteil an den Sequenzen ein (vgl. Tab. F-1).

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für die **Rauhautfledermaus** 1.898 Sequenzen/Aufnahmen + 25.888 ungeprüfte Sequenzen/Aufnahmen aus 52 Nächten mit >50 Pnat-Ereignissen am Standort Flussufer. Die geprüften Sequenzen entsprechen 1,2% aller Sequenzen, die ungeprüften Sequenzen betreffen noch mal 15,8% aller Sequenzen. Damit wurden auch im gesamten UG4 „Hörschel“ die meisten Rauhautfledermäuse erfasst.

Wir betrachten Sequenzen, die im Abstand von <3 Sekunden liegen, als einen Vorbeiflug. Demnach bleiben für die drei Geräte im UG „Hörschel“ geprüfte 1.373 [788 (*Flussufer*) + 179 (*Hügel 1*) + 406 (*Hügel 2*)] sowie 18.203 ungeprüfte (nur *Flussufer*) auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-18).

Die ersten Rauhautfledermäuse werden am 09.04. am Standort Hügel 2 registriert, die letzten bis Ende Mai (Ende Erfassungsperiode im Frühjahr) an allen 3 Standorten.

Innerhalb des UG 4 sticht der Standort Flussufer hervor. Hier werden die meisten Vorbeiflüge pro Nacht erfasst. Im Frühjahr zeigen sich 2 Peaks: Mitte April (um den 18.04.) und Anfang Mai (um den 09.05.), die etwa zeitgleich auch an den Standorten *Hügel 1* und *Hügel 2* nachweisbar sind.

Bereits spätestens ab Mitte Juli, nachdem die Erfassungszeit Sommer/Herbst begann, werden Rauhautfledermäuse im UG nachgewiesen. (Zu beachten sind allerdings die Ausfallzeiten Anfang- Mitte Juli).

Im Sommer/Herbst zeigen sich an allen 3 Standorten gemeinsame Aktivitätsmaxima Ende August (um den 26.08.), Mitte September (um den 13.09.) und Ende September (um den 21.09.). Für die Hügel-Standorte bildet der Peak Ende September die meisten Vorbeiflüge pro Nacht während der gesamten Erfassungszeit.

An allen 3 Standorten hält die Aktivität bis zum Ende der Aufnahmezeit (31.10.) an (vgl. Abb. C-18).

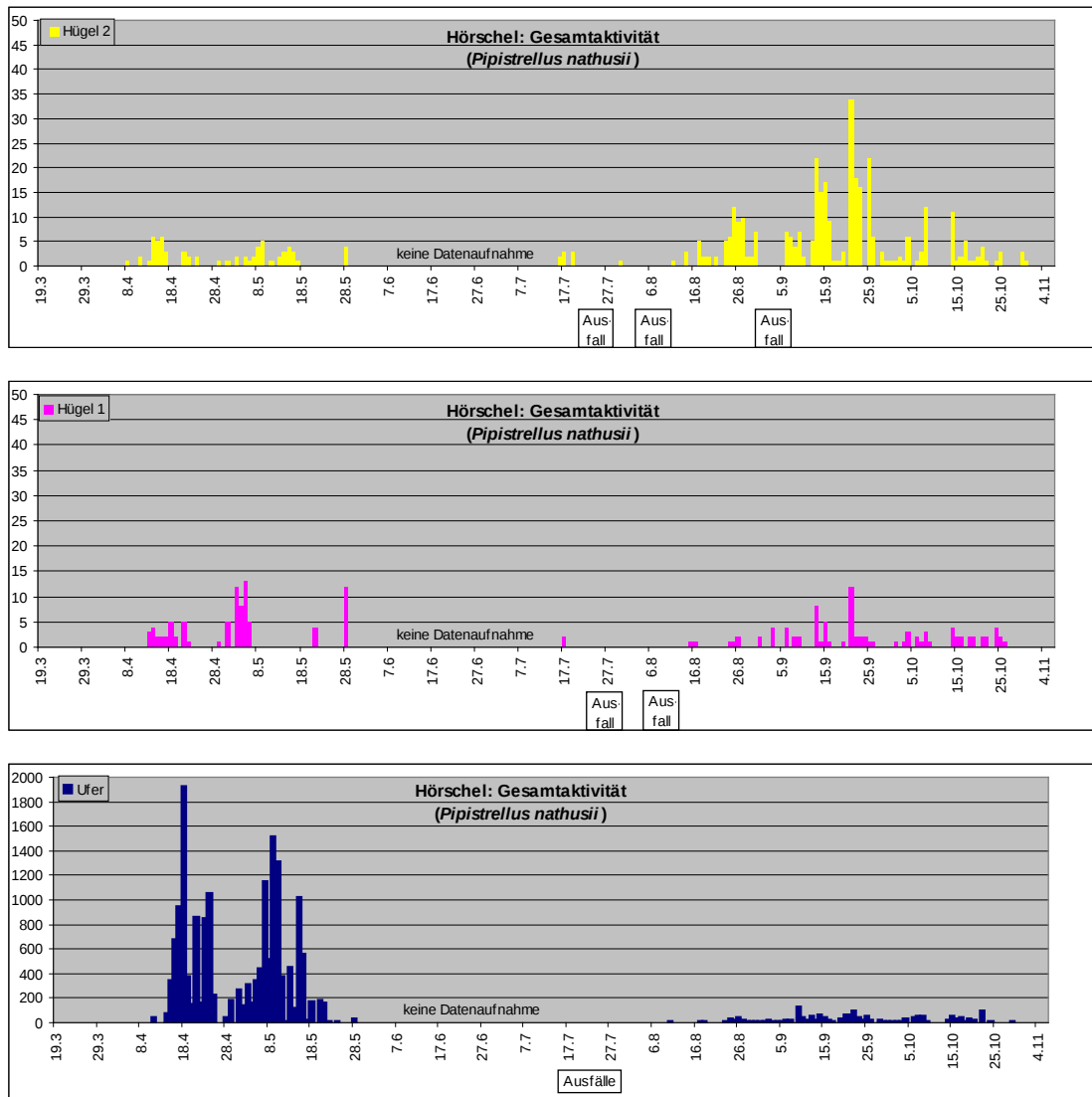


Abb. C-18: Überblick UG 4 Vorland „Hörschel“ für *Pipistrellus nathusii*.

Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Untersuchungspunkten (Einzeldiagramme). Unterschiedliche Skalierung beachten!

Nach der Analyse/Interpretation der Rufaufnahmen verbleiben für den **Großen Abendsegler** 2.631 Sequenzen/Aufnahmen, das sind 1,6% aller Sequenzen. In keinem anderen UG wurden mehr Vorbeiflüge erfasst.

Da wir Sequenzen, die im Abstand von <3 Sekunden liegen, als einen Vorbeiflug werten, verbleiben für die drei Geräte im UG „Hörschel“ insgesamt 1.494 auswertbare Vorbeiflüge (Abb. C-19).

Die ersten Großen Abendsegler wurden am 09.04. am Standort *Flussufer* registriert. Bis Ende Mai (Ende Erfassungsperiode im Frühjahr) werden Vorbeiflüge im UG 4 „Hörschel“ (Standorte *Flussufer* und *Hügel 1*) erfasst.

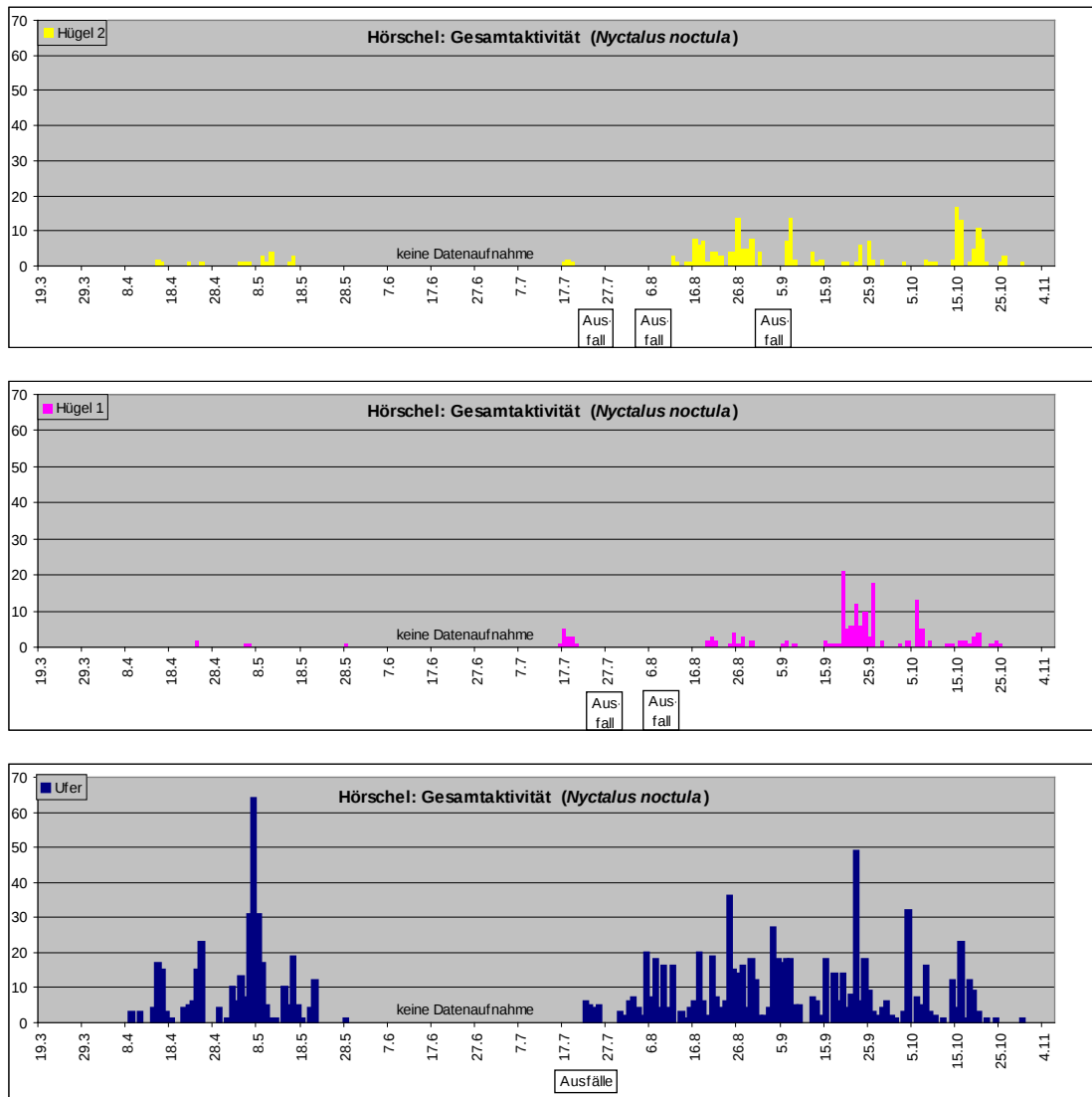


Abb. C-19: Überblick UG 4 Vorland „Hörschel“ für *Nyctalus noctula*.

Anzahl Sequenzen (≥ 3 Sekunden Abstand) je Nacht an den drei Untersuchungspunkten (Einzeldiagramme).

Am Standort *Flussufer* werden über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg die meisten Großen Abendsegler erfasst. Im Frühjahr wurden hier Anfang Mai die meisten Sequenzen registriert (65 pro Nacht).

An den Standorten *Hügel 1* und *Hügel 2* treten im Sommer/Herbst mehr Vorbeiflüge pro Nacht als im Frühjahr auf. Diesen Unterschied gibt es am Standort *Flussufer* nicht.

Bis zum Ende der Erfassungszeit (Ende Oktober) sind Große Abendsegler im UG nachweisbar (vgl. Abb. C-21).

C.1.6 Analysen

C.1.6.1 Zugverhalten von Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler

Um einen Überblick zum Zugverhalten der beiden Fledermausarten in allen Untersuchungsgebieten zu bekommen, wurde die Aktivität als mittlere Aktivität (Anzahl der Vorbeiflüge) von *Pipistrellus nathusii* und *Nyctalus noctula* dargestellt (Abb. C-20 und Abb. C-21: Gleitendes 3-Tage-Mittel, Mittelwerte der drei Untersuchungspunkte (Standorte): *Sattel*, *Hang* und *Höhe* bzw. *Flussufer* und *Hügel 1* und *Hügel 2*).

Die gelben Linien in den übereinander gestellten Diagrammen der UG 1-4 sorgen für eine bessere Übersichtlichkeit, d.h. sie kennzeichnen die Monatsgrenze. Die Skalierung wurde in 10-Tagesschritten angelegt. Synchrone Aktivitätsspitzen (oder -flauten) bzw. abtrennbare Phasen können somit besser erfasst bzw. abgetrennt werden.

Bei der **Rauhautfledermaus** lassen sich zwei Peaks im Frühjahr 2013 erkennen: 1. Peak: um den 15.4. (ab 8.4.) und 2. Peak: 5./6.5.2013. Diese Aktivitätsspitzen treten in allen 4 Untersuchungsgebieten synchron auf.

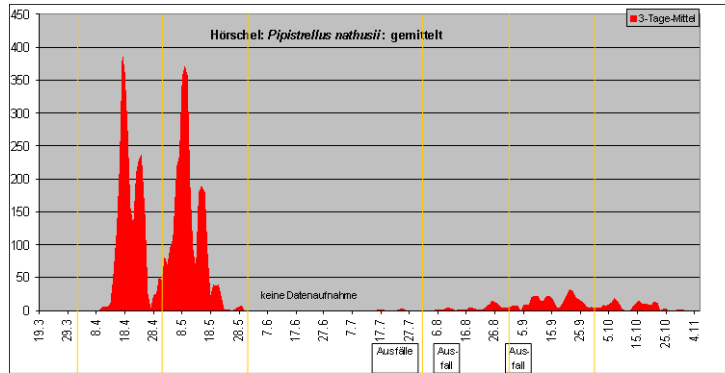
Der Abbruch des 1. Peaks wurde vermutlich durch eine erneute kurze Kälteperiode /Schlechtwetterperiode Ende April bestimmt. Am deutlichsten ist dieser 1. Peak im Vorland des Mittelgebirges bei UG 4 ausgeprägt (Abb. C-20).

Im Sommer-Herbst 2013 ist über einen längeren Zeitraum eine Reihe von Peaks zu erkennen. Diese treten meist in allen 4 Untersuchungsgebieten synchron auf, sind aber jeweils unterschiedlich stark ausgeprägt (Abb. C-20).

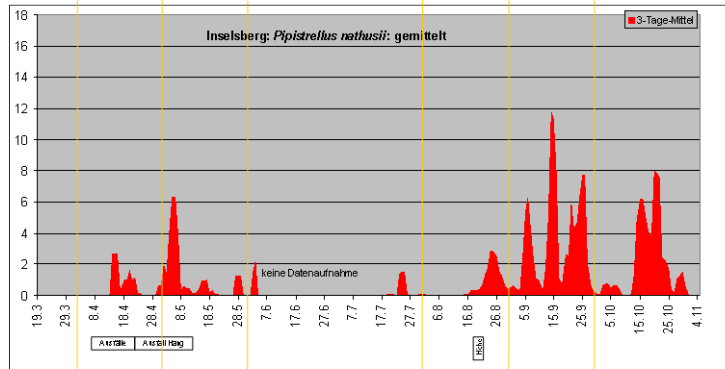
Ein erster Peak ist bereits Ende Juli in den Untersuchungsgebieten im Gebirge erkennbar. Ein zweiter Peak folgt dann Ende August um den 25.08. Im September gibt es mehrere Peaks. In den UG 2-4 sind drei deutlich sichtbar. Ein letzter in allen UG auftretender Peak liegt in der 2. Oktoberhälfte, ab dem 13.10.2013.

Bis weit in den Spätherbst / Oktober 2013 hinein konnte somit in allen UG Aktivität der Rauhautfledermaus gemessen werden.

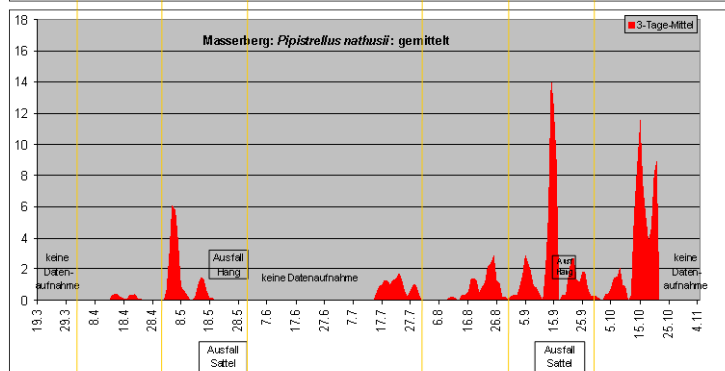
Beim **Großen Abendsegler** lässt sich im Frühjahr 2013 ähnlich wie bei der Rauhautfledermaus ein erster Peak erst um den 15.04. erkennen, der in den UG 2-4 deutlicher ausgebildet ist (Abb. C-21).



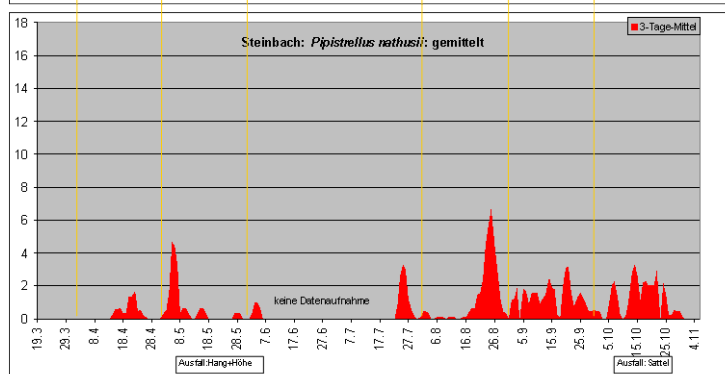
UG 4 Hörschel



UG 3 Inselsberg

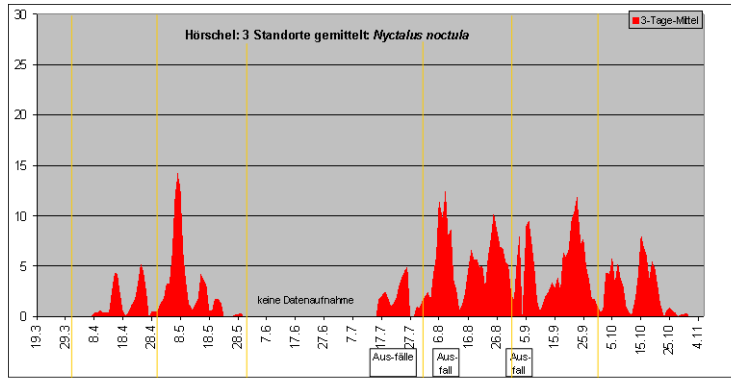


UG 2 Masserberg

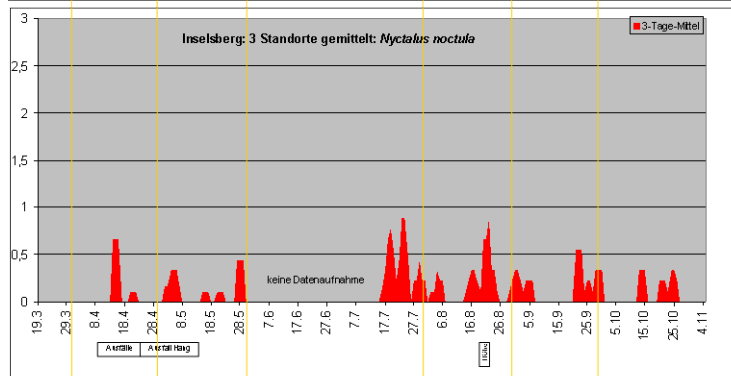


UG 1 Steinbach

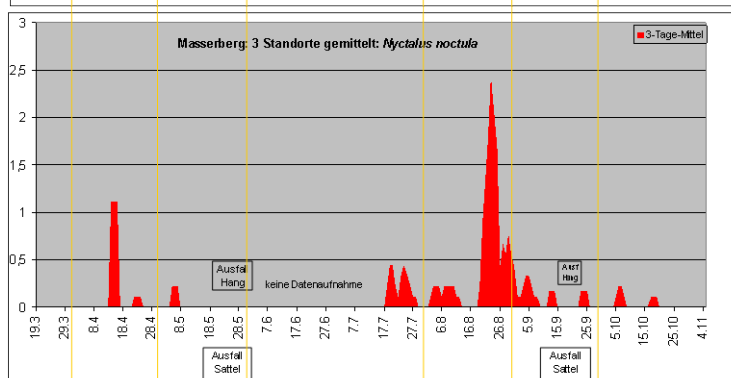
Abb. C-20: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von *Pipistrellus nathusii*. Mittelwerte der drei Untersuchungspunkte: *Sattel*, *Hang* und *Höhe*. Gleitendes 3-Tage-Mittel; beachte unterschiedliche Skalierung bei UG4 („Hörschel“)! Gelbe Linien = Monatsgrenzen.



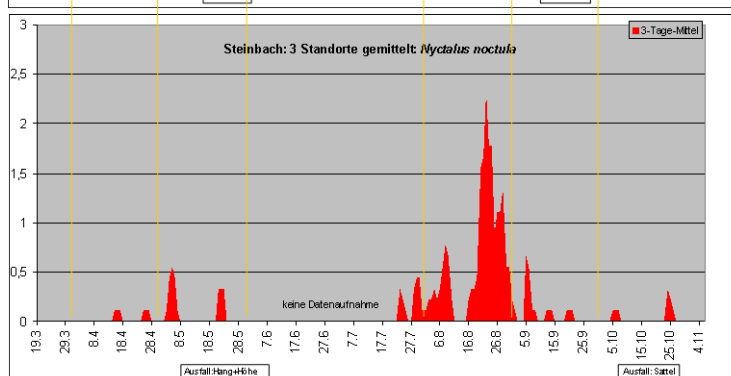
UG 4 Hörschel



UG 3 Inselsberg

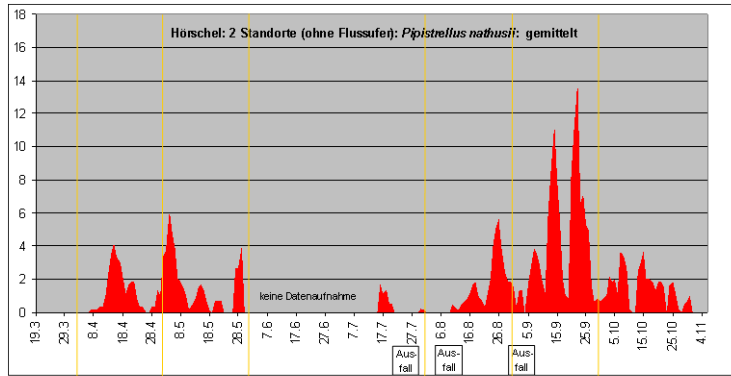


UG 2 Masserberg

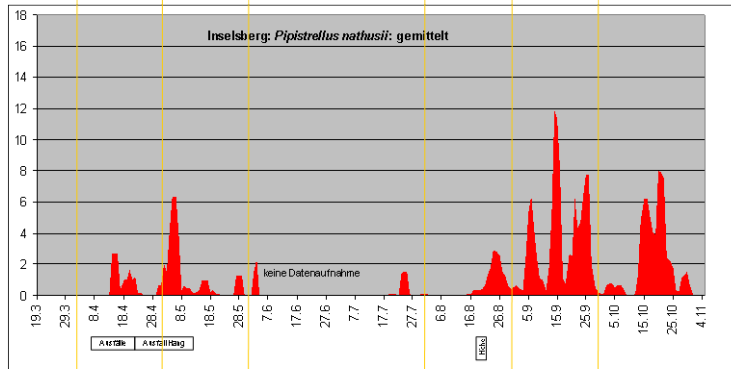


UG 1 Steinbach

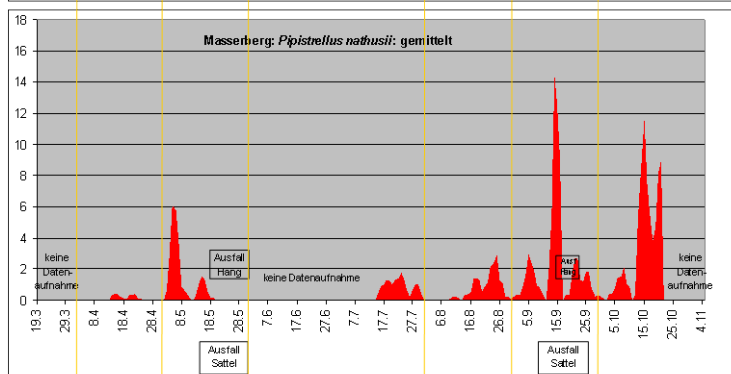
Abb. C-21: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von *Nyctalus noctula*. Mittelwerte der drei Untersuchungspunkte: *Sattel*, *Hang* und *Höhe*. Gleitendes 3-Tage-Mittel; beachte unterschiedliche Skalierung bei UG4 („Hörschel“)! Gelbe Linien = Monatsgrenzen.



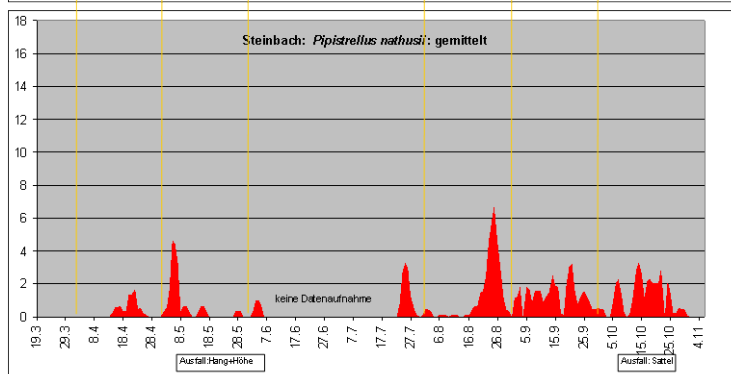
UG 4 Hörschel



UG 3 Inselberg

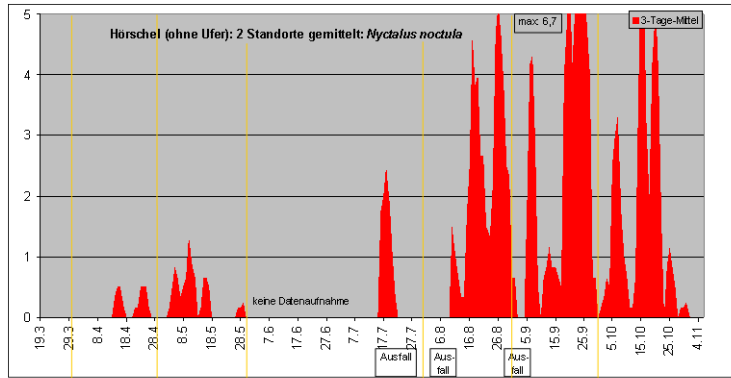


UG 2 Masserberg

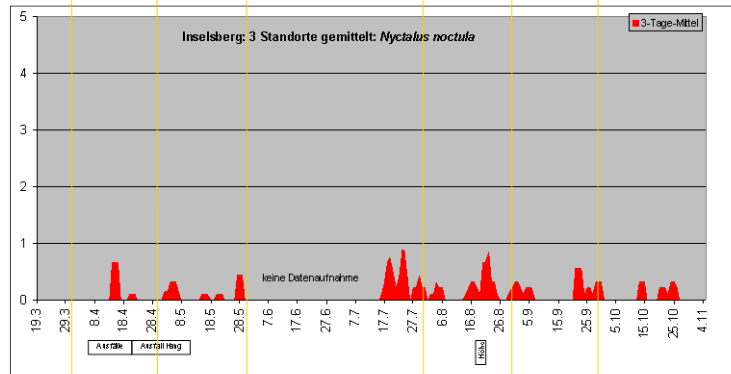


UG 1 Steinbach

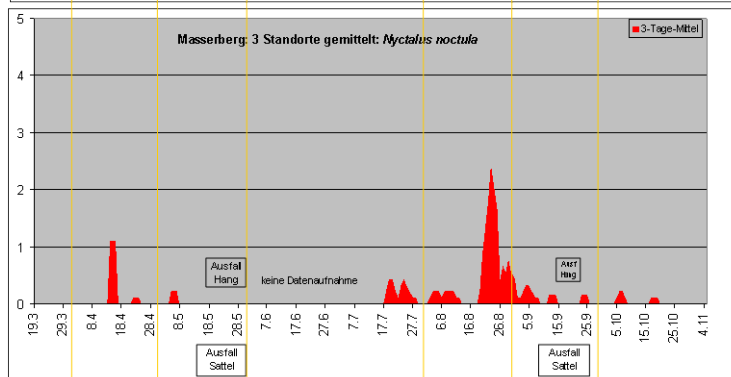
Abb. C-22: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von *Pipistrellus nathusii* ohne Standort Flussufer. Mittelwerte der drei Untersuchungspunkte: *Sattel*, *Hang* und *Höhe*. Im UG4 („Hörschel“) nur Standorte *Hügel 1* und *2* (ohne *Flussufer*). Gleitendes 3-Tage-Mittel. Gelbe Linien = Monatsgrenzen.



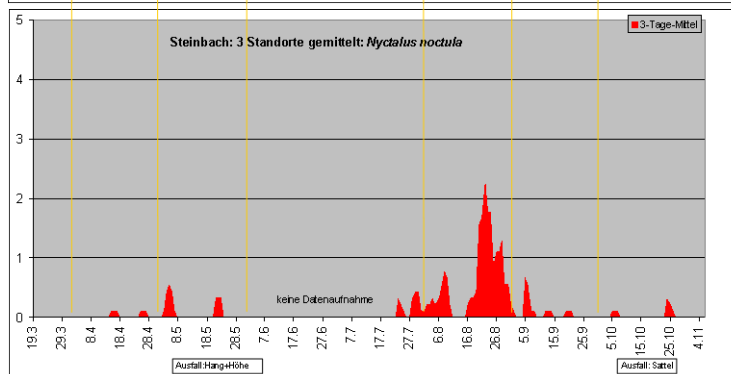
UG 4 Hörschel



UG 3 Inselfberg



UG 2 Masserberg



UG 1 Steinbach

Abb. C-23: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von *Nyctalus noctula* ohne Standort Flussufer. Mittelwerte der drei Untersuchungspunkte: *Sattel*, *Hang* und *Höhe*. Im UG4 (Hörschel) nur Standorte *Hügel 1* und *2* (ohne *Flussufer*). Gleitendes 3-Tage-Mittel. Gelbe Linien = Monatsgrenzen.

Ein zweiter Peak ist in allen UG um den 05.-07.05. erkennbar. Besonders deutlich ist er im UG4, d.h. im Vorland des Mittelgebirges, ausgeprägt.

Mitte/Ende August 2013 ist bei den Großen Abendseglern in den beiden zentral und östlich gelegenen UG im Mittelgebirge (UG 1 Steinbach und UG 2 Masserberg) ein deutlicher Peak erkennbar, weniger deutlich bei UG 3 (Inselsberg) und im Vorland (UG 4) ist er einer von mehreren Peaks.

Da sich der Standort *Flussufer* durch die gemessene extrem hohe Fledermausaktivität deutlich von allen anderen Standorten unterscheidet, dominiert er die Ergebnisse für das UG 4 „Hörschel“. Insofern ist es nicht zulässig, aus den Ergebnissen der Standorte *Flussufer*, *Hügel 1* und *Hügel 2* Mittelwerte zu bilden. Im Folgenden werden daher die Abbildungen zur mittleren Aktivität ohne den Sonderstandort Flussufer im UG4 dargestellt. Die Standorte *Hügel 1* und *Hügel 2* repräsentieren möglicherweise das UG4 besser. Auf diese Weise wird der Vergleich zwischen den verschiedenen Untersuchungsgebieten erleichtert, da nun alle Diagramme gleich skaliert sind. (Abb. C-22 und C-23).

C.1.6.2 Überprüfung der Erwartungen für Rauhautfledermaus und Großen Abendsegler

Die Hauptaktivitäten für den geographisch zentral gelegenen Untersuchungsraum „Thüringisch-Fränkisches Mittelgebirge“, welcher sich in der so genannten **Zone 3** befindet (s.a. Abb. B-1, Kap. B), wurden aufgrund der Auswertungen zur Phänologie wandernder Fledermausarten (Kap. B) in folgenden Dekaden erwartet (Abb. C-12 und C-17, jeweils individuenbezogene Darstellung; Tab. C-4):

Tab. C-4: Erwartete Hauptaktivität der vier Beobachtungsarten am Thüringer Wald (Zone 3) in den Zugperioden (angegeben sind Dekaden).

	Erwartung Modul 1 Frühjahr	Ergebnis Frühjahr 2013	Erwartung Modul 1 Sommer-Herbst	Ergebnis Sommer-Herbst 2013
Rauhautfledermaus	(12)-13	11 und 13	(21), 24-27	21, 24, 29
Großer Abendsegler	12-14	11 und 13	25-27	23-24

Im Frühjahr 2013 setzte demnach bei beiden betrachteten Arten die erste „Zugspitze“ etwas früher ein als erwartet (bereits in der 11. Dekade), ansonsten werden bei beiden Fledermausarten die Erwartungswerte (Zugspitzen in Dekaden) erfüllt bzw. endeten sie beim Großen Abendsegler etwas früher als erwartet.

Eigentlich würde man das Jahr 2013 durch die lange Kälteperiode, die den ganzen März anhielt und bis in den April hinein andauerte, als ein spätes Jahr einschätzen dürfen. Daher verwundert der frühe erste Peak im Vergleich zum vorgegebenen Erwartungswert aus Modul 1 des Projektes.

Interessanterweise setzte aber sofort die Fledermausaktivität ein, als es ab dem 8.4.2013 (10. Dekade) – wenn auch nur vorübergehend – wärmer wurde (ebenso Auflösung des Zugstaus bei den Vögeln, vgl. STÜBING & KÖNIG 2013). Ob es sich bei der registrierten Aktivität

um ein Erwärchen ortsansässiger Tiere oder quasi festsitzender Durchzügler handelt, ist nicht zu klären.

Im Sommer-Herbst 2013 fällt die von uns gemessene Zugspitze bei der Rauhautfledermaus mit dem Erwartungswert zusammen und zeigt darüber hinaus noch eine späte Spitze im Oktober (29. Dekade, um den 15.10.). Beim Großen Abendsegler liegt der Peak etwas früher als erwartet.

C.1.6.3 Präferenz-Vergleich der Untersuchungsgebiete im Mittelgebirge

Um die drei im Mittelgebirge gelegenen Untersuchungsgebiete miteinander vergleichen zu können bzw. um zu testen, ob es darunter eindeutig präferierte Durchzugsgebiete im Bereich des Mittelgebirges gibt, wurden Präferenzen berechnet und in drei übereinandergestellten Präferenzdiagrammen sowie als Boxplot für die Rauhautfledermaus und den Großen Abendsegler dargestellt (Abb. C-24 bis C-27).

Rauhautfledermaus

Die Darstellungen zeigen, dass die gemessene Aktivität an den drei Untersuchungsgebieten sehr vergleichbar ist. Auch wenn es in kurzen Phasen (von wenigen Nächten) zu einer Bevorzugung/Präferenz oder Meidung/Abstinenz eines einzelnen UG kommt, sind in der Gesamtbetrachtung keine wesentlichen Unterschiede erkennbar (Abb. C-24 und C-25).

Lediglich im Frühjahr wurde das westlich gelegene UG 3 Inselsberg, welches großräumig betrachtet am NW-Rand des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges liegt, von den Rauhautfledermäusen etwas (stärker) präferiert (Abb. C-25). Im Herbst ist ein solcher Unterschied nicht erkennbar.

Lediglich im Frühjahr wurde das westlich gelegene UG 3 Inselsberg, welches großräumig betrachtet am NW-Rand des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges liegt, vom Großen Abendsegler etwas (stärker) präferiert (Abb. C-26). Aufgrund der geringen Anzahl von auswertbaren Nächten (geringe Stichprobe) bleibt dieses Ergebnis unsicher. Dieser Unterschied ist im Herbst (mit größerer Stichprobe) nicht erkennbar.

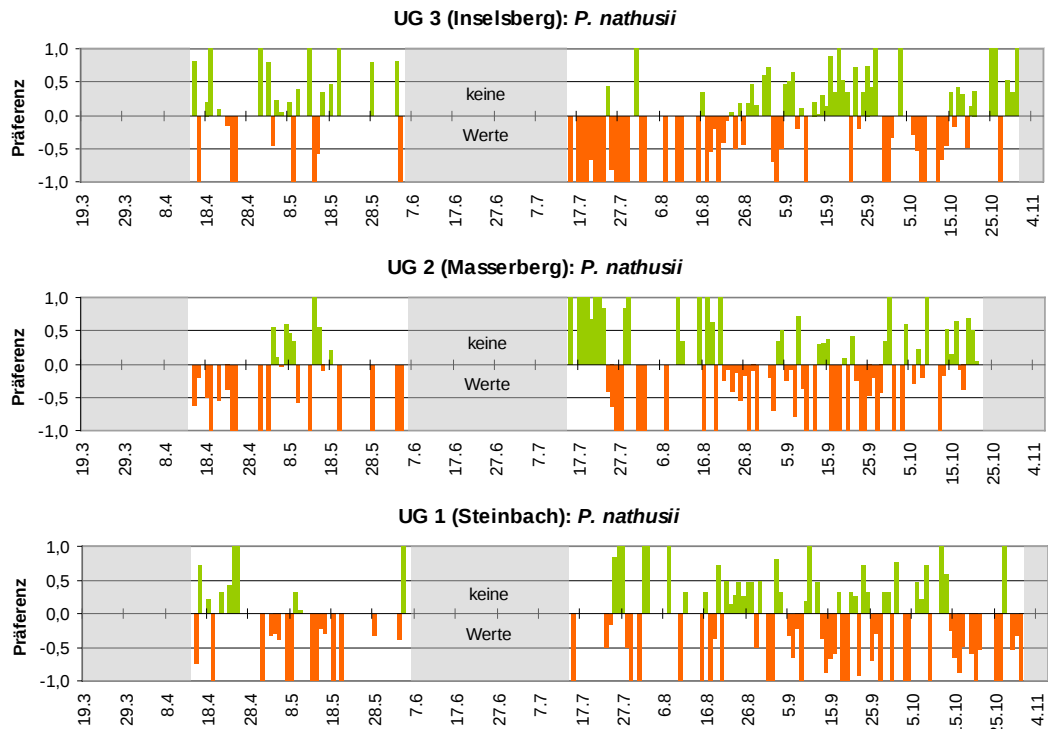


Abb. C-24: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Pipistrellus nathusii*.

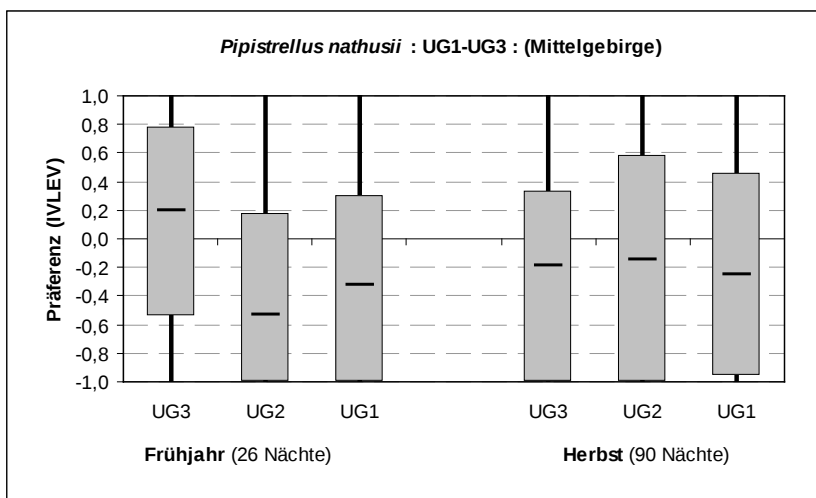


Abb. C-25: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Pipistrellus nathusii*.

Großer Abendsegler

Die Darstellungen zeigen, dass auch bei *Nyctalus noctula* die gemessene Aktivität an den drei Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge sehr ausgeglichen ist. Auch wenn es in kurzen Phasen (von wenigen Nächten) zu einer Bevorzugung/Präferenz oder Meidung/Abstinenz eines einzelnen UG kommt, sind in der Gesamtbetrachtung keine wesentlichen Unterschiede erkennbar (Abb. C-26 und C-27).

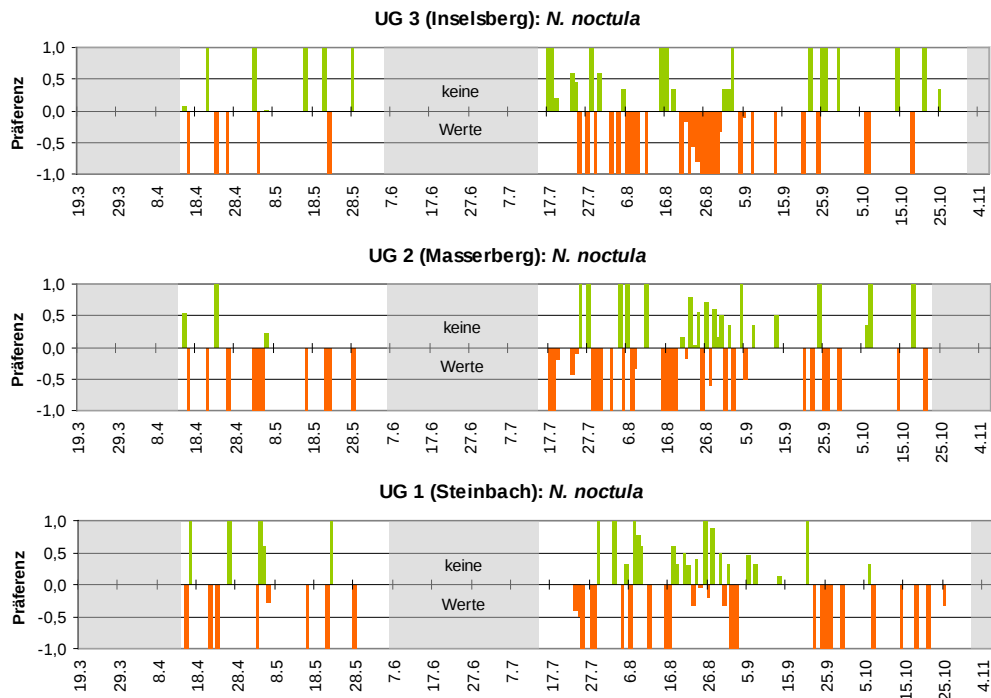


Abb. C-26: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Nyctalus noctula*.

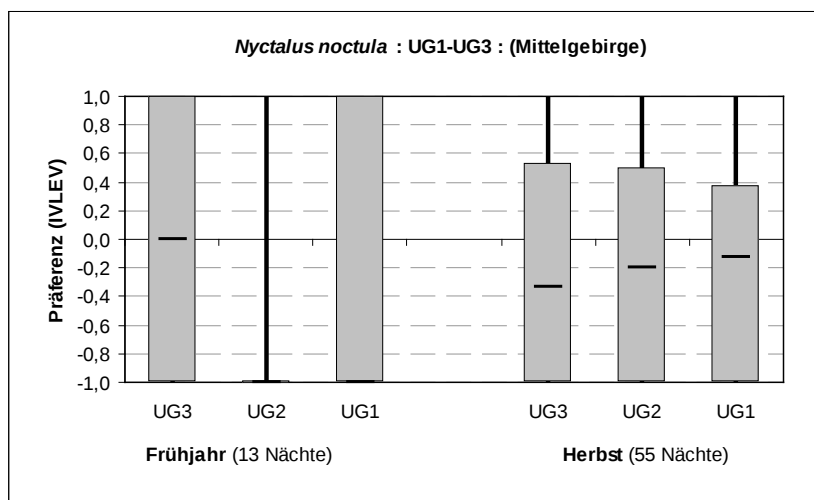


Abb. C-27: Vergleich der Präferenzen der UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Nyctalus noctula*.

C.1.6.4 Präferenz-Vergleich der Untersuchungsgebiete im Mittelgebirge mit dem Vorland

In einem zweiten Schritt wurde analysiert, inwieweit sich die gemessene Aktivität der drei im Mittelgebirge gelegenen Untersuchungsgebiete von der Aktivität im Vorland unterscheidet. Um zu prüfen, ob es darunter eindeutig präferierte Durchzugsgebiete gibt, wurden auch hier die Präferenzen berechnet und in Boxplots sowie in übereinandergestellten Präferenzdiagrammen dargestellt (Abb. C-28 bis C-33).

Rauhautfledermaus

Anhand des Indexes wird für die Rauhautfledermaus sowohl im Frühjahr als auch im Herbst am UG 4 Vorland, eine deutliche Präferenz sichtbar (Abb. C-28). Dieser Befund wird auch ohne Index schon aus den bereits oben gezeigten Abbildungen deutlich (z.B. Einzeldiagramme Abb. C-18 oder Mittelwerte Abb. C-20).

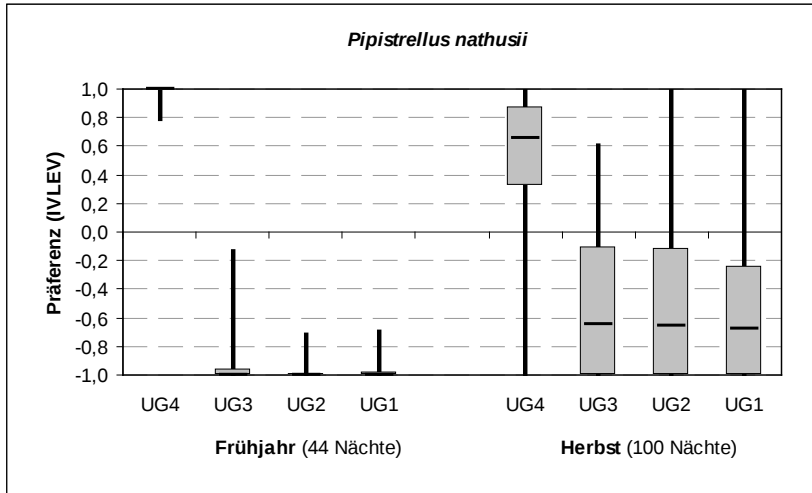


Abb. C-28: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland (einschließlich Standort Flusssufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Pipistrellus nathusii*.

Im UG 4 wurde am Standort *Flusssufer* eine überdurchschnittliche Aktivität erfasst, die nicht mit den beiden anderen Standorten des UG vergleichbar ist (s.o.). Deshalb wurde dieser Standort bei der Analyse nun in einem weiteren Schritt ausgeschlossen. Es steht zur Diskussion, dass dieser Standort z.B. als mögliches optimales Nahrungsgebiet bei der Präferenzanalyse zu einem verfälschten/verschobenen Bild führen könnte.

Dadurch zeigt sich nun ein ausgeglicheneres Bild, in dem das Untersuchungsgebiet im Vorland nicht mehr so stark hervorsticht (vgl. Abb. C-29 und Abb. C-30). Insbesondere im Herbst ist nun nur noch eine gering höhere Aktivität des Vorlandes (UG4) im Vergleich zum Mittelgebirge (UG1-3) messbar.

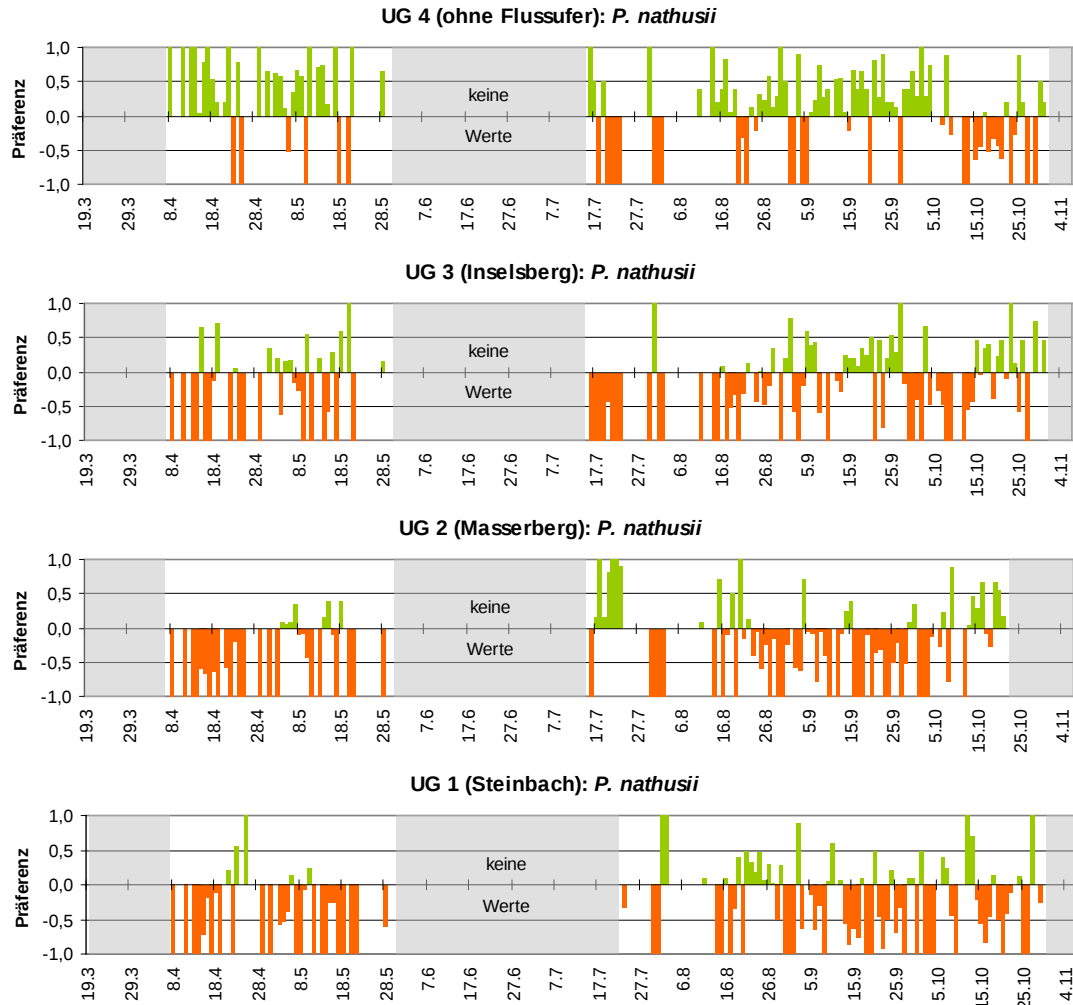


Abb. C-29: Vergleich der Präferenzen des UG 4 im Vorland des Mittelgebirges (ohne Standort Flussufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Pipistrellus nathusii*.

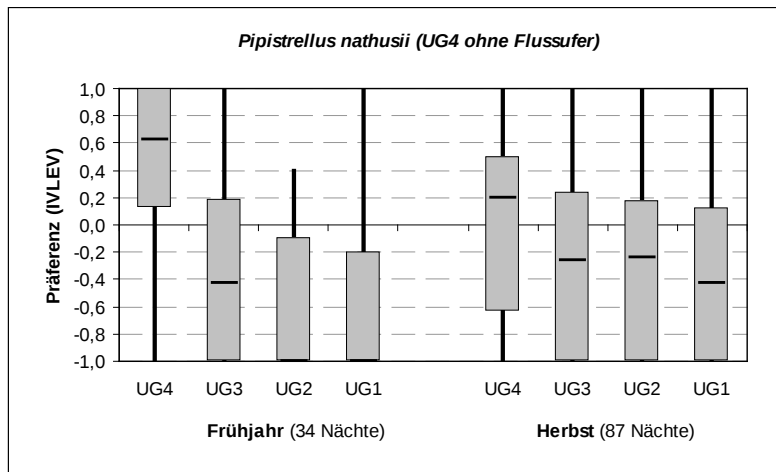


Abb. C-30: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland des Mittelgebirges (ohne Standort Flussufer) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Pipistrellus nathusii*.

Großer Abendsegler

Anhand des Indexes wird für den Großen Abendsegler sowohl im Frühjahr als auch im Herbst im UG 4 Vorland eine deutliche Präferenz sichtbar (Abb. C-31). Dieser Befund wird auch ohne Index schon aus den bereits oben gezeigten Abbildungen deutlich (z.B. Einzeldiagramme Abb. C-19 oder Mittelwerte Abb. C-21).

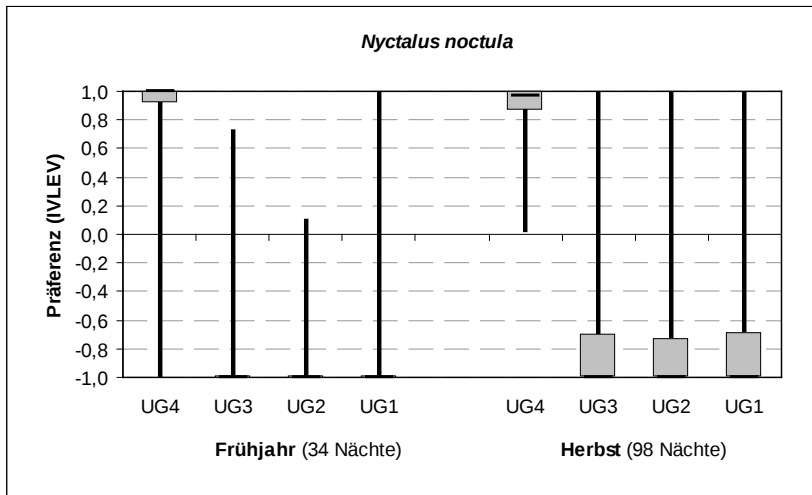


Abb. C-31: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland (einschließlich Standort *Flussufer*) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Nyctalus noctula*.

Schließt man auch beim Großen Abendsegler den Standort *Flussufer* im UG4 bei den weiteren Analysen aus, zeigt sich auch bei dieser Art ein etwas ausgeglicheneres Bild (Abb. C-32 und C-33). Im Gegensatz zur Rauhauffledermaus sind die Unterschiede zwischen Vorland und Mittelgebirge jedoch immer noch sehr deutlich. Insbesondere im Herbst unterscheiden sich die beiden Arten diesbezüglich: Der Große Abendsegler zeigt im Vorland noch immer eine deutliche Präferenz im Vergleich zu den drei Mittelgebirgsstandorten bis weit in den Oktober hinein. Untermauert wird dieses Ergebnis von der Darstellung der Werte als Boxplot (Abb. C-33).

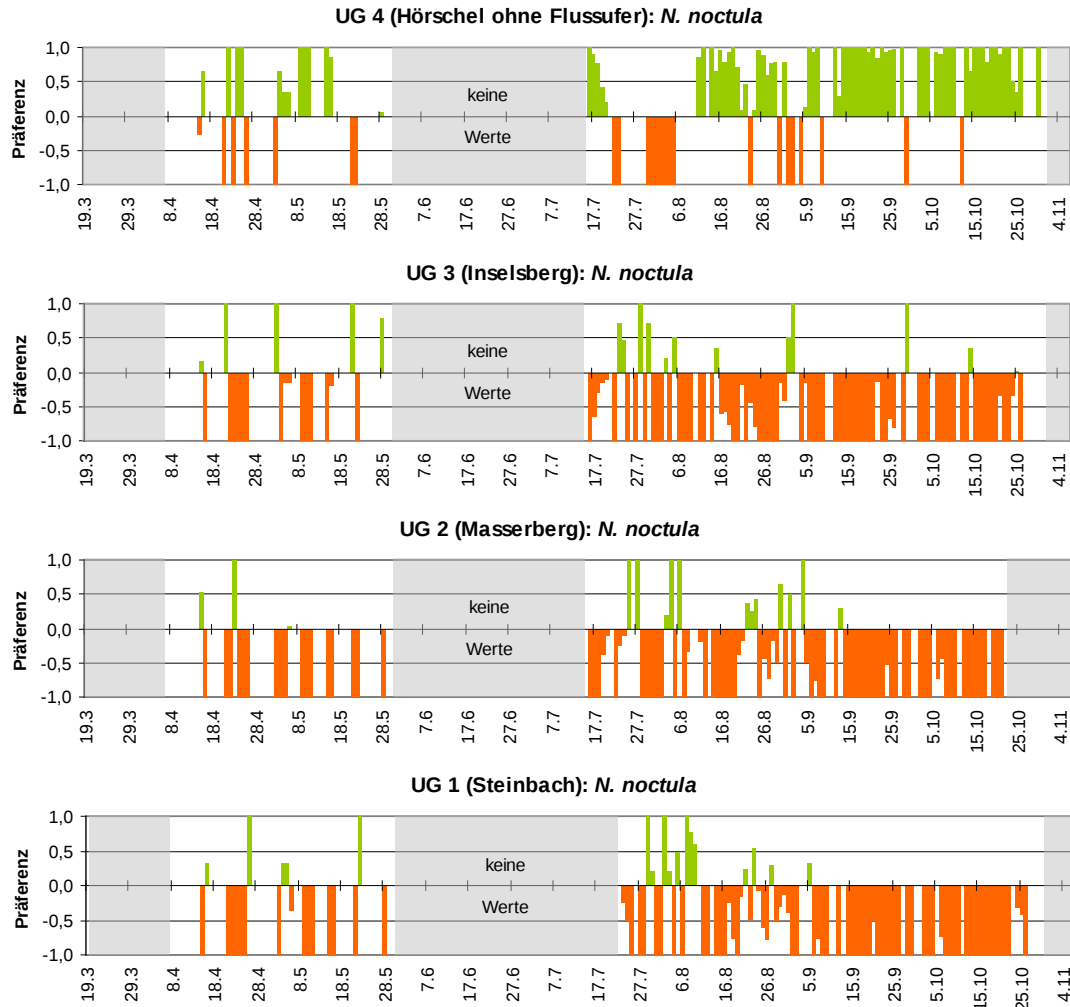


Abb. C-32: Vergleich der Präferenzen des UG 4 im Vorland (ohne Standort *Flussufer*) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Nyctalus noctula*.

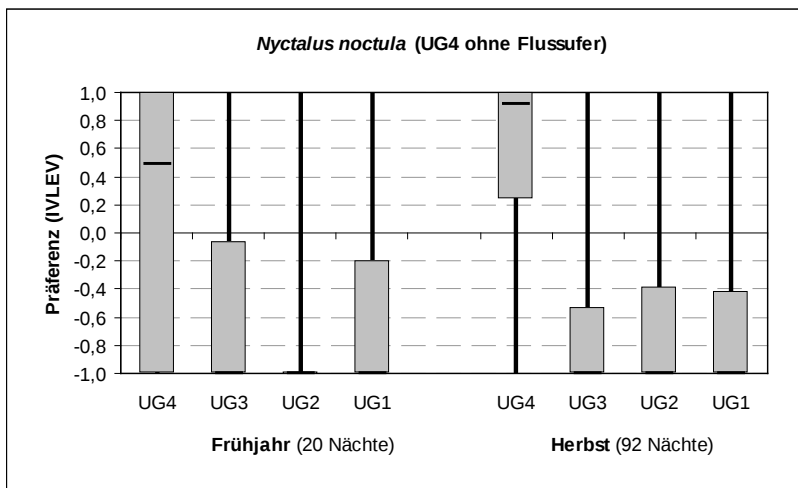


Abb. C-33: Vergleich der Präferenzen des UG 4 Vorland des Mittelgebirges (ohne Standort *Flussufer*) mit den UG 1-3 im Mittelgebirge bei *Nyctalus noctula*.

C.1.6.5 Nächtlicher Verlauf der Aktivität

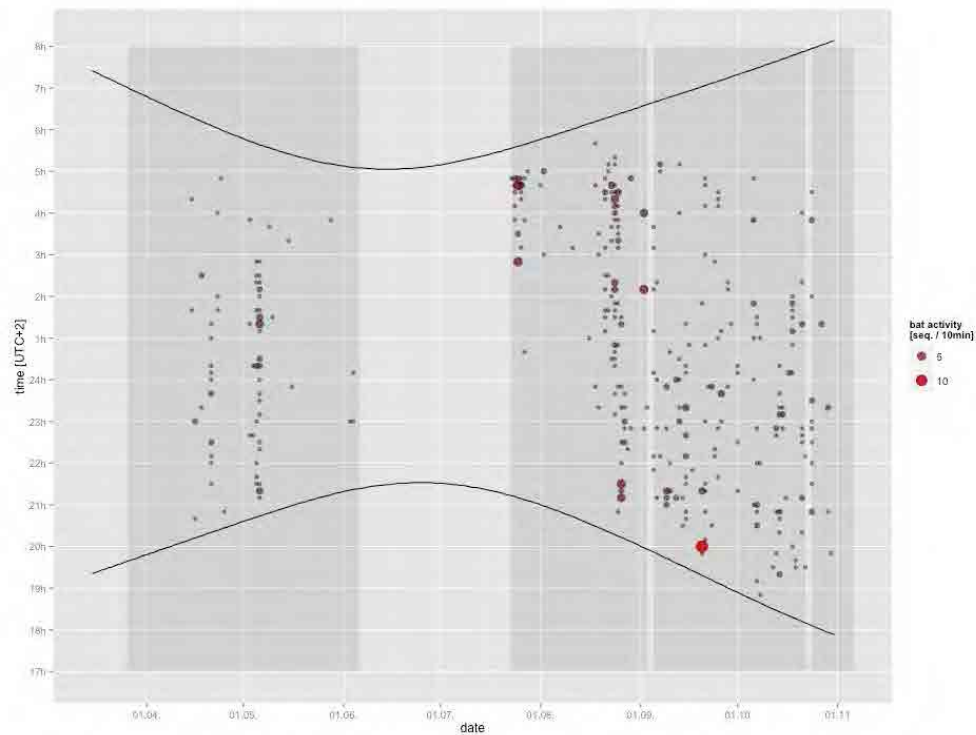
Die Verteilung der gemessenen Fledermausaktivitäten über die Nachtstunden kann Hinweise geben, welches Verhalten am jeweiligen Standort vorherrscht (Quartiergebiet, Nahrungssuche oder Zugverhalten). Diese Analyse soll die Interpretation der oben stehenden Ergebnisse ergänzen und erleichtern, die jeweils die Aktivitäten von ganzen Nächten (Summe) vergleichen.

Rauhautfledermaus

Die Aktivitätsmuster der UG1-3 im Mittelgebirge und dem UG4 Vorland Standort *Hügel 1 + 2* zeigen keine Unterschiede (Abb. C-34 und C-35). Sowohl im Frühjahr als auch im Sommer/Herbst wurden die Rauhautfledermäuse über die ganze Nacht verteilt registriert. Deutliche oder einzelne Aktivitätspeaks während der Nacht sind nicht erkennbar. Es fällt eher auf, dass eine erhöhte wechselnde Aktivität erst im Verlauf der Nacht – meist in der ersten Nachthälfte – einsetzt. Konzentrationen zu Beginn oder am Ende der Nacht sind fast nicht feststellbar. Besonders auffällig sind einzelne (Zug-)Nächte mit erhöhter Aktivität, so z.B. am 5./6. Mai oder am 24./25. August, was auf punktuelle Konzentrationen der Rauhautfledermaus sowohl im Frühjahr als auch Ende August schließen lässt.

Der separat analysierte Sonderstandort *Flussufer* im UG4 Vorland unterscheidet sich davon (Abb. C-34 bis C-36). Wie bereits beschrieben, herrschte hier eine deutlich erhöhte Aktivität im Vergleich zu allen anderen Standorten. In beiden Untersuchungsperioden ist am Anfang der Nacht (etwa 1 Stunde nach SU) die Aktivität am höchsten. In der Mitte der Nacht ergibt sich ein erneuter Peak. Danach nimmt die Anzahl erfasster Fledermauskontakte kontinuierlich ab. Auch im Sommer-Herbst ist die Aktivität hoch, jedoch ist diese zahlenmäßig nicht mit der im Frühjahr vergleichbar. Aber auch hier wurden über die Nacht hindurch Vorbeiflüge registriert, vor allem in den schon identifizierten Zugnächten. Ab Mitte August ist vor allem die Zeit 1 bis 2 Stunden nach Sonnenuntergang in vielen Nächten von hoher Aktivität gekennzeichnet, im Oktober verschiebt sich diese noch weiter in die erste Nachthälfte und findet erst 2 bis 3 Stunden nach Sonnenuntergang statt.

UG 1
Steinbach



UG 2
Masser-
berg

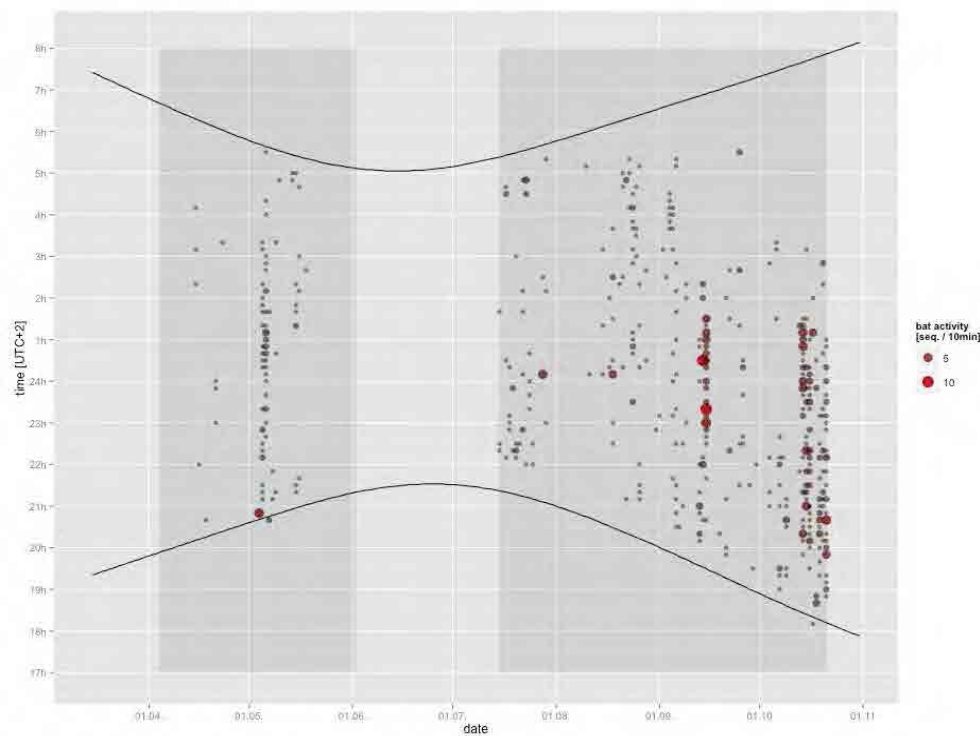
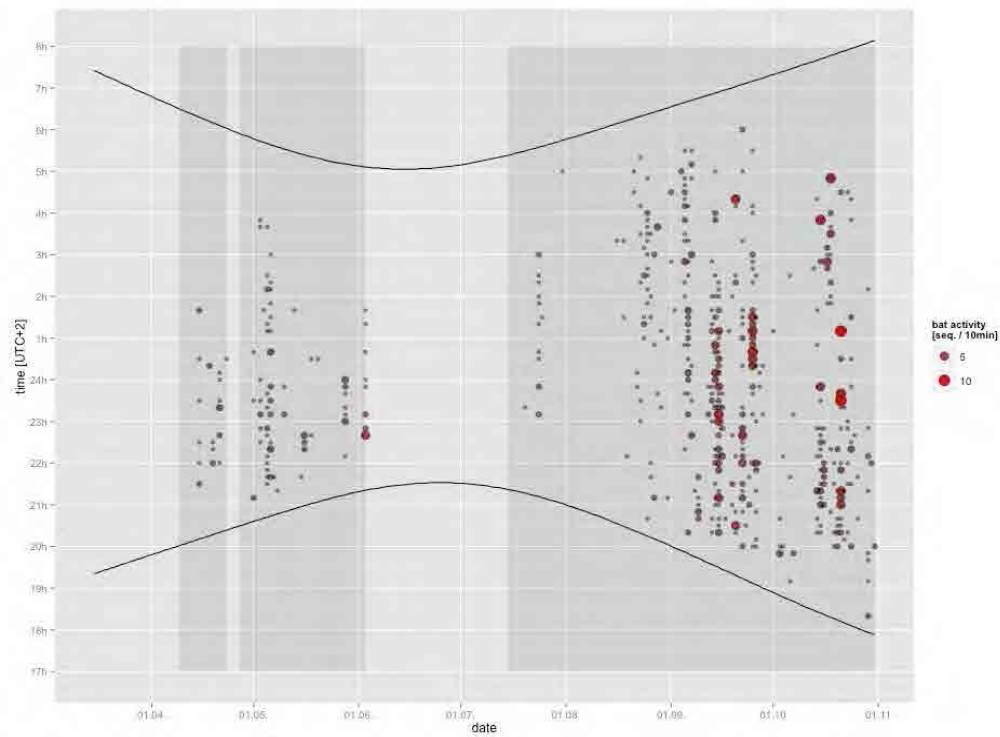


Abb. C-34: Darstellung nächtliche Aktivität *P. nathusii* – Details s. S. 127.

UG 3
Inselsberg



UG 4
Hörschel,
Hügel 1 u.
2

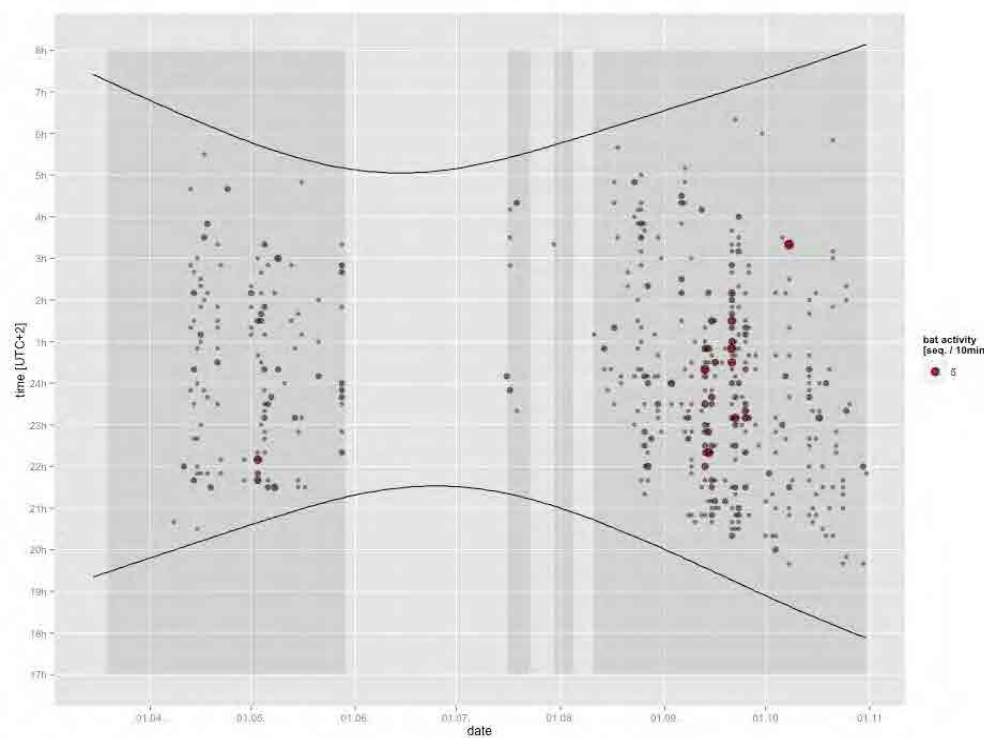


Abb. C-34: Darstellung nächtliche Aktivität *P. nathusii* – Details s. S. 127.

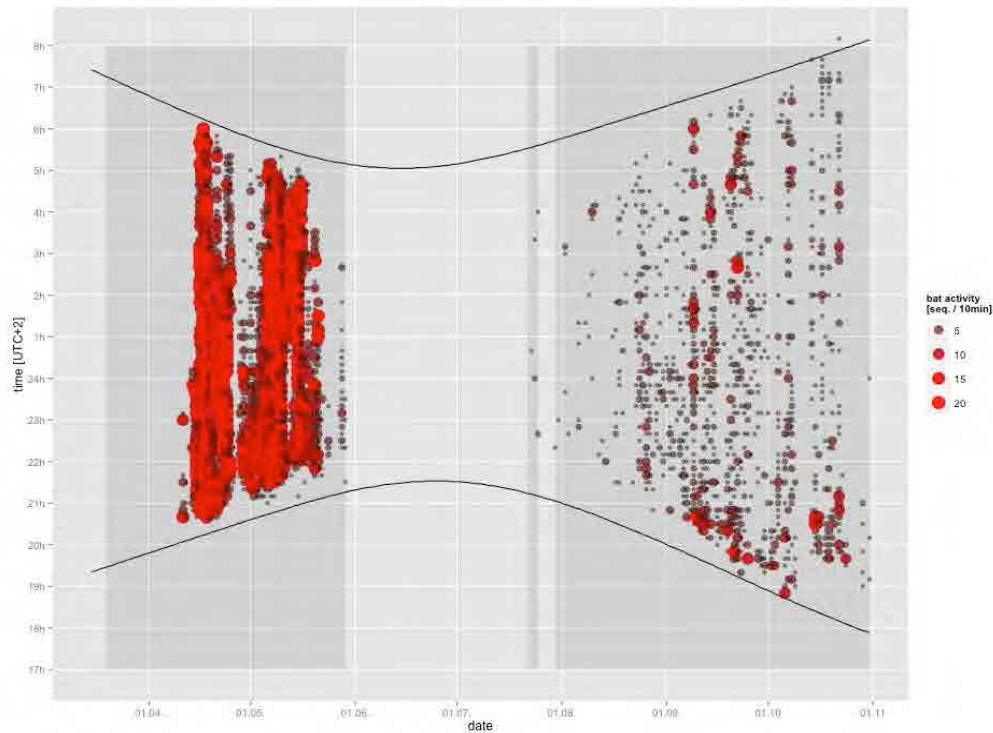


Abb. C-34: (fünf Grafiken): Darstellung der nächtlichen Aktivität von *P. nathusii* im Zeitverlauf der Nacht über die Saison 2013.

Dargestellt sind Anzahl Sequenzen pro 10 min.; die schwarzen Linien kennzeichnen die Sonnenuntergangs- bzw. -aufgangszeiten. Die Aufnahmenächte der Permanentstationen sind dunkelgrau hinterlegt. Die Punktgrößen wurden logarithmisch transformiert, Aktivitäten ≥ 20 pro 10 min. werden in gleicher Punktgröße dargestellt, die grauen, kleinen Punkte stellen Aktivitäten ≤ 5 Sequenzen pro 10 min. dar.

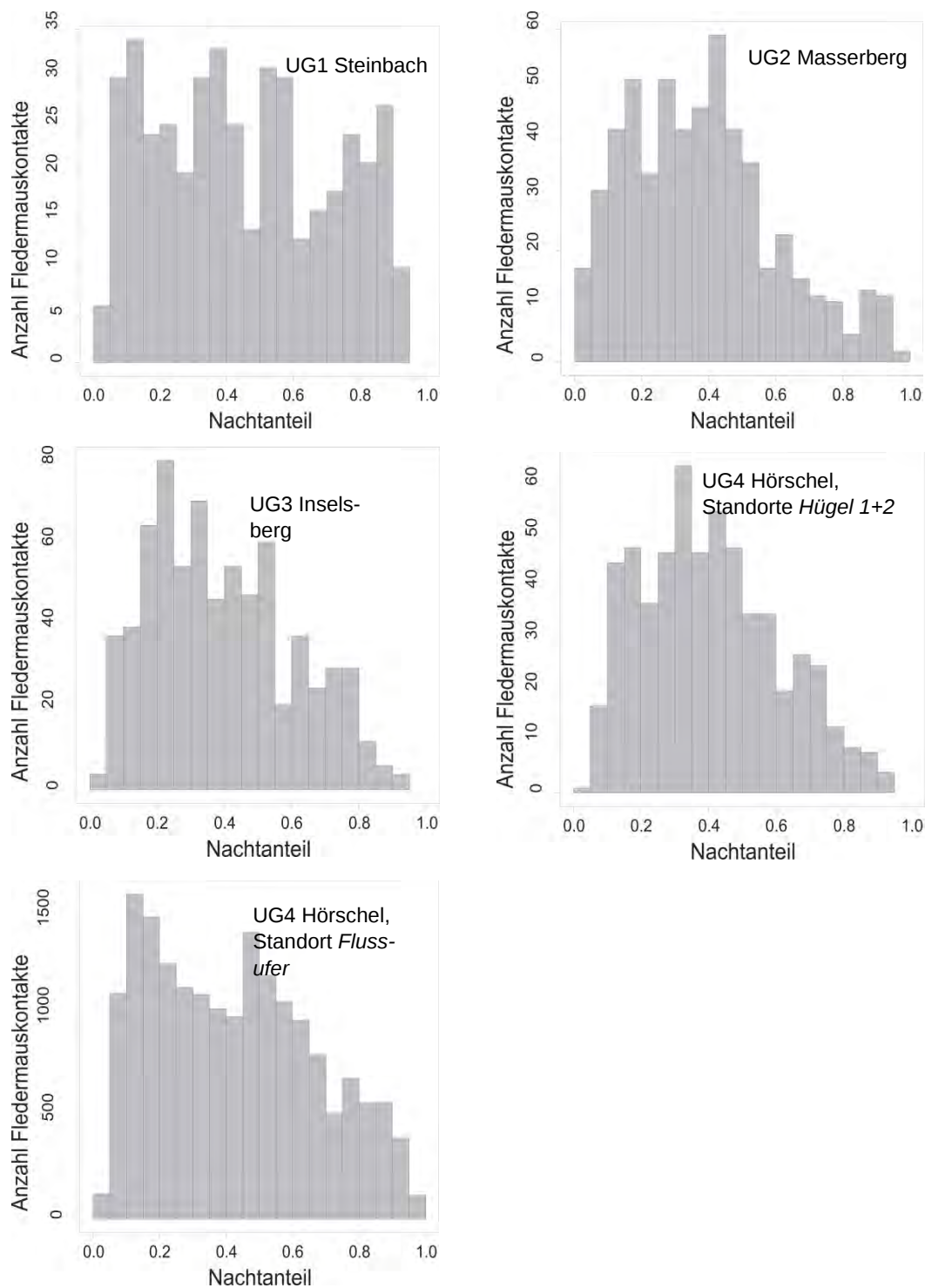


Abb. C-35: Verteilung der Aktivität von *Pipistrellus nathusii* über Nachtanteile.
Klassen in 5%-Schritten; beachte unterschiedliche Skalierungen der y-Achsen! 0,0 = Sonnenuntergang, 1,0 = Sonnenaufgang.

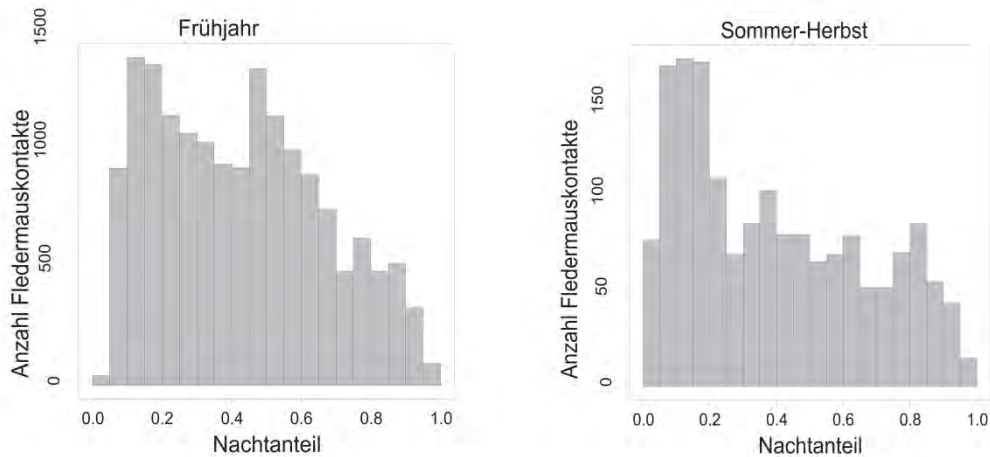


Abb. C-36: Verteilung der Aktivität von *Pipistrellus nathusii* über Nachtanteile im UG4 Hörschel, Standort „Flussufer“, in den Untersuchungsperioden Frühjahr bzw. Sommer-Herbst. Klassen in 5%-Schritten; beachte unterschiedliche Skalierungen der y-Achsen! 0,0 = Sonnenuntergang, 1,0 = Sonnenaufgang.

Großer Abendsegler

Die nächtlichen Aktivitätsmuster des Großen Abendseglers (Abb. C-37 und C-38) unterscheiden sich von denen der Rauhautfledermaus (Abb. C-34 bis C-36).

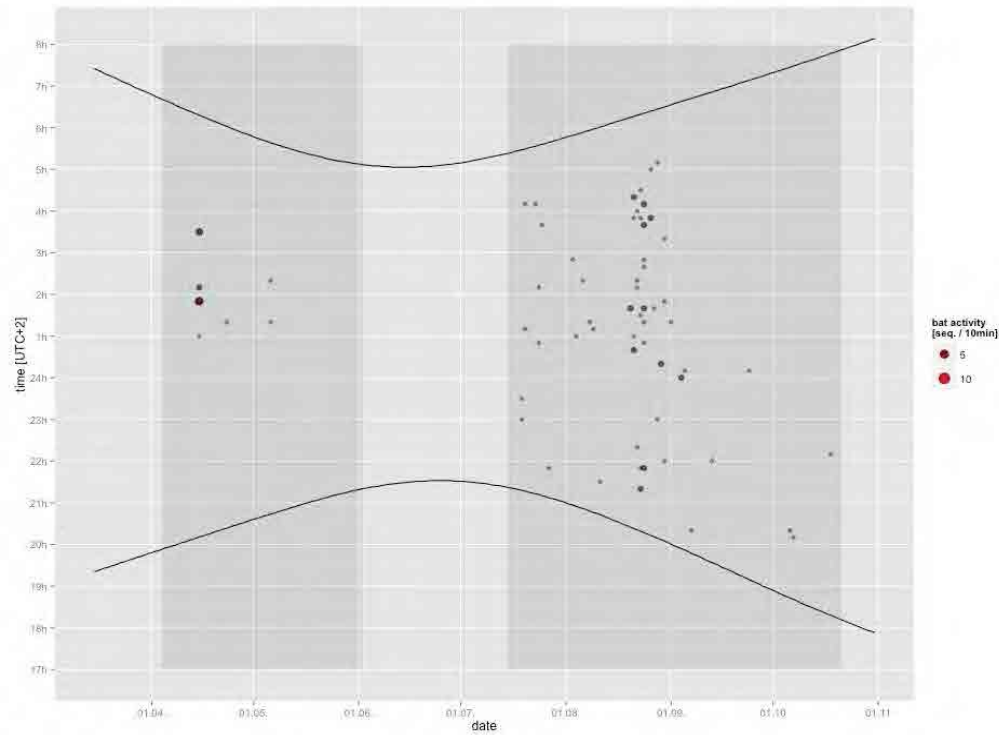
Die Aktivitäten in den drei Untersuchungsgebieten (UG1-3) im Mittelgebirge ähneln sich sehr. Die insgesamt geringe Aktivität verteilt sich über die Nacht, ohne dass Peaks erkennbar wären. Sie beginnt meist erst deutlich nach Sonnenuntergang und endet bereits deutlich vor Sonnenaufgang. Dieses Aktivitätsmuster könnte vorrangig von einzelnen durchziehenden Tieren erzeugt worden sein.

Im Gegensatz dazu unterscheiden sich die Aktivitätsmuster im UG4 Vorland deutlich von den UG im Mittelgebirge.

Während die Standorte *Hügel 1 + 2* im Frühjahr noch sehr denen im Mittelgebirge ähneln, erkennt man im Herbst einen deutlichen Aktivitätspeak bereits kurz nach Sonnenuntergang, d.h. unmittelbar zu Beginn der nächtlichen Flugaktivität. Auch am Ende der Nacht kurz vor Sonnenaufgang zeigt sich in einigen Nächten eine erhöhte Aktivität. In wenigen Untersuchungsnächten setzt die Aktivität sogar schon vor Sonnenuntergang ein und hält bis nach Sonnenaufgang an.

Diese zweigipflige Aktivität ist ebenfalls am Sonderstandort *Flussufer* im UG4 Vorland deutlich erkennbar. Doch hier besteht diese auch schon im Frühjahr, die Aktivität beginnt bereits kurz nach Sonnenuntergang und dauert bis kurz vor Sonnenaufgang an. Demgegenüber tauchen die ersten Abendsegler an allen anderen Standorten im Frühjahr bei insgesamt geringer Aktivität erst später nach Sonnenuntergang auf und deutlich vor Sonnenaufgang werden die letzten Vorbeiflüge erfasst.

UG 1
Steinbach



UG 2
Masser-
berg

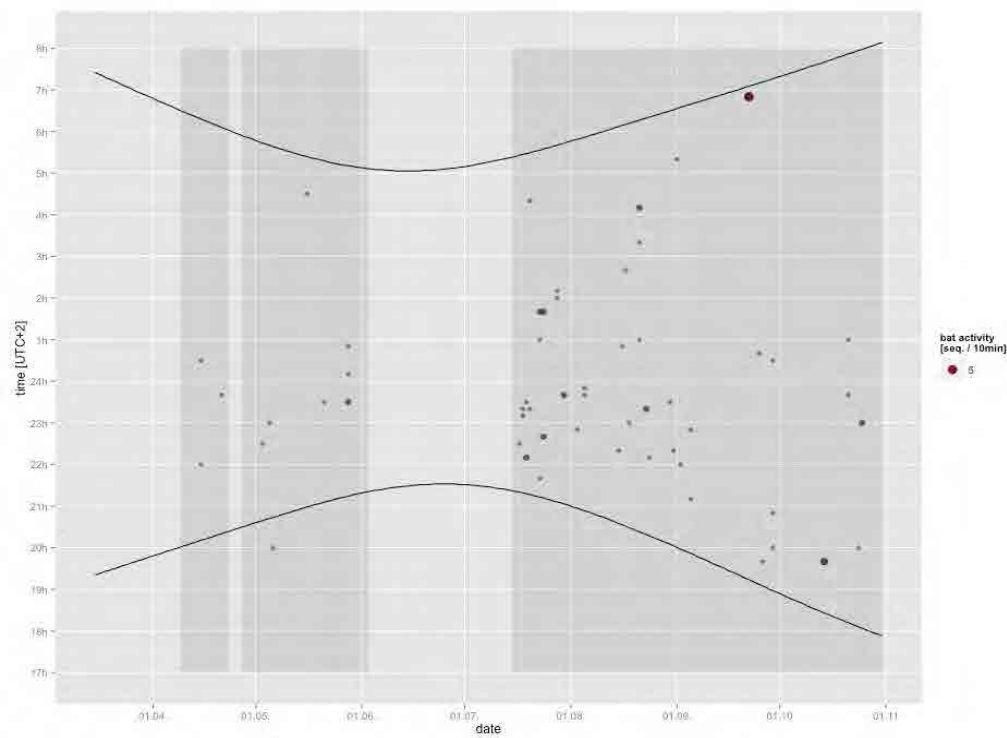


Abb. C-37: Darstellung der nächtlichen Aktivität von *N. noctula*, Details s. S. 132.

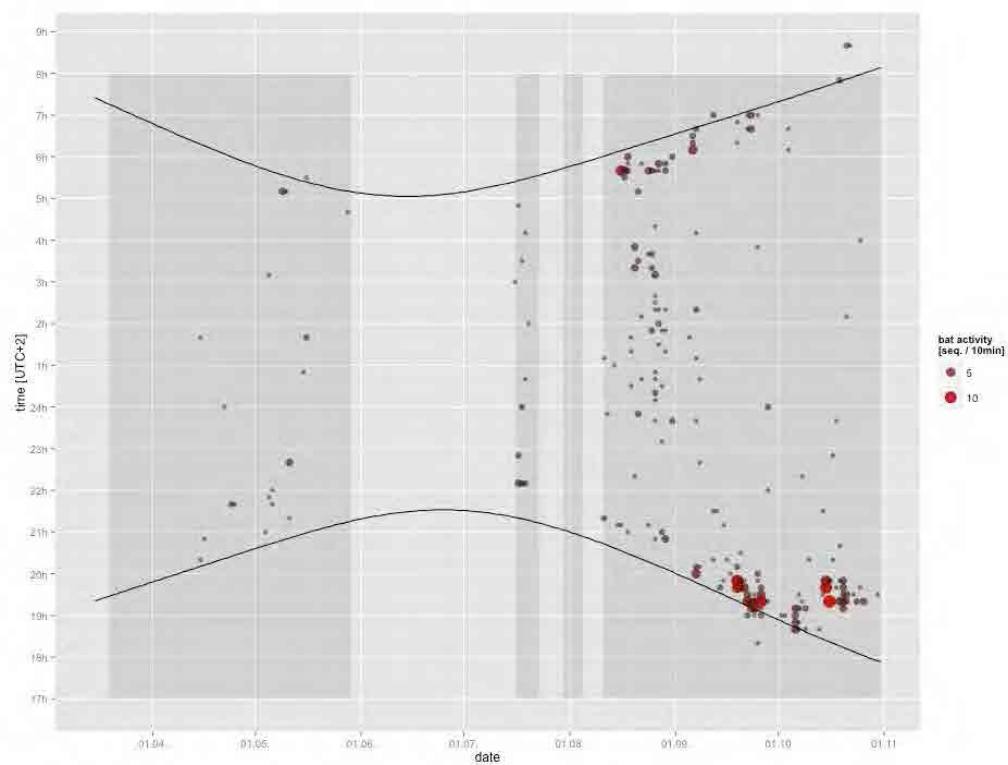
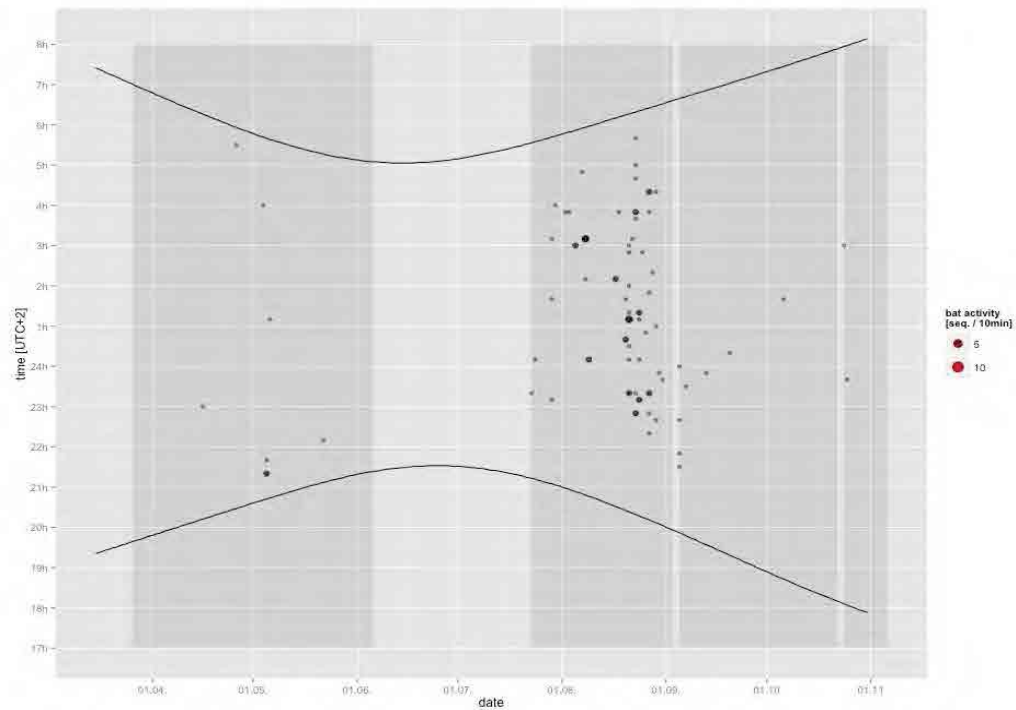


Abb. C-37: Darstellung der nächtlichen Aktivität von *N. noctula*, Details s. S. 132.

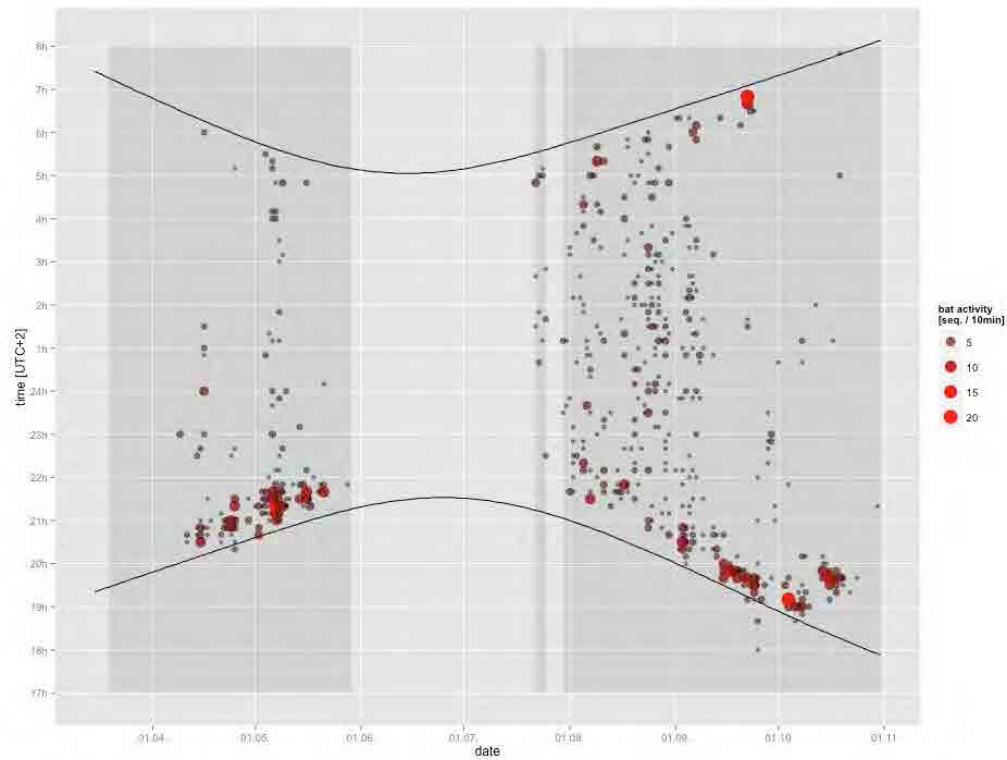


Abb. C-37: (fünf Grafiken): Darstellung der nächtlichen Aktivität von *N. noctula* im Zeitverlauf der Nacht über die Saison 2013.

Dargestellt sind Anzahl Sequenzen pro 10 min.; die schwarzen Linien kennzeichnen die Sonnenuntergangs- bzw. -aufgangszeiten. Die Aufnahmenächte der Permanentstationen sind dunkelgrau hinterlegt. Die Punktgrößen wurden logarithmisch transformiert, Aktivitäten ≥ 20 pro 10 min. werden in gleicher Punktgröße dargestellt, die grauen, kleinen Punkte stellen Aktivitäten ≤ 5 Sequenzen pro 10 min. dar.

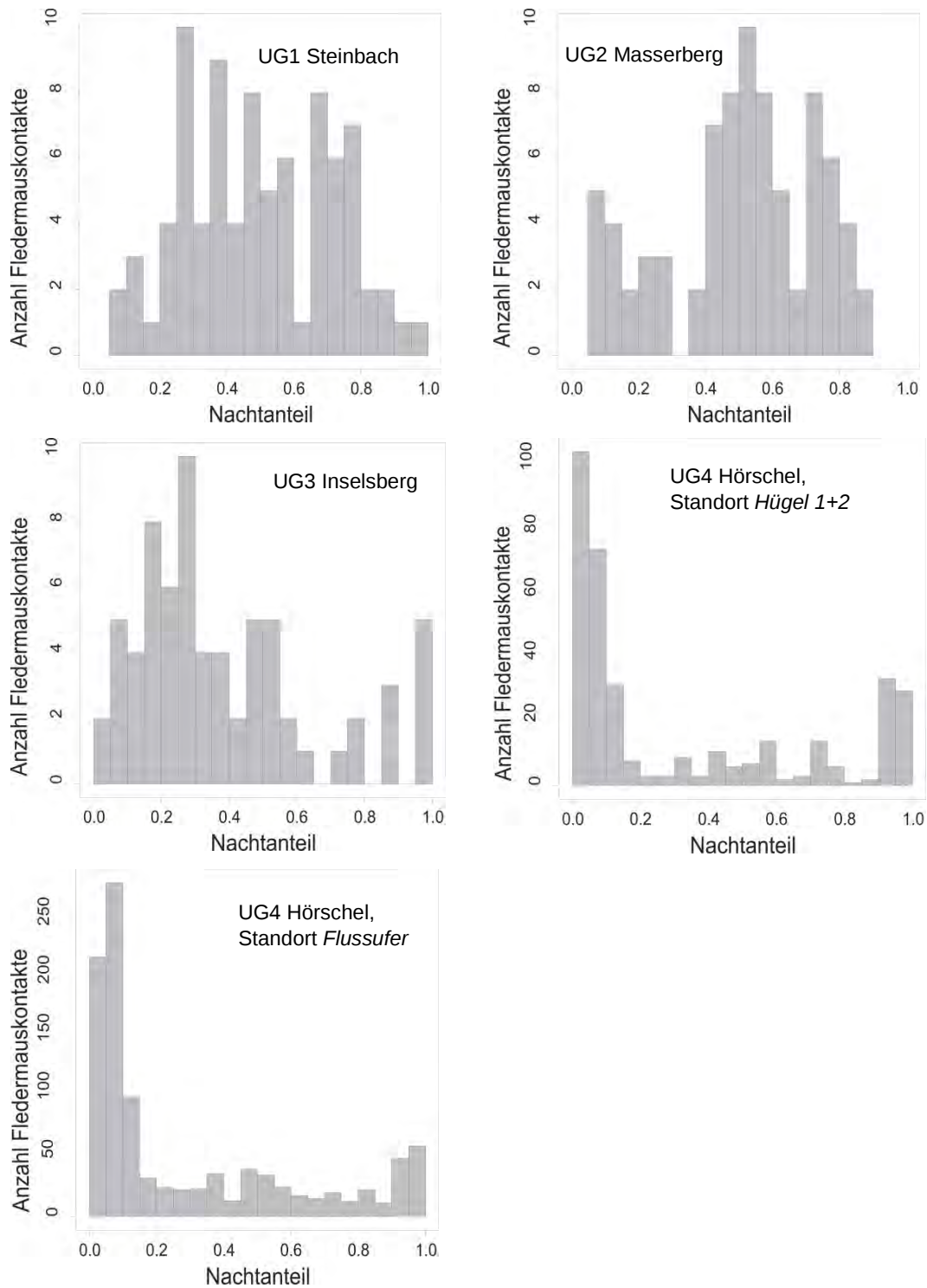


Abb. C-38: Verteilung der Aktivität von *Nyctalus noctula* über Nachtanteile.
Klassen in 5%-Schritten; beachte unterschiedliche Skalierungen der y-Achsen! 0,0 = Sonnenuntergang, 1,0 = Sonnenaufgang.

C.1.6.6 Vergleich der Standorte *Sattel*, *Hang* und *Höhe* in den Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge

Um zu prüfen, ob Fledermäuse bestimmte Geländestrukturen während ihres Zuges bevorzugen, wurden die drei Standorttypen *Sattel*, *Hang* und *Höhe* – nur für die drei UG im Mittelgebirge – miteinander verglichen. Sollten beispielsweise Talzüge eine besondere Bedeutung für den Fledermauszug haben, sollten die Standorte *Sattel* und *Hang* aufgrund ihrer Lage im Gebiet bevorzugt werden. Sie sollten sich somit ähnlich verhalten, aber sich vom Standort *Höhe* (Referenz) deutlich unterscheiden. Wenn es hingegen keine Bevorzugung gibt, sollten alle Ergebnisse der drei Strukturen gleich verteilt sein (Abb. C-39 bis C-42).

Die Ergebnisse der Analyse zeigen sowohl bei der Rauhaufledermaus als auch beim Großen Abendsegler ein sehr uneinheitliches Bild. Anhand der Daten lassen sich keine Geländestrukturen benennen, die beim Zugeschehen von den beiden Arten deutlich bevorzugt befliegen werden. Kein Standorttyp zeigt deutlich erhöhte Präferenzen über alle UG – im Gegenteil, in jedem UG verhält es sich anders.

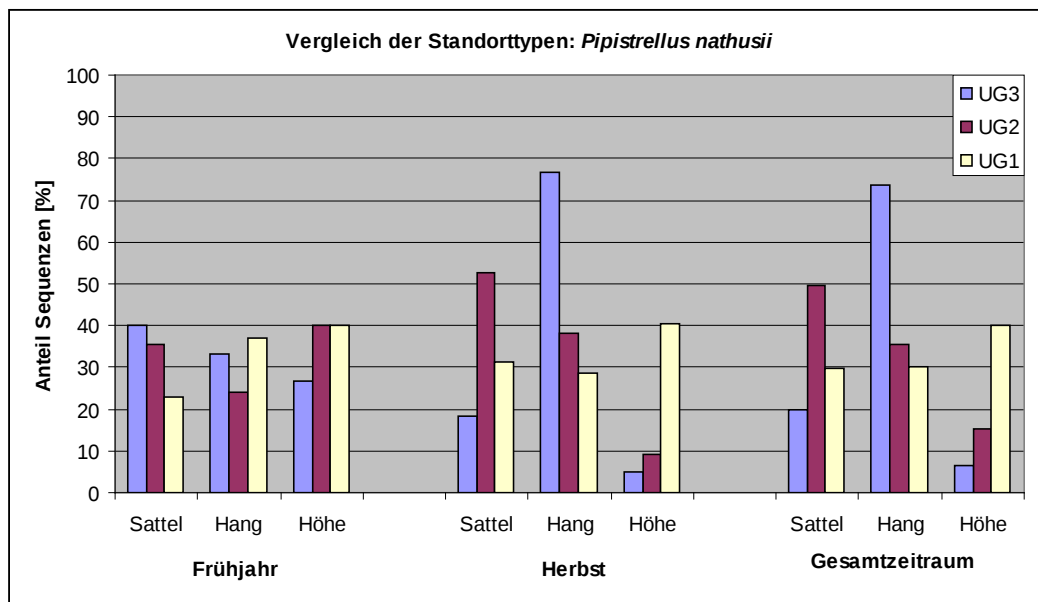


Abb. C-39: Vergleich der Anteile Sequenzen *Pipistrellus nathusii* an den jeweiligen Standorten über die beiden Saisons „Frühjahr“ und „Sommer-Herbst“ und Gesamtzeitraum der Untersuchung in den UG des Mittelgebirges.

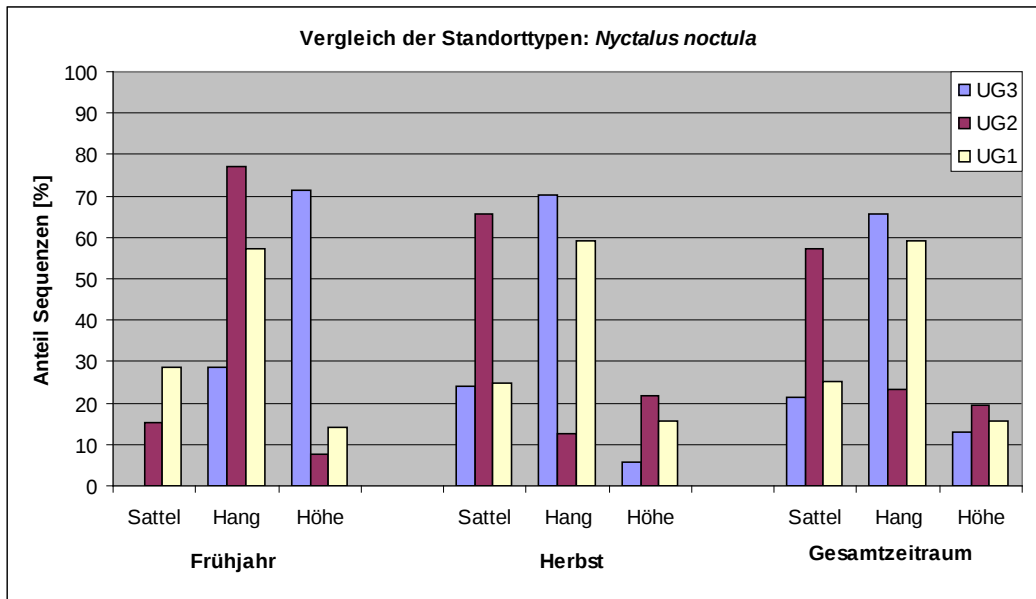


Abb. C-40: Vergleich der Anteile Sequenzen *Nyctalus noctula* an den jeweiligen Standorten über die beiden Saisons „Frühjahr“ und „Sommer-Herbst“ und Gesamtzeitraum der Untersuchung in den UG des Mittelgebirges.

Bei der getrennten Betrachtung zwischen Frühjahr und Herbst fällt auf, dass bei beiden Arten die Aktivität an den Standorten der *Höhe* offensichtlich etwas geringer ist. Bei der Rauhautfledermaus wirkt die Verteilung im Frühjahr verhältnismäßig homogen, während sie beim Großen Abendsegler im Vergleich der drei UG sehr schwankt.

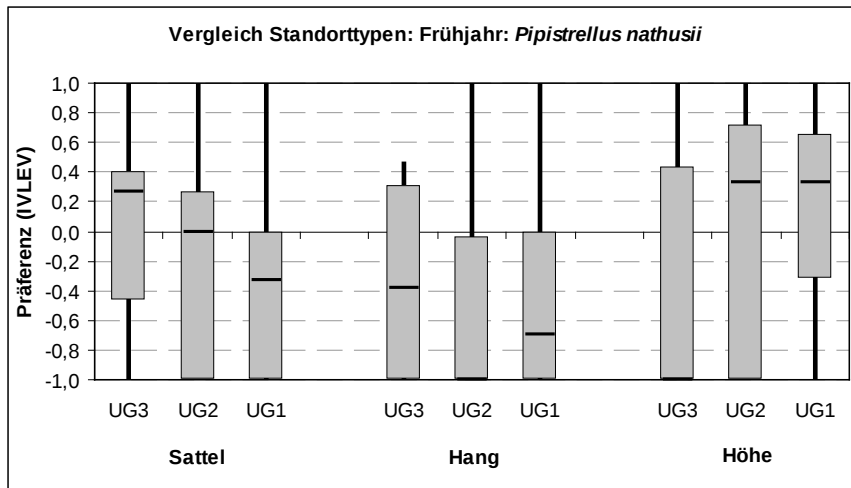
Rauhautfledermaus

Nach dem Vergleich der prozentualen Anteile der Aufnahmesequenzen wurden für die beiden Arten getrennt erneut Präferenzen berechnet. Bei der Rauhautfledermaus setzt sich kein Mikrostandort innerhalb der drei Untersuchungsgebiete durch. Auch im saisonalen Vergleich können keine deutlichen Abgrenzungen erkannt werden, wobei das Frühjahr sich homogener darstellt (Abb. C-41).

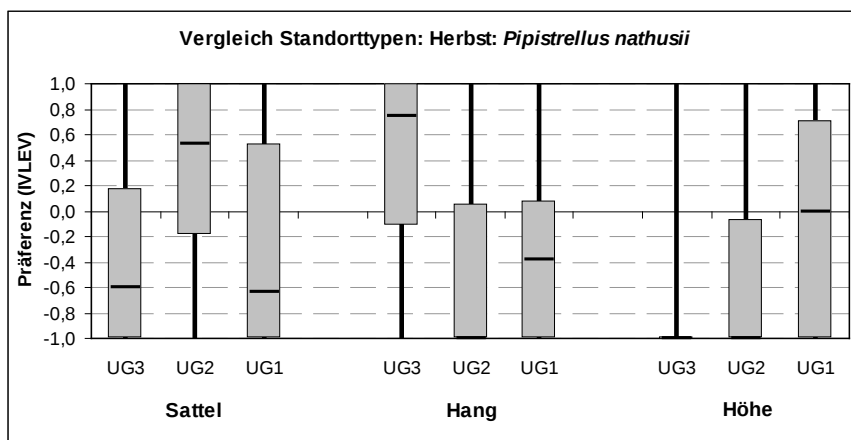
Großer Abendsegler

Beim Großen Abendsegler liegen aus dem Frühjahr im Vergleich zur Rauhautfledermaus deutlich weniger Sequenzen vor. So sind die Stichproben für den Vergleich **sehr** gering (je UG nur 3-5 Nächte).

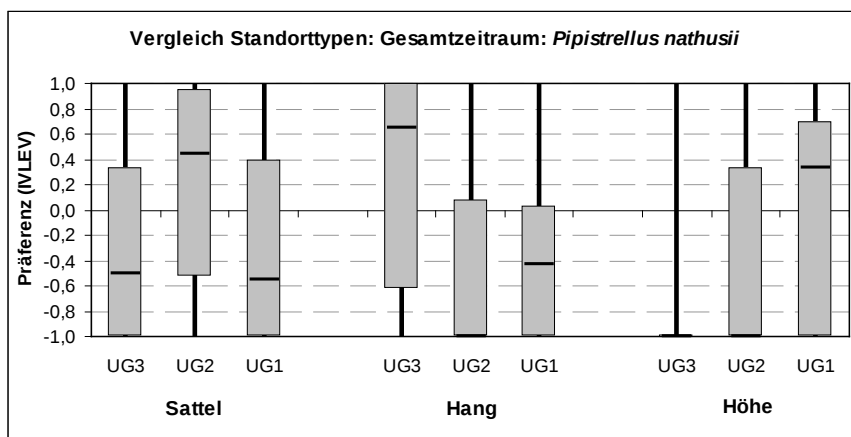
Es ergeben sich keine eindeutigen Präferenzen für Mikrostandorte. Möglicherweise deutet sich eine Bevorzugung des *Hang*-Standortes an. (Abb. C-42).



a)

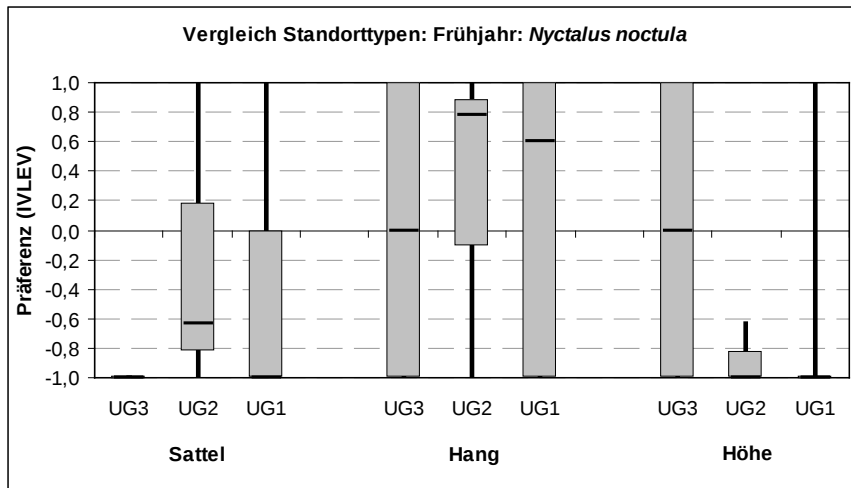


b)

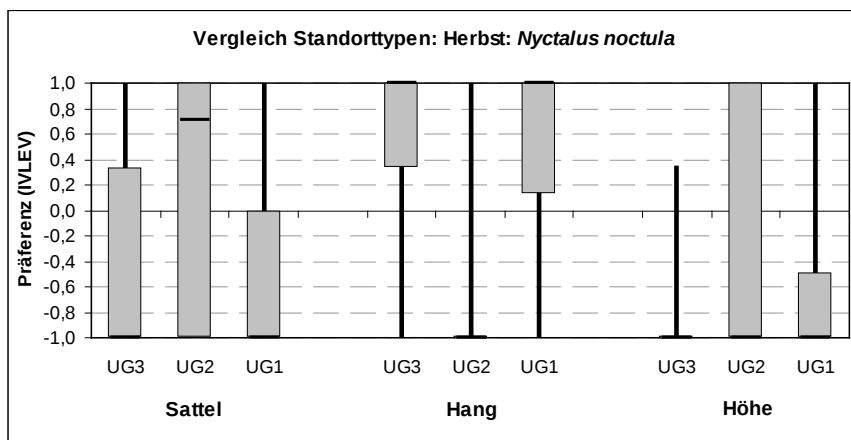


c)

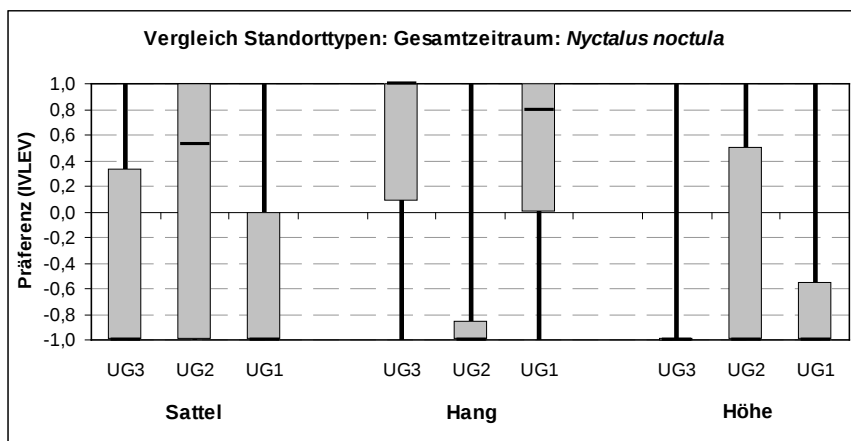
Abb. C-41: Präferenzen von *Pipistrellus nathusii* an den jeweiligen Standorten *Sattel*, *Hang*, *Höhe* für Frühjahr (a) und Sommer-Herbst (b) und den Gesamtzeitraum (c) in den UG1-3 des Mittelgebirges.



a)



b)



c)

Abb. C-42: Präferenzen von *Nyctalus noctula* an den jeweiligen Standorten *Sattel*, *Hang*, *Höhe* für Frühjahr (a) und Sommer-Herbst (b) und den Gesamtzeitraum (c) in den UG1-3 des Mittelgebirges.

C.1.7 Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Pilotstudie geben erste Antworten zu den unter Abschn. C.1.3 gestellten Fragen zum Zugverhalten der beiden Fledermausarten Rauhautfledermaus und Großer Abendsegler und werden anschließend vor dem Hintergrund bisheriger Erkenntnisse aus den Daten diskutiert und bewertet:

1. Ziehen die Fledermausarten auf breiter Front über Mitteleuropa?

JA

- In allen UG (sowohl im Mittelgebirge als auch im Vorland) und an allen 12 Standorten treten beide untersuchte Arten sowohl im Frühjahr als auch im Sommer-Herbst auf.
- In allen UG sind im Frühjahr 2013 synchron zwei Peaks erkennbar, besonders deutlich bei der Rauhautfledermaus, aber auch beim Großen Abendsegler. Auch die verschiedenen Peaks im Sommer/Herbst treten mehrheitlich in allen UG synchron auf.
- Der nächtliche Verlauf der Aktivitäten zeigt, dass es einzelne „Zugnächte“ gibt, die in allen UG gleichzeitig auftreten.
- Fazit: Für das untersuchte, ca. 100 km breite Gebiet (Thüringisch-Fränkisches Mittelgebirge und nordwestliches Vorland) muss für die Rauhautfledermaus und den Großen Abendsegler von einem Zug auf breiter Front ausgegangen werden.

Alle 12 Rekorder haben sowohl im Frühjahr als auch im Sommer/Herbst Rufe von Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler aufgenommen. Das kann insbesondere bei den Standorten im Mittelgebirge kein Zufall sein, da hier die örtlichen Aufnahmesituationen (v.a. Gelände- und Gehölzstruktur), sehr heterogen waren. Es entsteht der Eindruck, dass man unabhängig vom Aufstellungsort immer die beiden ziehenden Arten erfassen wird.

Die festgestellten Aktivitätsspitzen (Peaks) treten in allen Untersuchungsgebieten bemerkenswert synchron auf. Die Parallelität dieser Ereignisse kann durch überall wirksame Wetterereignisse und/oder durch „Zugwellen“, die auf breiter Front über den Untersuchungsraum laufen, ausgelöst werden.

Die zwei deutlichen Peaks der Rauhautfledermaus, aber auch des Großen Abendseglers, waren im Frühjahr 2013 (Zug von Süden/Südwesten?) in allen UG messbar; **1. Peak:** um den 15.4. (Beginn ab 8.4.2013), er fiel nach ca. 10 Tagen wieder ab; **2. Peak:** um den 5./6.5.2013.

Der 1. Peak kennzeichnete das Ende der langen Frostperiode, dem außergewöhnlichen „Märzwinter“. Dabei setzte ab dem 9. März 2013 eine Kälteperiode mit Schneefall ein, die ca. 4 Wochen anhielt. Im Norden und Osten Deutschlands lag ab da an für bis zu vier Wochen eine geschlossene Schneedecke und es herrschte zeitweise Dauerfrost bei eiskaltem Ostwind. Südlich und westlich einer Linie vom Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge bis nach

Nordwest-Deutschland blieb es weitgehend schneefrei und in den windgeschützten Niederungen vergleichsweise mild. In den folgenden Tagen bildete sich ein gewaltiger „Zugstau“ bei den Zugvögeln. Die auf ihrem Zug im wahrsten Sinne des Wortes „kalt erwischten“ Vögel rasteten zu Tausenden - oft mangels Alternativen - teils in völlig untypischen Habitaten (STÜBING & KÖNIG 2013).

Dem in manchen Regionen kältesten März seit „Beginn der Wetteraufzeichnungen“ folgte Anfang April endlich ein Temperaturanstieg. Ab dem 7. April 2013 kam es bei zunehmend günstigen Zugbedingungen schließlich zu einem massenhaften Abzug der Zugvögel. Zu diesem Zeitpunkt setzte sowohl in den Untersuchungsgebieten im Gebirge als auch im Vorland die Fledermausaktivität ein, darunter auch von den weit wandernden Fledermausarten *Rauhautfledermaus* und *Großer Abendsegler*. Diese erste Aktivitätsspitze der Fledermäuse verlief etwa zeitgleich mit der Auflösung des „Zugstaus“ der Vögel (vgl. STÜBING & KÖNIG 2013). Der Abbruch des 1. Aktivitätspeaks wurde 2013 durch eine erneute kurze Kälteperiode/Schlechtwetterperiode ab Mitte April bestimmt.

Der 2. Peak steht nicht mehr unter dem großen Einfluss der Auflösung des außergewöhnlichen „Märzwinters“ (Witterungsextrem), sondern kann als eigenständige Zugwelle interpretiert werden: Um den 5./6. Mai 2013 fällt in Abb. C-20 und C-22 in allen UG – am Standort *Flussufer* im UG4 jedoch länger andauernd – eine zweite Aktivitätsspitze („Zugspitze“) auf, vor allem bei der *Rauhautfledermaus*.

Auch der Beginn der Aktivität von *Rauhautfledermäusen* im Sommer-Herbst verlief in allen Untersuchungsgebieten einheitlich. Nachdem in allen UG bereits Ende Juli *Rauhautfledermäuse* erfasst wurden, begann überall synchron Mitte August eine zweite Welle.

Bis weit in den Spätherbst /Oktober 2013 hinein konnte in allen UG Aktivität der *Rauhautfledermaus* gemessen werden, deren Spitzen meist in allen UG gleichzeitig auftraten. Ein Peak wird in der 29. Dekade (11.-20.10.) ersichtlich.

Ab Mitte/Ende August ist bereits bei den *Großen Abendseglern* in den beiden (zentral bzw. östlich) gelegenen UG im Mittelgebirge (UG 2 *Masserberg* und UG 1 *Steinbach*) ein deutlicher Peak erkennbar, der noch vor Mitte September endet. Weniger deutlich ist dieser am UG 3 (*Inselsberg*) und im Vorland (UG 4) erkennbar und ist dort einer von mehreren Peaks. (Das deutet ggf. auf einen Zug von Norden/Nordosten hin?).

Inzwischen ist durch viele Fallstudien, nicht zuletzt auch durch Forschungsvorhaben (vgl. z.B. BRINKMANN et al. 2011) sowie zahlreiche erstellte Erfassungen und Gutachten im Rahmen von Genehmigungsverfahren und Monitorings von Windenergieanlagen bekannt, dass in Mitteleuropa im Zeitraum April-Mai und Mitte/Ende August bis Oktober erhöhte Fledermausaktivität herrscht. Genau zu diesen Zeiten migrieren Fledermausarten wie *Rauhautfledermäuse* und *Abendsegler*. Die beiden Zeiträume und Peaks (Zweigipfligkeit) sind als saisonale Migrationsphasen vermutlich an vielen Stellen im Bundesgebiet Jahr für Jahr erfassbar (vgl. MEINECKE 2012).

Im Modul 1 „Phänologie“ dieses Forschungsvorhabens wurden anhand umfangreicher Daten aus einem längeren Zeitraum Erwartungszeiträume für die Zugzeiten der einzelnen Arten abgeleitet (s. Abb. B-7, B-12, B-17, B-22 in Kap. B). Unsere Ergebnisse aus dem Jahr 2013 stimmen im Frühjahr damit überein, obwohl dieses durch einen extremen, ungewöhnlichen Witterungsverlauf („Märzwinter“) geprägt war. Der Herbstzug begann 2013 im Thüringer

Wald bei beiden Arten etwas eher und dauerte bei der Rauhaufledermaus länger an als erwartet (siehe Tab. C-4).

Die Analyse der Verteilung der gemessenen Fledermausaktivitäten über die Nachtstunden gibt Hinweise, welches Verhalten am jeweiligen Standort vorherrscht (Quartiergebiet, Nahrungssuche oder Zugverhalten) und erleichtert somit die Interpretation der Ergebnisse.

Die Analysen (siehe Abb. C-34 bis C-38) zeigen zum einen erneut, dass es einzelne Zugnächte gibt, die in allen UG zeitgleich auftreten. Zum anderen zeigen sie zumindest für die Rauhaufledermaus in allen vier Untersuchungsgebieten sehr ähnliche Aktivitätsmuster. Diese Art war im gesamten Untersuchungszeitraum über die ganze Nacht zu hören. Sowohl distinkte Aktivitätspeaks mitten in der Nacht als auch für Quartiernähe typische Aktivitätspeaks in den Dämmerungsphasen fehlen nahezu. Die wellenartige Aktivität, die sich konkret in einigen Nächten zeigt, interpretieren wir hingegen als Aktivitätsmuster des „Fledermauszugs“. Er scheint insbesondere in der ersten Nachthälfte ausgeprägt zu sein und sich dann durch Ereignisse in loser Folge (perlschnurartig) über diese Nächte zu verteilen. Es erscheint plausibel, dass solche verstärkten Registrierungen durch mehrere Tiere ausgelöst wurden.

2. Meiden die Fledermausarten auf ihrem Zug das Gebirge?

NEIN, - zumindest nicht vollständig

- Das Gebirge wird von den „ziehenden“ Tieren nicht (komplett) „gemieden“.
- Die Zugpeaks sind in allen UG (z.B. im Frühjahr bei *P. nathusii*) – auch im Mittelgebirge – sichtbar.
- Ohne den Sonderstandort „Flussufer“ am Flussufer (mit einer extrem hohen Aktivität) sind die Ergebnisse des UG4 (Vorland) durchaus mit denen der UG1 bis UG3 vergleichbar, auch wenn die Aktivitäten insgesamt etwas höher liegen (Präferenzanalyse).
- Vermutlich resultiert die gemessene höhere Aktivität im Vorland nicht (ausschließlich) aus einem höheren „Zuggeschehen“. Sie wird offenbar durch andere Funktionen wie z.B. der Funktion als Rastgebiet (Nahrung + Quartiere) oder durch Paarungsverhalten mit bestimmt, die den Zug überlagern (maskieren).
- Ein rein quantitativer Vergleich der UG reicht demnach nicht aus, sondern muss durch weitere Analysen (z.B. nächtlicher Verlauf der Aktivitäten) ergänzt werden.

Die Frage 1 konnte insofern recht eindeutig beantwortet werden, als dass unsere bisherigen Daten auf einen „**Breitfrontenzug**“ hindeuten. Allerdings war die gemessene Flugaktivität im Untersuchungsgebiet „Vorland“ (UG4), d.h. im unmittelbar dem Gebirge vorgelagerten Gebiet, deutlich höher. Das führt zu der Frage, ob sich nicht wenigstens ein Teil der Tiere vom Mittelgebirge ablenken bzw. umleiten lässt und deswegen außerhalb der Gebirge Konzentrationen ziehender Tiere zu beobachten sind. Wenn dies der Fall ist, welcher Anteil der Tiere meidet dann das Mittelgebirge?

Die Ergebnisse zeigen zumindest, dass sowohl Rauhaufledermaus als auch Großer Abendsegler das Mittelgebirge nicht vollständig meiden, denn sie wurden überall erfasst.

Die genaueren Analysen demonstrieren darüber hinaus eine extrem hohe Aktivität am „Sonderstandort“ (*Flussufer*) im UG4, das dem Vorland damit insgesamt eine höhere Aktivität bescheinigt. Betrachtet man die Ergebnisse im UG4 ohne diesen Sonderstandort, dann werden die Resultate vergleichbarer mit denen aus dem Mittelgebirge – zum Beispiel bei der Rauhaufledermaus im Sommer/Herbst (siehe Abb. C-28 und C-30).

Dennoch bleibt mehrheitlich der Befund, dass im Vorland (quantitativ) deutlich mehr Vorbeiflüge registriert wurden als im Mittelgebirge. Welche Gründe kann das haben?

Kann man von der Anzahl an registrierten Fledermaussequenzen auf die Anzahl an Vorbeiflügen von durchziehenden Tieren schließen? Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten und kann hier nicht abschließend geklärt werden.

Es muss berücksichtigt werden, dass Fledermausaktivität durch verschiedenes Verhalten am jeweiligen Standort verursacht werden kann. Zum einen sind das Aktivitäten, die vor allem auf die Nahrungssuche zurückzuführen sind. Zum anderen kann aber auch die Nähe zu Quartieren die gemessene Aktivität (quantitativ) deutlich erhöhen. Bei beiden Funktionen verweilen die Tiere länger im Gebiet und werden mehrfach an den akustischen Überwachungsstationen erfasst. Dagegen sollten die einzelnen Tiere beim eigentlichen Zug (als gerichtete Wanderung) im zügigen Vorbeiflug weniger Ereignisse an den Rekorden auslösen.

Natürlich treten all diese Funktionen nicht immer räumlich getrennt von einander auf. Vielmehr überlagern sich diese oftmals. Auch migrierende Tiere benötigen auf ihrem Weg Quartiere, beispielsweise werden Paarungsquartiere zu Wegstationen. Außerdem müssen ziehende Fledermäuse auch regelmäßig Nahrung aufnehmen („*mixed-fuel strategy*“, VOIGT et al. 2010, 2012). Für ziehende Fledermäuse ist somit die „*Fly-and-forage*“-Strategie, d.h. während des Zuges mehr oder weniger permanent zu fressen, besonders vorteilhaft (ŠUBA et al. 2012). Dieses Verhalten kann jedoch nur ausgeübt werden, solange genügend Nahrung zur Verfügung steht. In ungünstigen Situationen stehen den migrierenden Fledermäusen weitere Strategien zur Verfügung: „*Stopover*“-Strategie zum Auffüllen der Reserven und „*Tages-Torpor*“ zum Energiesparen. ŠUBA et al. (2012) vermuten, dass diese alternativen Strategien bevorzugt beim Frühjahrszug (mit vielen kühlen, insektenarmen Nächten) sowie zum Überwinden größerer Barrieren verfolgt werden. Für den Herbstzug (mit größerem Nahrungsangebot) postulieren die Autoren überwiegend die „*Fly-and-forage*“-Strategie, es sei denn, das Paarungsverhalten verleitet die Tiere zur „*Stopover*“-Strategie (ŠUBA et al. 2012).

Somit ist für einen quantitativen Vergleich des Zuggeschehens zwischen verschiedenen Standorten eine Beurteilung notwendig, von welchen Verhaltensweisen (Nahrung, Quartier und /oder Zug) die gemessenen Aktivitäten stammen, um nicht zu falschen Bewertungen zu kommen.

Um diesem Problem näher zu kommen, haben wir zusätzlich den nächtlichen Verlauf der Aktivitäten betrachtet. Diese Analysen lassen den Schluss zu, dass die gemessenen Aktivitäten im Mittelgebirge (UG1-3) fast ausschließlich als Zuggeschehen gewertet werden können.

Für die im insektenreicheren Vorland gemessenen höheren Aktivitäten ist es jedoch sehr wahrscheinlich, dass diese nicht (ausschließlich) aus einem höheren Zuggeschehen resultieren. Vermutlich werden sie auch durch andere Funktionen wie z.B. die Funktion als Rastgebiet (Nahrung + Quartiere) oder durch Paarungsverhalten mit bestimmt, die den eigentlichen

Zug überlagern (maskieren). Insofern wird der direkte Vergleich zwischen Vorland und Mittelgebirge erschwert.

Durch tiefer reichende Analysen könnte künftig geklärt werden, ob über die Häufung von „*feeding buzzes*“ in Rufsequenzen im Verlauf der Nacht oder nur zu Beginn der Nacht auf Jagdverhalten der Tiere rückgeschlossen werden kann. Hierzu bedarf es weiterführender Auswertungen der vorhandenen Daten bei beiden Arten.

Rauhautfledermaus

Für das Frühjahr kann anhand der Ergebnisse der Analyse des nächtlichen Verlaufes der Aktivitäten (Abb. C-34 und C-36) rückgeschlossen werden, dass die registrierten Rauhautfledermaus-Sequenzen in den UG1-3 im Mittelgebirge und an den Standorten Hügel 1+2 im Vorland (UG4) eher auf Zugereignisse hindeuten.

Tausende Sequenzen am Standort *Flussufer* unterscheiden sich davon schon rein quantitativ erheblich. Deren Verteilung über die Nacht weist auf eine hohe Bedeutung dieses Standortes als Jagdgebiet hin: Die Aktivität steigt am Abend schnell an und bleibt über viele Stunden auf diesem Niveau, nimmt aber in der zweiten Nachthälfte kontinuierlich ab.

Im Sommer/Herbst ergibt sich für die Standorte in UG1-4 (ohne *Flussufer*) ein sehr ähnliches Bild wie im Frühjahr. Am Standort *Flussufer* herrscht zwar eine wesentlich geringere Aktivität als im Frühjahr, die aber immer noch deutlich höher als an allen anderen Standorten ist. Das Aktivitätsmuster zeigt eine deutliche Häufung zu Beginn der Nacht, was auf nahe gelegene Quartiere hinweist. Im weiteren Verlauf der Nacht weisen die Daten auf Zuggeschehen hin.

Offenbar hat die Werraau im UG4 für die Rauhautfledermaus im Frühjahr eine Funktion als (bedeutendes) Rastgebiet, wenn die Tiere auf die „*Stopover*“-Strategie angewiesen sind. Im Herbst bietet sie als nahrungsreiches Gebiet mit Quartierangebot sowohl für durchziehende Tiere („*Fly-and-forage*“-Strategie) als auch für das Paarungsgeschehen günstige Bedingungen. Damit wären die derartigen saisonalen Unterschiede zwischen Frühjahr und Herbst gut zu erklären.

Es ist bekannt, dass Feuchtgebiete durch Rauhautfledermäuse bevorzugt zur Nahrungsaufnahme aufgesucht werden (u.a. SCHORCHT et al. 2002, FLAQUER et al. 2009, ŠUBA et al. 2012, KRÜGER et al. 2014). Insofern ist plausibel, dass es sich bei den festgestellten extrem hohen Aktivitäten in der Werraau (auch) um nahrungsbedingte Konzentrationen von Rauhautfledermäusen handelt.

Ob diese Attraktivität – zumindest im Frühjahr – auch dazu führt, dass sich Tiere auf dem Zug großräumig konzentrieren und somit aus Gründen der Nahrungsverfügbarkeit ungünstige Gebiete wie das nahrungsarme Mittelgebirge weniger frequentieren, kann durch die vorliegende Untersuchung nicht abschließend geklärt werden. Das würde jedoch bedeuten, dass ein Teil der Tiere den (vermeintlichen) Umweg in Kauf nimmt, um sich länger in der Talaue aufzuhalten. Bereits VIERHAUS (2004) gibt Hinweise, dass es zu Konzentrationen der Rauhautfledermaus auf ihren weiten Wanderungen entlang von Küsten und Flusstälern kommen kann.

Für den Untersuchungsraum würde das bedeuten, dass in einem ca. 5 km breiten Niederungsgebiet zwischen dem Höhenzug des Hainichs und dem (NW-)Thüringer Wald (bzw. großräumiger betrachtet zwischen dem Thüringer Wald und dem Harz) ein „Trichtereffekt“

(durch Kanalisierung) vermutet werden muss, in dem das UG4 liegt: In diesem Raum häufen sich tatsächlich auffällig die Funde der Rauhautfledermaus (Einzelfunde außerhalb von Quartieren, oder auch Schlagopfer wie am Windpark Wangenheim-Hochheim; vgl. TRESS et al. 2012).

Möglich ist aber auch, dass es weitere Rastgebiete nördlich oder südlich des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges gibt, die von den Tieren vor oder nach einem Durchzug durchs Gebirge aufgesucht werden (z.B. Saaletal).

Der Standort *Flussufer* im UG4 liegt offensichtlich in einem Rastgebiet. Vermutlich strahlt dieser Konzentrationsort auf die etwas höher gelegenen *Hügel*-Standorte aus und erklärt dort die gemessene erhöhte Aktivität.

Großer Abendsegler

Beim Großen Abendsegler zeigt die Analyse der Verteilung der nächtlichen Aktivität ein etwas anderes Bild als bei der Rauhautfledermaus und lässt deshalb auch andere Schlüsse zu.

Im Frühjahr ergibt sich in den UG1-3 im Mittelgebirge und an den Standorten *Hügel 1+2* im Vorland (UG4) ein ähnliches Bild wie bei der Rauhautfledermaus: Die Aktivitätsmuster gleichen sich und weisen auf Zugereignisse hin. Die höheren Präferenzwerte für das Vorland (*Hügel 1+2*) sind aufgrund der geringen Stichproben (wenige Ereignisse, geringe Anzahl Nächte) nicht sehr aussagekräftig.

Der Standort Flussufer im UG4 zeigt hingegen im Frühjahr bereits ein deutlich anderes Muster: Auffällig sind die Aktivitätsspitzen direkt zum Beginn der Nacht, unmittelbar nach Sonnenuntergang. Dies weist auf nahe gelegene Quartiere hin. Die schnell abnehmende Aktivität lässt den Schluss zu, dass dieser Standort im Gegensatz zur Rauhautfledermaus für den Großen Abendsegler kein herausragendes Jagdgebiet darstellt. Möglicherweise fehlt die Nahrung, Großinsekten, in den späteren Nachtstunden. Die verbleibende Aktivität weist auf Zuggeschehen über die gesamte Nacht hin.

Möglicherweise gibt dieses Aktivitätsmuster aber auch Hinweise auf unterschiedliche Zugstrategien zwischen den beiden betrachteten Arten. So könnte es sein, dass die Großen Abendsegler in Flussnähe in der Talaue oder in nahegelegenen Hangwäldern übertagen, für kurze Zeit in der Talaue jagen, bis die Aktivität der großen Beuteinsekten temperaturbedingt abnimmt, dann entweder in ihre Quartiere zurückkehren oder die Migration zur nächsten Wegstation fortsetzen. Das Verhalten der im Aargau telemetrierten Weibchen zu Beginn des Frühjahrszugs passt zu solchen Überlegungen (s. Kap. C.3): alle verfolgten Sendertiere jagten nach dem Ausflug zunächst noch eine Weile im angestammten Jagdgebiet, bevor sie bis ca. 1 Stunde nach Sonnenuntergang den Zug antraten. Die etwas erhöhte Aktivität kurz vor Sonnenaufgang könnte als Quartiersuche neu ankommender Tiere interpretiert werden.

Im Sommer/Herbst ergibt sich ein anderes Bild. Beim Großen Abendsegler unterscheiden sich alle drei Standorte des UG4 im Vorland (also auch *Hügel 1+2*) deutlich von den Standorten im Mittelgebirge (UG1-3). Während die Aktivitätsmuster im Mittelgebirge erneut keine Peaks zeigen, sondern die Aktivität erst deutlich nach Sonnenuntergang beginnt und über die Nacht verteilt anhält, ist das Vorland durch zwei deutliche Aktivitätsmaxima direkt nach Sonnenuntergang und kurz vor Sonnenaufgang charakterisiert. Somit ist im Vorland (auch in

der Hügelsstufe) deutlich der Einfluss von nahe gelegenen Quartieren zu erkennen. Aus den niederen Lagen Thüringens unter 500 mNN sind sowohl im Herbst Paarungsquartiere des Großen Abendseglers als auch Winterquartiere bekannt (SCHORCHT 2012).

Im UG4 ist somit der „Herbstzug“ des Großen Abendseglers nicht gut zu erkennen. Die gemessene Aktivität wird offenbar durch andere Funktionen, wie z.B. Paarung und Überwinterung, überlagert (maskiert).

3. Dienen einzelne Talzüge im Mittelgebirge als wichtige Wanderrouten?

NEIN

- In allen UG im Mittelgebirge bzw. in drei ausgewählten Talzügen (mit ihren jeweiligen Standorten *Hang* und *Sattel*) wurde eine sehr vergleichbare/sich gleichende Aktivität registriert (Präferenzanalyse).
- Die Aktivitäten im Mittelgebirge (UG1-3) stammen fast ausschließlich vom „Zuggeschehen (Analyse des nächtlichen Verlaufes der Aktivitäten), die Ergebnisse werden nicht durch andere Funktionen überlagert.

An den drei ausgewählten Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge (UG1-3) zeigen die festgestellten Aktivitäten eine ähnliche Größenordnung (siehe Tab. C-4). Das trifft jeweils für beide Arten *Rauhautfledermaus* und *Großer Abendsegler* zu.

Die Analyse des nächtlichen Verlaufes der Aktivitäten legt nahe, dass in allen drei Untersuchungsgebieten mehrheitlich Zugverhalten beobachtet wurde. Somit lassen die Daten einen direkten Vergleich zwischen den drei Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge zu.

Die Präferenzanalysen ergaben keine deutlichen Unterschiede (Abb. C-25 und C-27). Lediglich im Frühjahr wurde das westlich gelegene UG3 „*Inselsberg*“, welches großräumiger betrachtet am NW-Rand des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges liegt, sowohl von den *Rauhautfledermäusen* als auch von *Großen Abendseglern* etwas (stärker) präferiert. Im Herbst ist dies nicht erkennbar. Zudem ist der Frühjahrs-Befund für den *Großen Abendsegler* aufgrund der geringen Stichprobe unsicher.

Weiterhin interessant ist, dass in allen drei Untersuchungsgebieten an den Standorten *Höhe* (Referenz), die jeweils deutlich abseits der Talzüge (mit ihren Standorten *Hang* und *Sattel*) positioniert waren, ebenfalls ziehende Tiere nachgewiesen wurden.

Fazit: Im Untersuchungsjahr 2013 verlief der beobachtete Fledermauszug für beide näher untersuchte Arten (*Rauhautfledermaus* und *Großer Abendsegler*) an 3 Untersuchungsgebieten verteilt auf einer Länge von 80 km Kammlage des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges sehr ähnlich. Eine deutliche Bevorzugung einzelner Talzüge (mit ihren Standorten *Hang* und *Sattel*) ist nicht erkennbar.

4. Bevorzugen die Fledermausarten im Mittelgebirge kleinräumige spezielle Geländestrukturen wie z.B. Talhänge

Das bleibt unklar:

- Die vorliegenden Datenauswertungen von 3 Untersuchungsgebieten lassen keine eindeutigen Präferenzen für bestimmte Geländestrukturen erkennen.
- Demnach können keine gesicherten Aussagen getroffen werden, ob grundsätzlich Geländestrukturen bei der Migration bevorzugt werden.
- Vermutlich waren die ausgewählten Standorte zu heterogen. Zudem bedarf es vermutlich einer größeren Stichprobe zur Beantwortung dieser Frage.

Der Untersuchungsansatz, in jedem der drei Untersuchungsgebiete im Mittelgebirge drei Standorttypen *Sattel*, *Hang* und *Höhe* zu beproben, erbrachte keine eindeutigen Ergebnisse in Bezug auf die o.g. Fragestellung. Die Präferenzanalyse ergab für beiden Arten keine Bevorzugung einer Geländestruktur (*Sattel*, *Hang* oder *Höhe*). Die Ergebnisse zeigen sowohl bei der Rauhaufledermaus als auch beim Großen Abendsegler ein sehr uneinheitliches Bild. Die Geländestrukturen verhalten sich in ihrer Verteilung/Präferenz zu unterschiedlich zwischen den Untersuchungsgebieten.

Insgesamt betrachtet könnte sich andeuten, dass bei beiden Arten die Aktivität an den Standorten der *Höhe* etwas geringer ist. Bei der getrennten Betrachtung zwischen Frühjahr und Herbst fällt auf, dass bei der Rauhaufledermaus die Verteilung im Frühjahr verhältnismäßig homogen wirkt. Beim Großen Abendsegler deutet sich im Herbst möglicherweise eine Bevorzugung des *Hang*-Standortes an. (UG1 und UG3).

Wir sind jedoch bei der Interpretation der hier vorgestellten Ergebnisse im Hinblick auf Frage 4 sehr vorsichtig. Datenumfang und -qualität scheinen dafür nicht ausreichend zu sein. Die Stichprobe (nur drei Wiederholungen des Untersuchungsansatzes) scheint bei der großen Streuung zu klein. Weiterhin war es schwer, im Gelände in allen Untersuchungsgebieten exakt vergleichbare Geländestrukturen zu finden. Durch viele Randfaktoren (Gehölzbestand, Verkehrswege, Sicherheit usw.) mussten oftmals Kompromisse gemacht werden. Nicht zuletzt erschweren die entstandenen Datenlücken den Vergleich der Mikro-Standorte eines Untersuchungsgebietes.

Gleichwohl erscheint eine zukünftige, vertiefende Untersuchung zur Bedeutung von Geländestrukturen lohnenswert. Es wäre denkbar, sowohl einzelne Täler mit höher auflösenden Transekten zu beproben als auch die Anzahl der Untersuchungsgebiete zu erhöhen.

Zumindest für die Rauhaufledermaus ist zu erwarten, dass diese Art sich auch während des Zuges an Geländestrukturen orientiert.

C.1.7.1 Vergleich mit anderen Untersuchungen im Bereich von Mittelgebirgen bzw. Kammlagen

Bisher liegen kaum Langzeitmessungen von anderen Berggipfeln und Kammlagen der Mittelgebirge vor.

MEINECKE (2012) deutet akustische Nachweise der beiden Abendseglerarten *N. noctula* und *N. leisleri* sowie der Rauhaufledermaus auf dem Brocken im Harz (1.141 mNN) fernab ihrer

„Primärhabitate“ als Durchzügler auf breiter Front, die auch Hochlagen der Mittelgebirge überfliegen. Es gab 2012 ebenso einen (jedoch nicht zwei) Rauhautfledermaus-Peaks am Brocken in der zweiten Aprilhälfte.

Einen „Schmalfrontenzug“ an Gewässern, Leitlinien (vgl. FURKMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009) zweifelt daher MEINECKE (2012) mit seiner Brocken-Studie an.

Wie auch in den Kammlagen des Thüringer Waldes ist die Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* auf dem Brocken permanent anwesend, während „Langstreckenwanderer“ wie die Rauhautfledermaus *Pipistrellus nathusii* nur in bestimmten Phasen auftreten, obwohl häufiger als in diesen Phasen geeignete Nächte von der Witterung her auftreten (MEINECKE 2012).

Nach MEINECKE (2012) belegen synchron erfasste Lautäußerungen verschiedener Individuen einer Art, dass phasenweise mehrere Individuen zeitgleich anwesend waren. Insgesamt wurden auf dem Brocken 37.071 Rufdateien in 100 Nächten im Jahr 2012 aufgezeichnet. Dabei zeigten sich bei den Aufnahmen auf dem Brocken im Aktivitätsmuster auch zwei Peaks, so im Mai und im Oktober 2011 (insbesondere durch *N. noctula*, *E. nilssonii*, *V. murinus* und *P. nathusii*).

Bei Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler gab es auf dem Brocken eine höhere Aktivität im Frühjahr als im Oktober, bei *E. nilssonii*, *V. murinus* ist sie im Oktober deutlich höher.

Neben den Beobachtungen von SKIBA (1990) aus dem Feldberggebiet im Schwarzwald, die die Anwesenheit von *N. noctula* in Hochlagen belegten, bieten sich neben der Studie von MEINECKE (2012) auf dem Brocken nun die eigenen Ergebnisse aus den UG des Mittelgebirges (insbesondere des Standortes der *Höhen*) zum Vergleich an.

An das Thüringisch-Fränkische Mittelgebirge schließt sich im Südosten das Fichtelgebirge an, aus dem auch einzelne phänologische Eckdaten zum Zuggeschehen von Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler vorliegen (vgl. SCHÜRMANN & STRÄTZ 2009). Wenige Beobachtungen der Rauhautfledermaus von Ende März, bevor verstärkt Nachweise anfallen, deuten evtl. gar auf eine mögliche Überwinterung von Einzeltieren hin. Der Herstdurchzug setzt im Gebiet ab Mitte August ein und dauert bis Ende Oktober an. Die meisten Beobachtungen im Gebiet zwischen Bayreuth und Wunsiedel stammen aus dem September. Im westlichen Oberfranken ist die Art noch im Oktober regelmäßig anwesend. In den Jahren 2008 und 2009 wurden zahlreiche akustische Erfassungen mit Transektfahrten in den Landkreisen Bamberg, Bayreuth und Wunsiedel unternommen und festgestellt, dass die Tiere sowohl im Frühjahr als auch im Herbst in breiter Front wie auch im Thüringer Wald die Kammlagen des Fichtelgebirges überwinden. In den letzten Jahren zeichnete es sich ab, dass ebenso Große Abendsegler den Landkreis Wunsiedel zur Zugzeit im Frühjahr (früheste Beobachtung: 6. April) und Herbst (auch noch nach dem 30. September) regelmäßig überqueren (SCHÜRMANN & STRÄTZ 2009).

C.1.7.2 Vergleich mit anderen Untersuchungen im Bereich tieferer Lagen

In Thüringen wurden bislang verstärkt im Frühjahr sowie im Spätsommer Große Abendsegler einzeln oder in Konzentrationen vor allem an Standgewässern oder in Flusstälern wie der Unstrut beobachtet (vgl. TRESS et al. 2012).

Bei Greiz, also nordöstlich des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges, konnte 4 Jahre vor unserer hiesigen Untersuchung mit Hilfe automatischer akustischer Überwachungsanlagen im Frühjahr, vor allem zwischen Ende April und Anfang Mai 2009 und ebenso im Spätsommer zwischen Mitte/Ende August und Mitte September 2009 ein erhöhter Durchzug von Rauhaufledermäusen und Abendseglern (bzw. dem Ruftypenkomplex *Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio* zuzuordnenden Arten) festgestellt werden (eigene Daten; BRINKMANN 2009; bzw. in TRESS et al. 2012).

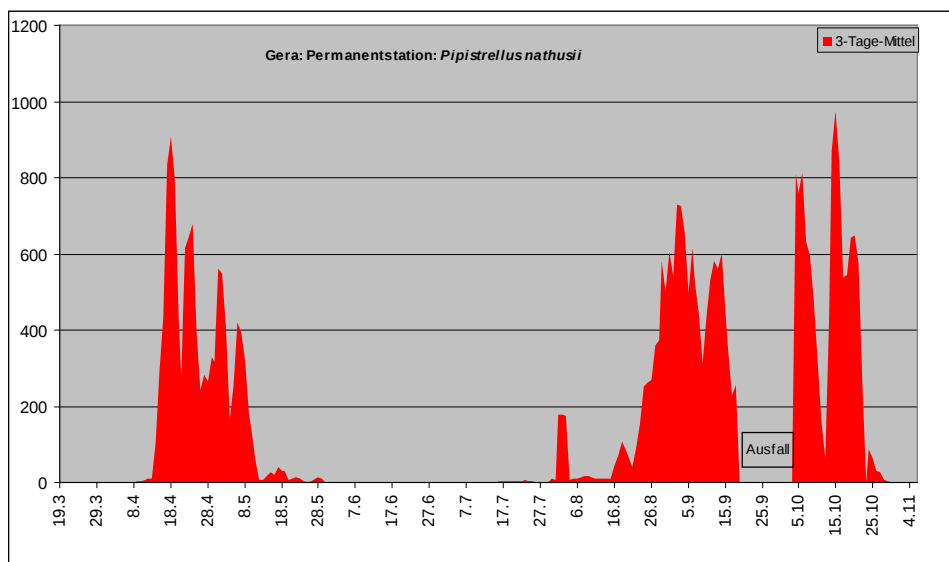


Abb. C-43: Mittlere Aktivität (Vorbeiflüge) von *Pipistrellus nathusii* an der Weißen Elster in Gera im Jahr 2013.

Akustische Permanentstation der IFT e.V. (Datenaufbereitung J. PRÜGER), gleitendes 3-Tage-Mittel.

In Thüringen wurde im Jahr 2013 zeitgleich zu den hier erhobenen Daten am Fluss der Weißen Elster in der Stadt Gera auch eine akustische Permanentstation (Anabat Gerät, Fa. Titley) der Interessengemeinschaft für Fledermausschutz und -forschung Thüringen (IFT) e.V. im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG), Jena betrieben, die ohne Unterbrechung die komplette Saison 2013 lief (Abb. C-43). Sie ist mit einer Höhe von 190 m NN mit dem Standort *Flussufer* im UG 4 „Hörschel“ (198 m NN) im UG4 vergleichbar. Die Aufnahmen an dieser Station zeigen ein Bild, bei dem Ende Mai 2013 die Aktivität der Rauhaufledermäuse deutlich abnimmt und erst ab dem 17.7.2013 /Ende Juli wieder einsetzt. Gut zu erkennen sind auch zwei Aktivitätspeaks im Oktober und es wird generell die Aktivität im Herbst-Spätherbst dokumentiert (bis nach dem 25.10.). Die hier abgebildete Zweigipfligkeit mit *Frühjahrszug* und *Sommer-Herbst-Zug* gleicht somit den Ergebnissen der vorliegenden Pilotstudie.

C.1.7.3 Einzelaspekte der Methodendiskussion zur Erfassung und Auswertung

Neben der geringen Stichprobe bei drei Untersuchungsgebieten im Mittelgebirge und einem Gebiet im Vorland des Gebirges, wurden die akustischen Messungen nur am Boden (also

nur in ca. 4 m Höhe) durchgeführt. Nach BRINKMANN et al. 2011 haben Vergleiche von Messergebnissen an Windenergieanlagen (Bodenhöhe versus Gondelbereich) ergeben, dass beim Großen Abendsegler in Gondelhöhe der Anteil der Aktivität höher lag als am Boden, während bei der Rauhaufledermaus kein Unterschied messbar war.

Da im Rahmen der vorliegenden Studie nicht in der Höhe gemessen wurde, kann angenommen werden, dass darin die insgesamt höhere Aktivität der Rauhaufledermaus im Vergleich zum Großen Abendsegler begründet liegen könnte.

Bei einer künftigen Studie sollten auch weitere Vergleichstandorte im Vorland gesucht werden. Mehr oder weniger zufällig verteilt waren bei der Auswahl der Standorte in den UG die Orte der *Höhe* als Referenz, ebenso auch im Vorland *Hügel 1* und *Hügel 2*, die Standorte *Sattel* oder *Hang* wurden hingegen nicht zufällig ausgewählt. So auch nicht der Standort Flusssufer im UG 4 „Hörschel“, zumal hier die Hörsel in die Werra mündet und es so auch zu Konzentrationseffekten kommt (attraktives Jagd- oder Rastgebiet).

Die Messungen wurden in der Saison 2013 unterbrochen und bewusst in 2 Blöcke geteilt. Dieses Vorgehen liegt im angestrebten, vertretbaren Untersuchungsaufwand (Betreuung im Gelände, aber auch mit dem zu erwartenden Auswerteaufwand, Datenmengen/Aufnahme von Sequenzen anderer Arten) begründet. Zudem gingen wir davon aus, dass es zwei Peaks (Frühjahr und Sommer-Herbst) in der Saison 2013 geben würde, so dass nicht die Phase des Frühsommers (Wochenstubezeit) gemessen werden musste.

Auch in der vorliegenden Studie entstanden aus verschiedenen Gründen wie z.B. technische Defekte, Störfrequenzen oder Gerätediebstahl Datenlücken. Dies ist in einer umfassenden und Untersuchung wie dieser nicht gänzlich vermeidbar, beeinträchtigt aber die Aussagekraft mancher Analysen.

Die Analyse der Verteilung der gemessenen Fledermausaktivitäten über die Nachtstunden gibt Hinweise, welches Verhalten am jeweiligen Standort vorherrscht (Quartiergebiet, Nahrungssuche oder Zugverhalten) und erleichtert somit die Interpretation der quantitativen Ergebnisse, die jeweils die Aktivitäten von ganzen Nächten (Summe) vergleichen.

C.1.7.4 Schlussfolgerungen für die Windenergienutzung

Aus den Ergebnissen dieser Fallstudie lassen sich folgende Schlussfolgerungen für die Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Windenergienutzung ableiten:

Die Standortwahl und der Betrieb von Windenergieanlagen müssen die Belange des Fledermausschutzes berücksichtigen. Dafür könnte eine Karte mit Zugkorridoren für die ziehenden Fledermausarten ein hilfreiches Planungsinstrument sein, wie es sie bereits für verschiedene Vogelarten gibt. Die vorliegende Studie liefert jedoch weitere Hinweise, die für einen mehr oder weniger flächendeckenden Breitfrontenzug der ziehenden Fledermausarten über Deutschland sprechen. Breitfrontenzug widerspricht andererseits der Hypothese von eng begrenzten Zugkorridoren für Fledermäuse, so wie diese bei manchen Vogelarten nachgewiesen sind. Eine kartographische Darstellung des Zugraums entspräche nach derzeitigem Kenntnisstand der gesamten Landesfläche. Insofern sind die Hoffnungen auf eine zeitnah verfügbare Zugwegkarte für Fledermäuse wie oben erwähnt gering.

Vielmehr sollte versucht werden, gute Lösungen zu finden, die einem Breitfrontenzug gerecht werden und die entsprechenden artenschutzrechtlichen Verbote hinreichend berücksichtigen.

Neben einer sorgfältigen Standortwahl für Windkraftanlagen, die aus artenschutzrechtlichen Gründen ungeeignete Flächen ausschließt, muss dem Umstand, dass die Fledermäuse offensichtlich in breiter Front über Deutschland ziehen und es offenbar (fast?) keine Gebiete ohne Fledermauszug gibt, durch die Art und Weise des Betriebes Rechnung getragen werden.

Die 7. Tagung der Vertragsparteien von EUROBATS im Jahr 2014 hat in der Resolution 7.5 „Wind Turbines and Bat Populations“ Empfehlungen zur Vermeidung von Kollisionen verabschiedet und mit den „*Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision 2014*“ eine umfangreiche Handreichung zur Berücksichtigung von Fledermäusen in Windkraftprojekten herausgegeben. Neben den dort vorgeschlagenen Maßnahmen, die Windräder aus dem Wind zu drehen und dadurch eine Rotation zu vermeiden („*blade feathering*“) oder die Anlaufgeschwindigkeit der Anlagen zu erhöhen („*higher turbine cut-in wind speeds*“) sind vor allem Abschaltzeiten (pauschal oder mithilfe der in Deutschland entwickelten sog. fledermaus-freundlichen Betriebsalgorithmen (BRINKMANN et al. 2011)) die effektivste Maßnahme zur Vermeidung von Kollisionen.

Wenn im Rahmen der Anlagengenehmigung zukünftig grundsätzlich Abschaltzeiten angewendet werden, erleichtert dies die Ausweisung von Vorranggebieten „Windenergie“, es kann zum späteren Zeitpunkt auch die Genehmigungsverfahren für die Anlagen beschleunigen, sorgt für mehr Rechtssicherheit und entlastet die Verwaltung (insbesondere die Unteren Naturschutzbehörden).

Die vorliegende Studie weist darüber hinaus nochmals darauf hin, dass es offenbar für die durch Deutschland ziehenden Fledermäuse besondere Rastgebiete gibt. Hier konzentrieren sich viele Tiere bzw. halten sich länger auf. Oft überlagern sich an solchen Orten verschiedene ökologische Funktionen, z.B. Zug, Nahrung, Quartier und Paarung. Diese Gebiete besitzen für den Schutz der ziehenden Fledermausarten eine besondere und sehr hohe Bedeutung (Hotspots). Sie nehmen außerdem durch die hier oft stattfindende Fortpflanzung eine Schlüsselstellung zur Erhaltung der Arten ein. In diesen Gebieten sollte grundsätzlich auf Windenergienutzung verzichtet werden.

C.1.8 Danksagung

Wir danken Michael Franz (Jena), Kathrin Wolf (Nordhalben), Björn Stumpf, Dietrich Förster (Ökologische Bildungsstätte Oberfranken Naturschutzzentrum Wasserschloß Mitwitz e.V.), Urs und Wolf Berthold (Bad Liebenstein), die uns im Gelände beim Auf- und Abbau der Rekorder behilflich waren bzw. einzelne Geräte in den Untersuchungsgebieten betreuten.

Wir danken den Revierleitern, Herrn Bitterlich (Forstamt Schönbrunn, Revier Masserberg), Uwe Zielke (Forstamt Marksuhl, Revier Eisenach) und Lutz Klingler (Kommunalwald Brotterode) sowie Herrn Joachim von Menges (Privatwald am Großen Inselsberg), den Jagdpächtern im Untersuchungsgebiet Hörschel, den Herren Siegfried und Herbert Schröter (Neuenhof/Werra) sowie dem Jagdpächter aus Lauenhain bei Steinbach am Wald (Fran-

kenwald) für ihr Verständnis (z.B. für das Anbringen der Rekorder an Jagdkanzeln und Bäumen) und ihre Unterstützung, die Untersuchungen in ihren Revieren durchführen zu können.

Ebenso danken wir Frau Heidelinde Görz (Hörschel) und Nachbarn, die uns in ihren Gartengrundstücken an der Werra Zugang boten und uns dazu einen sicheren Gerätestandort ermöglichten.

Dr. Christoph Unger (Untere Naturschutzbehörde im Landkreis Hildburghausen), Birgit Müller und Dirk Rappmann (Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Saalfeld-Rudolstadt) waren uns dankenswerter Weise bei der Standortauswahl im Untersuchungsgebiet Masserberg behilflich.

Matthias Hammer (Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbayern) danken wir für die Leihgabe von 3 Batcordern sowie Michaela Gerges und Dr. Andreas Zahn (Koordinationsstelle für Fledermausschutz Südbayern) für die Leihgabe eines Teleskopmastes (Test).

Julia Prüger stellte uns freundlicherweise aufbereitete Daten zur Rauhauffledermaus in Gera von der akustischen Permanentstation der Interessengemeinschaft Fledermausschutz und -forschung Thüringen (IFT) e.V. zur Verfügung.

Dr. Hendrik Reers (Büro FrInaT Freiburg/Br.) sowie Dr. Fabio Bontadina und Adrian Dietrich (beide SWILD, Zürich) danken wir für die Erstellung der Abbildungen zum nächtlichen Verlauf der Aktivität.

C.1.9 Literatur

- BARRE, D. & BACH, L. (2004): Saisonale Wanderungen der Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) – eine europaweite Befragung zur Diskussion gestellt. – *Nyctalus* 9(3): 203-214.
- BRINKMANN, R. (2009): Ermittlung möglicher anlage- und betriebsbedingter Auswirkungen von zwei geplanten Windenergieanlagen in der Gemarkung Kleinreinsdorf auf Fledermäuse und den Schwarzstorch. – Gutachten im Verwaltungsverfahren des Herrn Heiko Greiser, Wünschendorf gegen den Landkreis Greiz. Weimar.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIEMANN & REICH, M. (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. – Cuvillier. Göttingen, 457 S.
- FLAQUER, C., PUIG-MONTSERRAT, X., GOITI, U., VIDAL, F., CURCÓ, A. D. RUSSO (2009) : Habitat selection in *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii*): the importance of wetlands. – *Acta Chiropterologica* 11(1): 149-155.
- FURKMANKIEWICZ, J. & KUCHARSKA, M. (2009): Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. – *J. Mammology* 90: 1310-1317.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. (2005): Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28: 1-172.
- IVLEV, V. S. (1961): Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA. In: Strauss, R. E. (1979): Reliability Estimates for IVLEV's electivity index, the Forage ratio and a Proposed linear index of food selection. – *Transactions of the American fisheries society* 108: 344-352.

- KREBS, C. J. (1989): Ecological methodology. HarperCollinsPublishers, New York.
- KRÜGER, F., CLARE, E. L., SYMONDSON, W. O. C., KEIß, O. & PÉTERSONS, G. (2014): Diet of the insectivorous bat *Pipistrellus nathusii* during autumn migration and summer residence. – *Molecular Ecology* 23: 3672-3683.
- MEINECKE, T. (2012): Fledermäuse über dem Brocken im Harz. – *Nyctalus* (N.F.) 17: 338-352.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANDŽA, B., KOVAČ, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J. (2014): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision 2014. Eurobats Public. Series No 6., 133 S.; http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/publication_series_no6_english.pdf; aufgerufen 15.10.2015.
- SCHORCHT, W., C. TRESS, M. BIEDERMANN, R. KOCH & J. TRESS (2002): Zur Ressourcennutzung von Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) in Mecklenburg. – *Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz* 71: 191-212.
- SCHORCHT, W. (2012): Großer Abendsegler. – In: TRESS, J., BIEDERMAN, M., GEIGER, H., PRÜGER, J., SCHORCHT, W., TRESS, C. & WELSCH, K.-P.: Fledermäuse in Thüringen. 2. Aufl. – *Naturschutzreport* 27: 373-386.
- SCHÜRMANN, S. & STRÄTZ, C. (2009): Fledermäuse im Landkreis Wunsiedel im Fichtelgebirge – Geschichte, Vorkommen, Bestand und Schutz- und Hilfsmaßnahmen. – Herausgegeben vom Landkreis Wunsiedel im Fichtelgebirge, 214 S.; mit aktualisierten Karten 2014, http://www.landkreis-wunsiedel.de/file/601_Fledermaeuse_im_Fichtelgebirge.pdf; aufgerufen 15.10.2015.
- SKIBA, R. (1990): Zur Verbreitung der Nordfledermaus *Eptesicus nilsonii* (Keyserling & Blasius, 1839) im Schwarzwald der Bundesrepublik Deutschland. – *Myotis* 28: 59-66.
- SKIBA, R. (2009): Europäische Fledermäuse. – 2. Aufl. Neue Brehm-Bücherei Bd. 648. Verlag Westarp Wissenschaften, 220 S.
- STEFFENS, R., ZÖPHEL, U. & BROCKMANN, D. (2004): 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht: 123 S.
- STÜBING, S. & KÖNIG, C. (2013): Bemerkenswerte Ereignisse in der Vogelwelt – Herbstzug 2012 bis Brutzeit 2013. – In: Sudfeldt, C., R. Dröschmeister, W. Frederking, K. Gedeon, B. Gerlach, C. Grüneberg, J. Karthäuser, T. Langgemach, B. Schuster, S. Trautmann & J. Wahl (Hrsg.): *Vögel in Deutschland – 2013*: 46-53.
- ŠUBA, J., PÉTERSONS, G. & RYDELL, J. (2012): Fly-and-forage strategy in the bat *Pipistrellus nathusii* during autumn migration. – *Acta Chiropterologica* 14(2): 379-385.
- TRESS, J., BIEDERMANN, M., GEIGER, H., PRÜGER, J., SCHORCHT, W., TRESS, C. & WELSCH, K.-P. (2012): Fledermäuse in Thüringen. 2. Aufl. – *Naturschutzreport* 27: 1-656.
- VIERHAUS, H. (2004): *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius 1839) – Rauhhautfledermaus. – In: NIETHAMMER, J. & F. KRAPP (Hrsg.): *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Aula-Verlag, Wiebelsheim: 825-873.
- VOIGT, C. C., SORGEL, K. & DECHMANN, D. K. N. (2010): Refuelling while flying: foraging bats combust food rapidly and directly to power flight. – *Ecology* 91: 2908-2917.

VOIGT, C. C., SORGEL, K., ŠUBA, J., PĚTERSONS, G. & KEIŠS, O. (2012): The insectivorous bat *Pipistrellus nathusii* uses a mixed-fuel strategy to power autumn migration. – Proceedings of the Royal Society of London 279B: 3772–3778.

C.2 Erstmaliger Einsatz von Geodatenloggern (*geolocator*) bei Fledermäusen zur Erforschung der Migration

FABIO BONTADINA, TORSTEN BLOHM, FRANZISKA LÖRCHER, WIGBERT SCHORCHT, CHRISTOPH TRESS, ANGELIKA MESCHÉDE

(in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Vogelwarte Sempach: ERICH BÄCHLER, DIETER PETER, FELIX LIECHTI)

C.2.1 Einführung

Seit ca. 7-8 Jahren werden Geodatenlogger (*geolocator*) erfolgreich in der Ornithologie eingesetzt (siehe z.B. BÄCHLER et al. 2010, BAIRLEIN et al. 2012, HILL 1994, HOBSON & KARDYNAL 2015, SMITH et al. 2014, STUTCHBURY et al. 2009). Jüngste Entwicklungen sprechen dieser Technik gute Erfolgsaussichten bei der Erforschung der großflächigen Raumnutzung auch kleinerer Vogelarten zu (ALTSHULER et al. 2013, TØTTRUP et al. 2012), wodurch diese Methode für die Untersuchung migrierender Fledermäuse interessant wird.

Die Technik beruht auf der Berechnung der geographischen Länge und Breite anhand der Lichtstärke und des Zeitpunktes von Sonnenauf- und -untergang (Abb. C-47). Die kleinsten Datenlogger wiegen nur 0,5 g. Sie speichern die Informationen über die Dauer eines Jahres. Das Tier muss zur Ablesung der Daten wiedergefangen werden.

Geodatenlogger wurden bisher noch nicht dauerhaft an Fledermäusen getestet. Es ist nicht bekannt, wie stark die Genauigkeit der Ortsbestimmung durch den Umstand eingeschränkt ist, dass Fledermäuse für gewöhnlich – mit Ausnahme des Großen Abendseglers – bei Sonnenuntergang und Sonnenaufgang nicht fliegen. Allerdings kann die Ortsbestimmung auf Dämmerungsdaten kalibriert werden.

Ferner ist die genaue Bestimmung des Breitengrades in den Phasen der Tag- und Nachtgleiche beeinträchtigt. Der Einsatz dieser Technik war daher als ein erster Versuch einzustufen, der aber in der Expertenwelt als vielversprechend unterstützt wird (HOLLAND & WIKELSKI 2009).

In einer breiten Zusammenarbeit wurde in den Sommern 2013 und 2014 ein Methodentest zu Geodatenloggern in einer begrenzten Zeitperiode durchgeführt. Ziel war es dabei, zunächst die Anforderungen an den Einsatz der Logger bei Fledermäusen und die Funktionsfähigkeit der Datenlogger bei geringen Lichtintensitäten zu testen und die Qualität und Aussagekraft der aufgezeichneten Daten zu prüfen, bevor diese Methode in einem Langzeitversuch über die gesamte Migrationsperiode 2014/2015 zum Einsatz kommen sollte.

C.2.2 Methoden

C.2.2.1 Untersuchungsgebiete und -zeitraum

Im Rahmen einer Testphase wurden im Juni bis August 2013 insgesamt 24 Individuen und im Juli und August 2014 25 Tiere von drei ziehenden Fledermausarten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Rauhaufledermaus) mit Geodatenloggern (GDL) bestückt (Tab. C-5). Wir wählten Testorte und Individuen so aus, dass eine möglichst hohe Wahrscheinlichkeit eines Wiederfangs der Versuchstiere gewährleistet war, d.h. Orte mit Langzeitstudien und guten Zugriffsmöglichkeiten (z.B. HEISE & BLOHM 2004, SCHORCHT 1994, TRESS et al. 2012).

Nyctalus noctula (Großer Abendsegler): Untersuchungsgebiet „Carmzower Wald“ (Uckermark, BB; Abb. C-44); **2013**: 8 adulte Männchen, Kurzzeittest (GDL2-6) mit Datenaufnahme in 1 min.-Intervallen für wenige Monate, Wiederfang vor dem Herbstzug; **2014**: Erster Langzeittest (GDL2-9) an 12 von 29 gefangenen Weibchen (11 diesjährige, 1 älteres; s. Tab. C-5); aufgrund des warmen Sommers konnte nach Vorliegen der notwendigen Bewilligungen seitens der zuständigen Behörden nur noch ein adultes Weibchen abgefangen werden. Die übrigen hatten das Sommergebiet bereits verlassen. Mit den verbliebenen Geodatenloggern wurden diesjährige Weibchen markiert, die erfahrungsgemäß eine ausreichend große Wiederfangwahrscheinlichkeit im Gebiet zeigen, auch wenn diese etwas geringer ist als bei den mehrjährigen Weibchen), 12 Monate Laufzeit, Datenaufzeichnung in 5 min.-Intervallen, Ringe wurden zusätzlich mit Reflexfolie versehen. Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit wurden zumindest die 11 juvenilen Versuchstiere im Carmzower Wald geboren. Der Wiederfang war für das Frühjahr 2015 nach der Rückkehr aus den Winterquartiergebietern geplant. Kastenkontrollen fanden 2014 im Anschluss an den Fang mindestens wöchentlich bis Mitte Dezember, 2015 ab Mitte Februar bis zum Beginn der Jungengeburten von einer Leiter aus statt, ab Anfang Juni vom Boden. Am 17. und 30. Juli 2015 wurde nahezu die gesamte Weibchenpopulation im Carmzower Wald abgefangen (235 von geschätzt 250 Tieren). Durchführende: TORSTEN BLOHM, FABIO BONTADINA, FRANZISKA LÖRCHER.

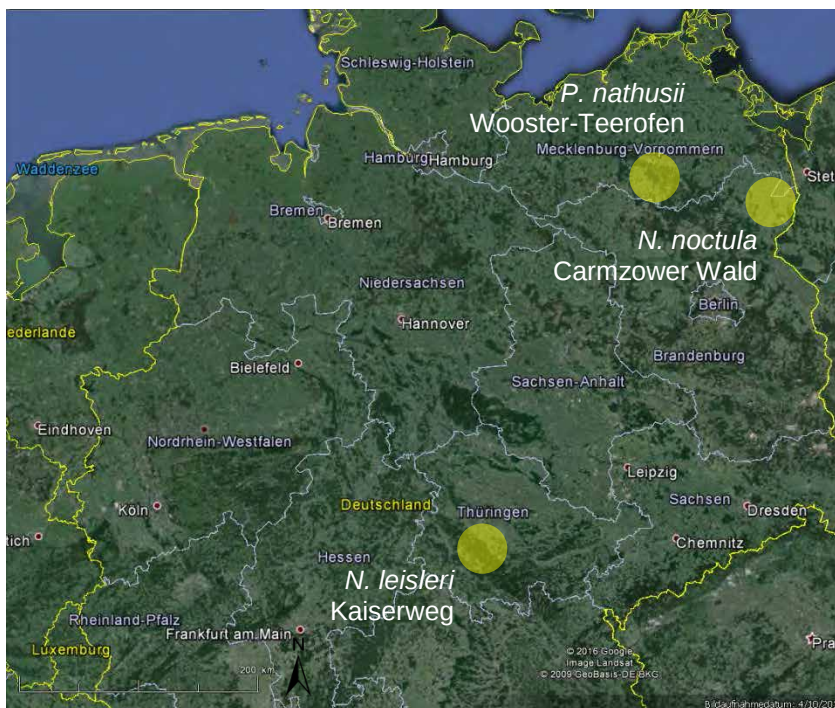


Abb. C-44: Untersuchungsgebiete für Geodatenlogger der drei Arten.

Nyctalus leisleri (Kleiner Abendsegler): Untersuchungsgebiet „Kaiserweg“ bei Wasungen (Südthüringen, Abb. C-44); Tests mit Datenaufzeichnung in 1 min.-Intervallen für wenige Monate, Wiederfang vor dem Herbstzug; **2013**: Kurzzeittest (GDL2-6) 8 flügge diesjährige Tiere (5 Männchen, 3 Weibchen); **2014**: Kurzzeittest (GDL2-9) 6 adulte Weibchen; Durchführende: JULIA PRÜGER, WIGBERT SCHORCHT, KLAUS-PETER WELSCH.

Pipistrellus nathusii (Rauhautfledermaus): Untersuchungsgebiet „Wooster-Teerofen“ (MV, Abb. C-44); Tests mit Datenaufzeichnung in 1 min.-Intervallen für wenige Monate, Wiederaufnahme vor dem Herbstzug; **2013**: Kurzzeittest (GDL2-6) 6 adulte Männchen; **2014**: Kurzzeittest (GDL2-9) 6 adulte Männchen; Durchführende: WIGBERT SCHORCHT, CHRISTOPH TREß.

Für die Kurzzeittests 2013 und 2014 erfolgte die Anbringung der Logger analog zur Befestigung von Telemetriesendern mit medizinischem Hautkleber im Rückenfell. Im Sommer 2014 wurde darüber hinaus auch erstmalig eine Langzeithalterung (Halsband) für den Datenlogger GDL2-9 (s.u.) am Großen Abendsegler getestet, ebenfalls analog zur Anbringung von Telemetriesendern für Langzeitstudien (s. Abschn. C.3).

C.2.2.2 Datenlogger

Die Schweizer Vogelwarte in Sempach (ERICH BÄCHLI, DIETER PETER, FELIX LIECHTI) unterstützte dieses Teilprojekt und stellte ihre Projektbegleitung, die Auswertung sowie einen Teil der 46 Prototypen der selbstentwickelten Datenlogger vom Typ GDL2-6 (2013, Abb. C-45) und GDL2-9 (2014, Abb. C-46) kostenfrei zur Verfügung. Die Größe der Logger beträgt 13,5 x 8 x 4 mm; das Gewicht für die geklebten GDL lag zwischen 0,46 und 0,50 g.



Abb. C-45: Geodatenlogger vom Typ GDL2-6 (2013).
Logger für Kurzzeitdatenaufzeichnung ins Fell geklebt (hier *N. leisleri*); Gewicht 0,6 g (beide Fotos: W. SCHORCHT).



Abb. C-46: Geodatenlogger vom Typ GDL2-9 (2014).
Logger an Halsband befestigt für Langzeitdatenaufzeichnung an *N. noctula*; Gewicht ca. 0,6 g (Foto: F. LÖRCHER).

Das neu entwickelte Halsband (mit einer durchschnittlichen Länge von 40,5 mm) wiegt mit doppeltem Zwirn 205 mg. Das Gesamtgewicht der für die Langzeitversuche eingesetzten

GDL2-9 lag bei maximal 705 mg und damit sogar unter dem Gewicht eines Holohil-Telemetriesenders von ca. 0,8 g (s. Abschn. C.3). Im Hoch- und Spätsommer wiegen Tiere der drei untersuchten Arten zwischen ca. 9 g (*P. nathusii*) und 28 g (*N. noctula*; Mittelwert 27,4 g, SD 1,5 g, n=11 juvenile Weibchen, Experiment 2014). Der Logger wiegt damit zwischen 2,5 und 5,5% des Körpergewichts und liegt im Bereich einer akzeptierten zusätzlichen Belastung für Fledermäuse (ALDRIDGE & BRIGHAM 1988). Da der Energieaufwand für ein zusätzliches Gewicht bei kleinen, fliegenden Tieren proportional kleiner ist, ist bei kleinen Fledermausarten auch ein Zusatzgewicht von bis zu 10-12% tragbar (NAEF-DAENZER 1993).

Der Logger-Typ GDL2-6 misst Licht bis zu einem Sonnenstand von -6° unter dem Horizont. Das entspricht einer Dunkelheit von bis zu 30 min. nach Sonnenuntergang/vor Sonnenaufgang. Der neuere Typ GDL2-9 ist für die Aufzeichnung von Dämmerungsdaten bis -9° Sonnenstand konzipiert, entsprechend 35-40 min. nach Sonnenuntergang/vor Sonnenaufgang.

Im Vorlauf zum Feldeinsatz wurde eine Langzeitanbringung (Halsband) entwickelt und an Pfleglingen in Gefangenschaft sowie im Feld im Rahmen der Telemetrie getestet (s. Abschn. C.3); Durchführende und Beratung: FABIO BONTADINA, CLAUDIA KISTLER, FRANZISKA LÖRCHER und HANS-PETER B. STUTZ.

Die Funktionsweise eines *geolocators* ist in Abb. C-47 erläutert. Die Berechnung des Breitengrads ist von der Jahreszeit abhängig: Je weiter entfernt die Messungen zeitlich von der Tag-Nacht-Gleiche sind, umso genauer sind sie. Die geographische Länge ist vom Datum unabhängig; deshalb werden die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten als Ellipsen dargestellt, die höher als breit sind.

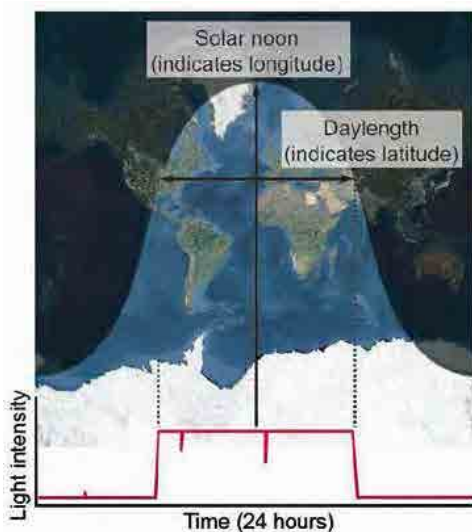


Abb. C-47: Funktionsweise von Geodatenloggern.

Die Tageslänge (Zeit, in der die Sonne sichtbar ist) variiert mit dem Breitengrad, der Zeitpunkt des Sonnenhöchststandes an einem Tag (genau die Hälfte zwischen Sonnenauf- und -untergang) variiert mit dem Längengrad. Diese beiden Variablen bestimmen den Ort auf der Erde. *Geolocator* speichern die Lichtintensität in regelmäßigen Abständen. In der Dämmerung sorgt Serienlichtmessung in Verbindung mit dem Sonnenstand (Winkelmessung) für die Ortsbestimmung.

Quelle: www.animalmigration.org/geolocation/index.htm

C.2.2.3 Datenauswertung

Mit einer programmierten Taktrate von 1 oder 5 Minuten werden Lichtstärke und Uhrzeit registriert (Abb. C-48 bis C-52). Die für die Bestimmung der Koordinaten notwendigen Parameter ergeben sich aus dem jeweils ersten und letzten Datenpunkt eines Tages: Aus der Tageslänge wird der Breitengrad ermittelt, die Uhrzeit des Sonnenaufgangs bestimmt indirekt

über den daraus errechenbaren Sonnenhöchststand den Längengrad (Abb. C-47). Die Koordinaten sind mit einer gewissen Unschärfe behaftet, die für den Breitengrad bei bis zu 200 km und für den Längengrad bei bis zu 100 km liegen kann (LISOVSKI et al. 2012). Diese Unschärfe würde jedoch die Ermittlung großräumiger Migrationsbewegungen nicht behindern. Auslesung und Analyse der Daten wurden von der Schweizer Vogelwarte mit der selbst entwickelten Software SolarEventEditor durchgeführt (SVW 2014). Anschließend wurden die Positionen mit der R-Package GeoLight bestimmt (LISOVSKI et al. 2014).

Zur Kalibrierung der Lokalisierung sollte der Logger vor dem Versuch idealerweise am Markierungsort exponiert sein (hier am Fledermauskasten) oder, besser noch, zu Beginn des Versuchs eine stationäre Phase des Tieres beinhalten.

C.2.3 Ergebnisse

C.2.3.1 Überblick

Im Sommer 2013 konnten insgesamt 9 von 22 Loggern (41%) vom Typ GDL2-6 nach wenigen Tagen oder Wochen wiedergefunden werden (5 Große Abendsegler, 2 Kleine Abendsegler, 2 Rauhautfledermäuse). Bei weiteren Kurzzeittests wurde 2014 ein Rauhautfledermaus-Logger vom Typ GDL2-9 wieder eingesammelt, von 6 Loggern an *N. leisleri* wurde keiner wiedergefunden.

Für einen Langzeittest mit GDL2-9 wurden 12 *N. noctula*-Logger mit einem Halsband befestigt. Im Frühjahr 2015 sollten diese Tiere möglichst nach zwei Migrationsperioden in ihrem Sommergebiet wiedergefangen werden. Dies gelang nicht. Die Resultate fasst Tab. C-5 zusammen.

Tab. C-5: Übersicht über die gesammelten Daten von insgesamt 10 wiedergefundenen Loggern im Sommer 2013 und 2014.

Zeit in UTC, entspricht MESZ - 2 Stunden); Lichtwerte: Anzahl detektierte Sonnenauf- (SA) und -untergänge (SU); Bearbeiter: TORSTEN BLOHM (TB), FABIO BONTADINA (FB), FRANZISKA LÖRCHER (FL), WIGBERT SCHORCHT (WS), JULIA PRÜGER (JP), KLAUS-PETER WELSCH (KPW), CHRISTOPH TREß (CT); grau hinterlegt = Logger zurückgehalten.

Nyctalus noctula, Carmzower Wald/BB 53°22'N 14°03'E

			Logger							Tier				
	Fang	1. Wiederfang (fett = Abnahme Logger)	Bemerkung (WF=Wiedergefang)	Typ	ID	Beginn Datenaufzeichnung	Ende Datenaufzeichnung	Datentage	Lichtwerte	Ringnummer	Geschlecht	Alter	Befestigung	Bearbeiter
1	06.07.13	14.07.13	weitere WF 27.07., 22.09.13 (in Paarungskondition)	GDL2-6	11GA	03.06.13 10:23	11.12.13 11:20	9	2 SA, 6 SU	A107213	m	ad	Fell	TB
2	06.07.13	14.07.13	weitere WF 27.07., 22.09.13 (in Paarungskondition) u. 23.05.14	GDL2-6	11GG	03.06.13 10:24	10.12.13 16:04	9	1 SU	A65912	m	ad	Fell	TB
3	18.08.13	27.08.13	keine späteren WF	GDL2-6	11FD	04.06.13 10:43	11.12.13 11:17	10	4 SA, 9 SU	A51532	m	ad	Fell	TB
4	18.08.13	27.08.13	weiterer WF 22.09.13 (in Paarungskondition)	GDL2-6	11GN	03.06.13 10:25	18.08.13 11:26	1	keine	A107958	m	ad	Fell	TB
5	18.08.13	27.08.13	weiterer WF 18.07.14	GDL2-6	11GM	03.06.13 10:22	11.12.13 11:26	10	2 SA, 7 SU	A51535	m	ad	Fell	TB
6	14.07.13	22.06.14	weitere WF 18.07.14. u. 17.07.15	GDL2-6	11GF					A108209	m	ad	Fell	TB
7	14.07.13	27.07.13	weiterer WF 22.09.13 (in Paarungskondition)	GDL2-6	11FN					A107940	m	ad	Fell	TB
8	14.07.13		2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11FE					A114970	m	ad	Fell	TB
9	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JQ					A121602	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
10	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JB					A121613	w	juv	Halsband	TB, FB, FL

				Logger						Tier				
	Fang	1. Wiederfang (fett = Abnahme Logger)	Bemerkung (WF=Wiederafang)	Typ	ID	Beginn Datenaufzeichnung	Ende Datenaufzeichnung	Datentage	Lichtwerte	Ringnummer	Geschlecht	Alter	Befestigung	Bearbeiter
11	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JG					A121758	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
12	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JE					A121342	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
13	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JZ					A121531	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
14	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15IT					A121683	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
15	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15IU					A121409	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
16	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JD					A121563	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
17	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JH					A121781	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
18	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JC					A102343	w	ad	Halsband	TB, FB, FL
19	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15KJ					A121600	w	juv	Halsband	TB, FB, FL
20	02.08.14		2015 kein WF	GDL2-9	15KA					A121736	w	juv	Halsband	TB, FB, FL

Nyctalus leisleri, Kaiserweg/TH 50°40'N 10°20'E

				Logger						Tier				
	Fang	1. Wiederfang (fett = Abnahme Logger)	Bemerkung (WF=Wiederrfang)	Typ	ID	Beginn Datenaufzeichnung	Ende Datenaufzeichnung	Datentage	Lichtwerte	Ringnummer	Geschlecht	Alter	Befestigung	Bearbeiter
1	28.07.13	22.08.13	Logger ohne Tier; 2014, 2015 kein WF	GDL2-6	11LV	05.07.13 00:00	31.07.13 22:09	4	keine	B90003	w	juv	Fell	WS, JP, KPW
2	28.07.13	22.08.13	Logger ohne Tier; 2014, 2015 kein WF	GDL2-6	11MD	05.07.13 00:00	30.07.13 09:23	3	keine	B90008	w	juv	Fell	WS, JP, KPW
3	28.07.13	10.08.13	Tier ohne Logger; 2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11LY					B90001	m	juv	Fell	WS, JP, KPW
4	28.07.13		2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11LS					B90002	m	juv	Fell	WS, JP, KPW
5	28.07.13	09.08.14	Tier ohne Logger, weiterer WF 25.07.15	GDL2-6	11ME					B90004	w	juv	Fell	WS, JP, KPW
6	28.07.13		2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11MG					B90005	m	juv	Fell	WS, JP, KPW
7	28.07.13		2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11MB					B90006	m	juv	Fell	WS, JP, KPW
8	28.07.13		2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11CS					B90009	m	juv	Fell	WS, JP, KPW
9	13.07.14	26.07.14	Tier ohne Logger	GDL2-9	15IN					B88478	w	ad	Fell	WS, JP, KPW
10	13.07.14		2015 kein WF	GDL2-9	15KD					B11546	w	ad	Fell	WS, JP, KPW
11	13.07.14	09.08.14	Tier ohne Logger	GDL2-9	15JV					B90030	w	ad	Fell	WS, JP, KPW

				Logger						Tier				
	Fang	1. Wiederfang (fett = Abnahme Logger)	Bemerkung (WF=Wiederafang)	Typ	ID	Beginn Datenaufzeichnung	Ende Datenaufzeichnung	Datentage	Lichtwerte	Ringnummer	Geschlecht	Alter	Befestigung	Bearbeiter
12	13.07.14	26.07.14	Tier ohne Logger; weiterer WF 9.8.14	GDL2-9	15JY					B88468	w	ad	Fell	WS, JP, KPW
13	13.07.14	26.07.14	Tier ohne Logger, weiterer WF 9.8.14 u. 8.8.15	GDL2-9	15KC					B88465	w	ad	Fell	WS, JP, KPW
14	13.07.14		2015 kein WF	GDL2-9	15JI					B90040	w	ad	Fell	WS, JP, KPW

Pipistrellus nathusii, Wooster-Teerofen/MV 53°35'N 12°13'E

1	18.07.13	31.07.13	weitere WF 2014 u. 2015	GDL2-6	11MA	05.07.13 00:00	18.07.13 03:02	0		B81956	m	ad	Fell	CT, WS
2	18.07.13	30.07.13	2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11MH	05.07.13 00:00	11.12.13 11:11	13	keine	O66816	m	ad	Fell	CT, WS
3	18.07.13	11.09.14	Tier ohne Logger; 2015 kein WF	GDL2-6	11LT					B81964	m	ad	Fell	CT, WS
4	18.07.13	24.08.13	Tier ohne Logger; 2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	9OX					O49562	m	ad	Fell	CT, WS
5	18.07.13	24.08.13	Tier ohne Logger; 2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11MF					O66805	m	ad	Fell	CT, WS

				Logger						Tier				
	Fang	1. Wiederfang (fett = Abnahme Logger)	Bemerkung (WF=Wiederafang)	Typ	ID	Beginn Datenaufzeichnung	Ende Datenaufzeichnung	Datentage	Lichtwerte	Ringnummer	Geschlecht	Alter	Befestigung	Bearbeiter
6	18.07.13		2014 u. 2015 kein WF	GDL2-6	11LX					O66827	m	ad	Fell	CT, WS
7	17.07.14	23.07.14	2015 kein WF	GDL2-9	15IJ			6	5 SA, 6 SU	O66792	m	ad	Fell	CT, WS
8	17.07.14	19.08.14	Tier ohne Logger, 2015 kein WF	GDL2-9	15KE					O81046	m	ad	Fell	CT, WS
9	17.07.14	19.08.14	Tier ohne Logger, 2015 kein WF	GDL2-9	15IO					O81197	m	ad	Fell	CT, WS
10	17.07.14	11.09.14	Tier ohne Logger	GDL2-9	15IH					O66425	m	ad	Fell	CT, WS
11	17.07.14	19.08.14	Tier ohne Logger; weiterer WF 2015	GDL2-9	15II					O31670	m	ad	Fell	CT, WS
12	17.07.14	15.07.15	Tier ohne Logger	GDL2-9	15IK					B81989	m	ad	Fell	CT, WS

C.2.3.2 *Nyctalus noctula* (Großer Abendsegler)

2013: Vier der fünf wiedergefundenen Logger haben über den gesamten Testzeitraum Daten aufgezeichnet (Tab. C-5, IDs 11GA, 11GG, 11FD, 11GM), ein Chip (ID 11GN) hat jedoch bereits am Tag, als die Fledermaus markiert wurde, die Funktion eingestellt.

Es konnten 39 Datennächte ausgelesen werden; sie beinhalten Ereignisse von 31 Sonnenauf- und -untergängen bei 4 Tieren. Die Daten reichten für die Berechnung der Position von 3 Tieren aus.

Es lassen sich die registrierten Lichtkurven der Logger darstellen, die eine Identifikation von Sonnenauf- oder -untergang ermöglichen. Als Beispiel werden die Ergebnisse des Loggers 11FD gezeigt (Abb. C-48 bis C-52). Zur Interpretation der Lichtkurven: Die Y-Achse zeigt die Lichtintensität in einer 64-stufigen Auflösung; sie ändert sich je nach lokaler Beschattung oder Sonnenexposition. Die GDL2-6-Logger haben im Einsatz bei einem Sonnenstand von -4° noch Licht gemessen. In den Abbildungen ist das an den Stellen, an denen der Lichtwert am kleinsten ist (Pfeil). Die Zeitachse gibt die Uhrzeit in UTC an; das entspricht MESZ minus 2h.

Die Fledermäuse sind jeweils ziemlich genau zu dem Zeitpunkt, als die Lichtintensität die Empfindlichkeitsschwelle des Loggers erreichte, ein- bzw. ausgeflogen. Entsprechend wurden Auf- und Untergänge z.T. aufgezeichnet, z.T. nicht, wobei interessanterweise die Datenaufnahme am Abend besser zu sein schien als am Morgen.

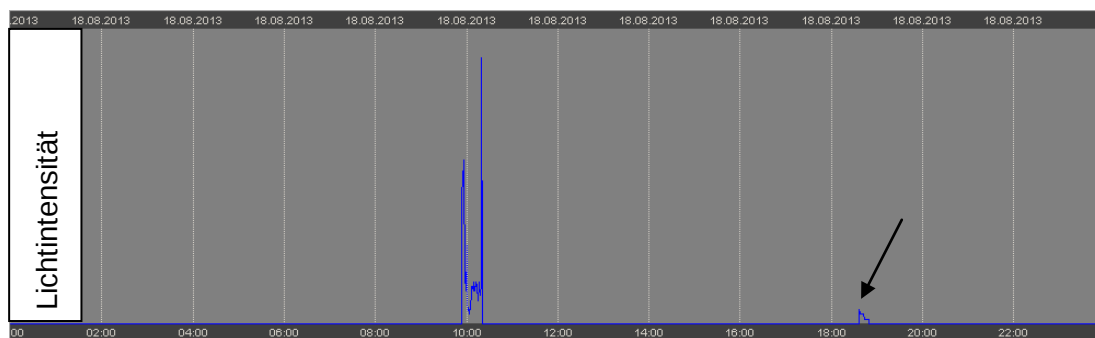


Abb. C-48: Loggerdaten 11FD *N. noctula*, 18.8.2013.

Markierung um 11:50h MESZ (UTC+2h), dann erster Ausflug um ca. 20:30h (Pfeil).

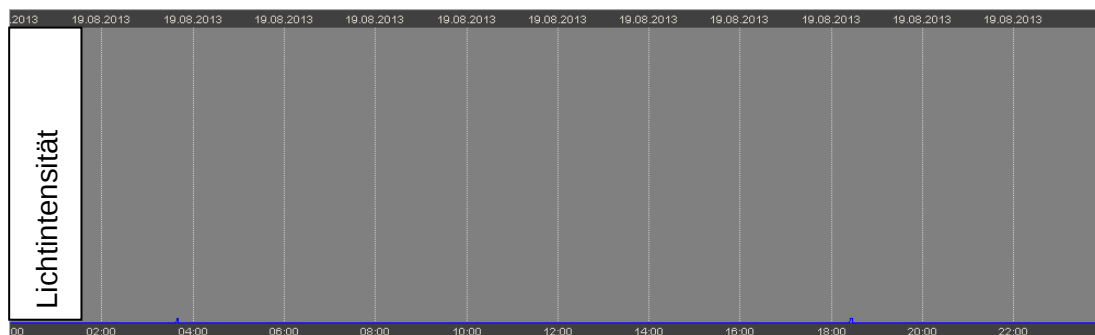


Abb. C-49: Loggerdaten 11FD *N. noctula*, 19.8.2013.

Einflug um kurz vor 6:00h MESZ (UTC+2h) knapp erfasst, Ausflug nach 20:00h knapp erfasst.

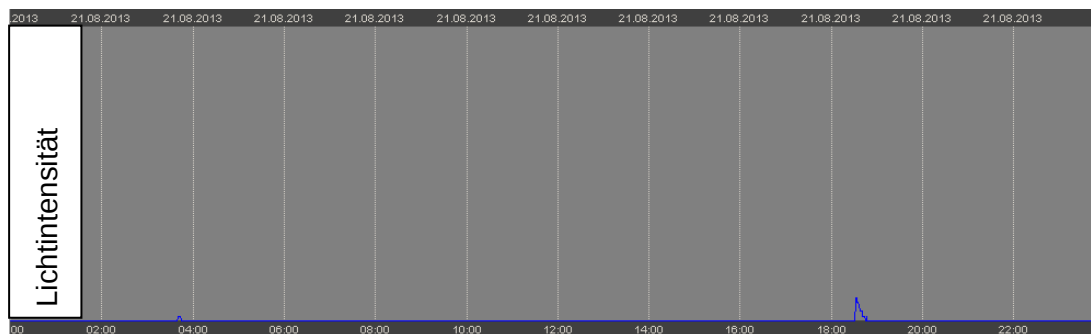


Abb. C-50: Loggerdaten 11FD *N. noctula*, 21.8.2013.

Einflug um kurz vor 6:00h MESZ (UTC+2h) knapp erfasst, Ausflug gegen 20:30h gut erfasst.

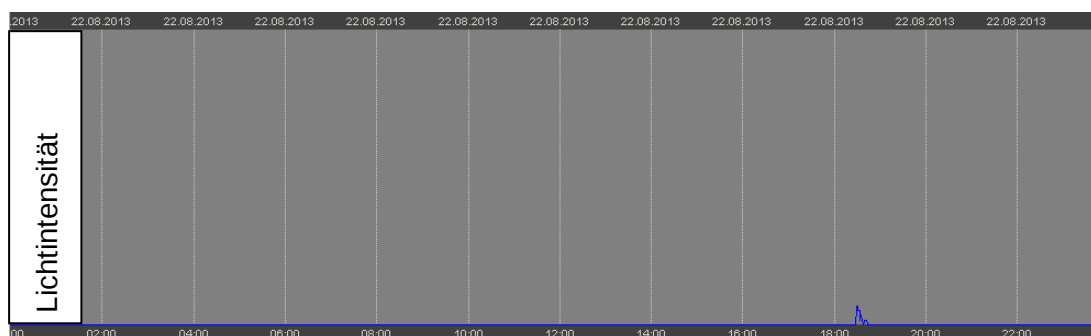


Abb. C-51: Loggerdaten 11FD *N. noctula*, 22.8.2013.

Einflug nicht erfasst, Ausflug um ca. 20:20h MESZ (UTC+2h) gut erfasst.

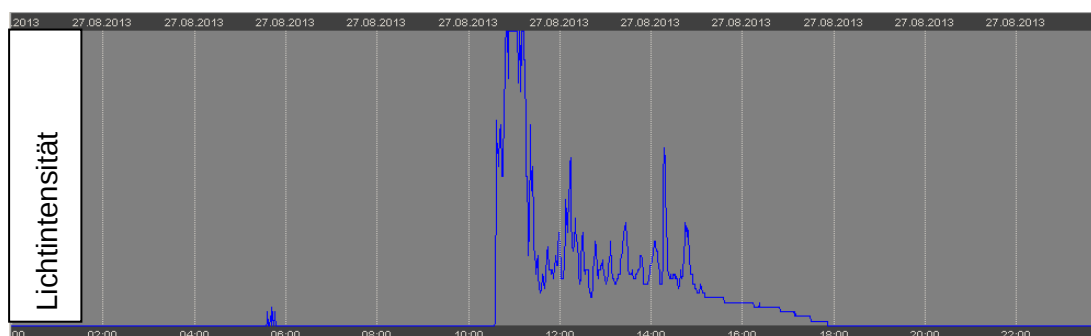


Abb. C-52: Loggerdaten 11FD *N. noctula*, 27.8.2013.

Einflug nicht erfasst, aber Lichteinfluss, möglicherweise durch Sonneneinstrahlung oder Taschlampenlicht um kurz vor 8:00h MESZ (UTC+2h), Rückfang und Abnahme des Loggers um ca. 12:45h, dann Lichtexposition bis Sonnenuntergang um kurz vor 20h.

Positionsberechnung

In Abb. C-53 ist der Markierungsort der Großen Abendsegler bei Prenzlau in der Uckermark (BB) im Carmzower Wald markiert. Die drei Farben stellen die drei Individuen dar, von denen Positionen berechnet werden konnten.

Bei den grünen Punkten stimmt die geographische Breite am besten. Zu erklären ist dies durch den zeitlich größten Abstand der Daten von der Tag- und Nachtgleiche. Die roten Punkte liegen im Schnitt ca. 140 km abseits, obwohl dieselben Daten für die Eichung ver-

wendet wurden. Der Grund dafür ist, dass diese Daten bereits ziemlich nahe (ca. 1 Monat) an der herbstlichen Tag- und Nachtgleiche liegen.

Die beiden Ausreißer weit im Süden (Österreich) beruhen auf einem etwas unsicheren Sonnenuntergang. Dieser Sonnenuntergang umfasst nur gerade eine einzige Lichtmessung (Wert 1). Es ist gut möglich, dass die Fledermaus kurz aus dem Kasten ausgeflogen ist, dann aber wieder ins Quartier zurückkehrte und erst später bei Dunkelheit nochmal zur längeren Jagd ausflog. Längere Zeitreihen würden erlauben, solche Fehler zu korrigieren.

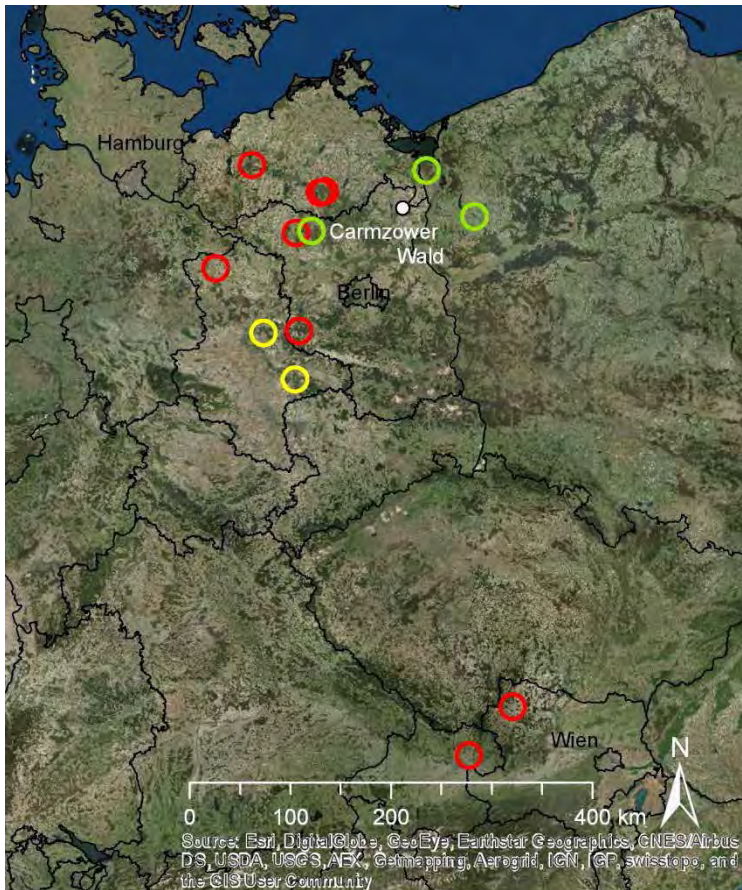


Abb. C-53: Positionsrechnungen für drei *Nyctalus noctula*.

Weiter ist zu erkennen, dass die Positionen im Schnitt etwas zu weit westlich liegen. Dies hängt wohl damit zusammen, dass hinsichtlich des Sonnenstandswinkels am Morgen und Abend eine leichte Asymmetrie besteht. Grund hierfür könnte wiederum sein, dass der Ort, an welchem sich die Fledermäuse zu diesen Zeiten aufgehalten haben (sehr wahrscheinlich in der Nähe des Quartiers) am Morgen und Abend unterschiedlich gut gegen die Sonne exponiert ist (z.B. könnte die Richtung des Sonnenaufgangs von einem Gebäude verdeckt werden, die des Sonnenuntergangs jedoch nicht).

Normalerweise werden bei der Auswertung nicht Einzelpunkte ausgewertet, sondern es werden mit statistischen Verfahren Perioden von stationären Positionen von Bewegungsperioden getrennt und für die stationären Perioden Aufenthaltswahrscheinlichkeiten von einer Punkteserie (mit *kernel density distributions*) ermittelt. Die Datenmenge dieser Testphase war für einen solchen Auswerteschritt nicht ausreichend.

2014: Alle 12 Logger von Typ GDL2-9 wurden per neu entwickeltem Halsband an den Abendseglern befestigt mit dem Ziel, die Tiere im Frühjahr 2015 nach zwei Migrationsperioden wieder zurückzufangen und die Logger einzusammeln.

Bei den mindestens wöchentlichen Kastenkontrollen im Anschluss an den Fang am 2. 8.2014 wurden anhand der Reflexfolie nochmal drei Loggertiere am 10. und 18. 8.2014 und eins am 24.8.2014 gesichtet. Augenscheinlich unterschieden sie sich nicht von den anderen Abendseglern, mit denen sie die Quartiere teilten. Innerhalb von sechs Wochen verringerte sich die Abendseglerzahl bis Mitte September 2014 in den Kästen von ca. 160 sukzessive auf knapp 50 Tiere, verblieb bis Mitte November auf diesem Niveau und nahm dann allmählich weiter ab, bis am 15.12.2014 das letzte Männchen im Wochenstubengebiet beobachtet wurde. Man kann deshalb davon ausgehen, dass die Loggertiere ganz normal aus dem Wochenstubengebiet abgezogen sind.

Von den Loggertieren gelang 2015 kein Wiederfund. Demgegenüber wurden 10 der 17 (16 juv., 1 ad.) ebenfalls am 2.8.2014 gefangenen aber nicht mit einem Logger versehenen Weibchen 2015 unter 235 gefangenen adulten Weibchen mit ihrem Nachwuchs am Beringungsort kontrolliert. Diese Wiederfundrate von 59% ist im Vergleich zu den Vorjahren überdurchschnittlich hoch.

Über die Ursachen dieses erstaunlichen Ergebnisses kann nur spekuliert werden (s.u. Diskussion C.2.4).

C.2.3.3 *Nyctalus leisleri* (Kleiner Abendsegler)

2013: Beim Kleinen Abendsegler haben beide Logger während des Versuchs den Betrieb eingestellt. Das kann ein unglücklicher Zufall gewesen sein, vielleicht spielte aber auch eine erhöhte mechanische Belastung eine Rolle, z.B. beim Zugang zum Quartier.

Dennoch sind insgesamt Daten von 7 Tagen vorhanden, allerdings wurden keine Lichtwerte aufgezeichnet. Das bedeutet, diese Fledermäuse haben die Quartiere erst verlassen, als es schon zu dunkel war, und sind so früh eingeflogen, dass die Logger noch kein Licht detektieren konnten (s. Bsp. Logger 11LV am 29.7.2013, Abb. C-54).

2014: Von den 6 vergebenen GDL2-9-Loggern konnte keiner wieder eingesammelt werden. Zwar wurden vier Tiere nach wenigen Wochen wiedergefangen, diese hatten jedoch alle den auf den Rücken geklebten Datenlogger bereits verloren.

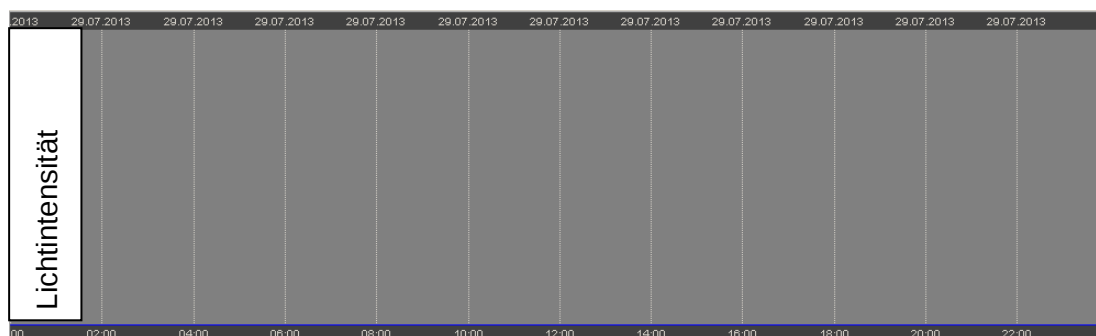


Abb. C-54: Loggerdaten 11LV *N. leisleri*, Nacht vom 29.7.2013.
Keine Lichtwerte registriert.

Für den Kleinen Abendsegler liegen demzufolge vom lichtempfindlicheren Loggertyp (GDL2-9) keine direkt auf den Tieren gesammelten Daten vor. Man kann jedoch davon ausgehen, dass dieser erfolgreich auf einer Rauhautfledermaus getestete Loggertyp (s.u.) auch für *N. leisleri* eine Option zur Untersuchung der großräumigen Migration wäre. Allerdings stellt diese Art aufgrund ihrer kompakten Körperform noch größere Herausforderungen an eine funktionelle und tiergerechte Langzeitbefestigung, insbesondere auch, da sie häufig enge Spalten nutzt, was die mechanischen Ansprüche erhöht.

C.2.3.4 *Pipistrellus nathusii* (Rauhautfledermaus)

2013: Bei der Rauhautfledermaus ist ein GDL2-6-Logger offenbar kurz vor dem Anbringen ausgefallen, der andere lief bis zum Ende (11MH). Während der 13 Tage, die der Logger Daten auf dem Tier sammeln konnte, wurde kein einziger Lichtwert aufgezeichnet. Nachdem der Logger von der Fledermaus abgenommen und dem Licht exponiert wurde, sind wieder Daten erkennbar; die fehlenden Lichtdaten sind also nicht auf eine Fehlfunktion des Loggers zurückzuführen, sondern darauf, dass diese Rauhautfledermaus das Quartier erst verlassen hat, als es schon zu dunkel für eine Datenaufzeichnung war.

2014: Ein GDL2-9-*geolocator* konnte sechs Tage nach der Befestigung auf dem Tier wieder eingesammelt werden. Im Gegensatz zu 2013 wurden mit diesem lichtempfindlicheren Modell erfolgreich Daten aufgezeichnet, d.h. dieser Loggertyp bietet die technischen Voraussetzungen, um den Ein- und Ausflug der Rauhautfledermaus zu erfassen. Licht wurde bis zum Sonnenstand von -7.5° detektiert.

Positionsberechnung

In Abb. C-55 bezeichnet das weiße Dreieck Fang- und Markierungsort für die Rauhautfledermaus in Wooster-Teerofen (MV). Kreise und Quadrate stellen die Positionen dar, die aus den 11 Datenpunkten generiert werden konnten, wobei Kreise Nachtortungen, aus den Messungen von Sonnenuntergang (SU) und Sonnenaufgang (SA), und Quadrate Tagortungen, aus SA/SU berechnet, bedeuten. Rote Symbole sind Positionen vom 17.-19.7.2014, gelbe vom 20.-22.7.2014. Auffällig ist, dass die Positionen bis zum 19. Juli im Norden liegen, ab dem 20. Juli im Süden. Es ist gut denkbar, dass das markierte Männchen zuerst ein Quartier nördlich des Markierungsortes und anschließend ein Quartier südlich genutzt hat.

Aufgrund der räumlichen Unterschiede zwischen den Tagespositionen (wo die Fledermaus sicher im selben Quartier verblieben ist) und den Nachtpositionen (wo die Fledermaus möglicherweise ihr Quartier gewechselt hat) sind allerdings keine systematischen Unterschiede sichtbar, die auf einen Quartierwechsel deuten.

Die Datenaufnahme lag zeitlich 2 Monate vor der herbstlichen Tag- und Nachtgleiche; die Ortsbestimmungen sind damit wahrscheinlich als vergleichsweise genau einzustufen. Die größte Abweichung vom Fangort beträgt 95 km. Rein theoretisch liegt diese Entfernung zwar im Bereich der möglichen Flugleistung innerhalb einer Nacht (PETERSONS 1990), allerdings stammen solche Werte aus der Migrationsphase. In unserem Fall gehen wir aber davon aus, dass das Männchen ein Paarungsgebiet besetzt hat und folglich relativ stationär sein sollte.

Zudem wurde das Tier auch am Fangort selbst wieder aufgegriffen. Die Daten stellen damit also möglicherweise eher eine normale Streuung dar.

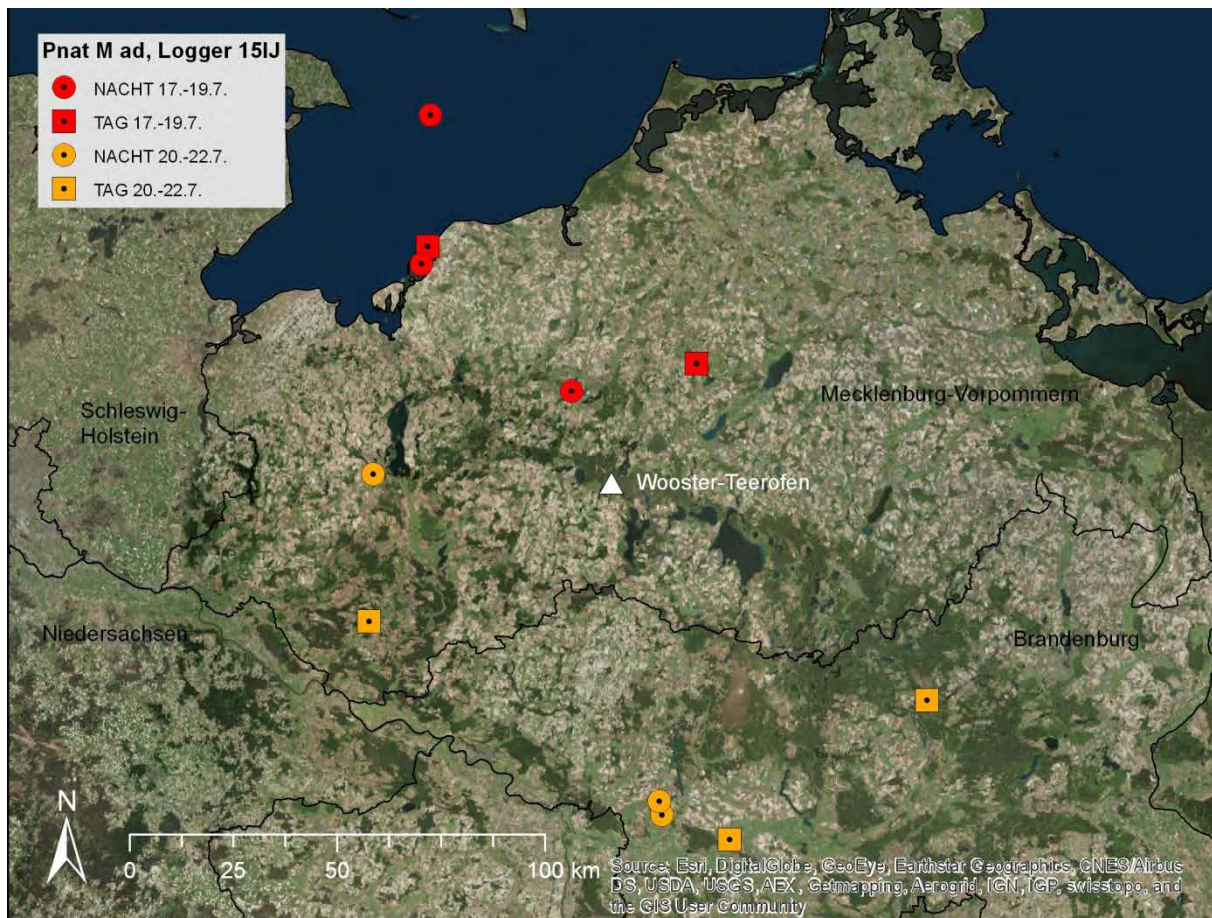


Abb. C-55: Positionsrechnungen für die männliche *Pipistrellus nathusii* 2014 mit dem Logger 15IJ. Erläuterungen s. Text.

C.2.4 Diskussion

Ziel des Testlaufs mit Geodatenloggern war, zu bewerten, ob diese Methode für die Erforschung der Migrationswege von Fledermäusen, also nachtaktiven Tieren, geeignet ist und zu neuen Erkenntnissen führen kann. Dazu standen zwei Fragen im Vordergrund:

1. Registrieren die Geodatenlogger zur Aktivitätszeit der Fledermäuse noch Lichtwerte?
2. Ist eine funktionelle und tiergerechte Anbringung der Geolokatoren über den Zeitraum von zwei Migrationsperioden hinweg bei spalten- und baumhöhlenbewohnenden Fledermäusen möglich?

Die Auswertung der Daten aus 2013 hat artabhängig unterschiedliche Resultate und dadurch die Notwendigkeit von technischen Verbesserungen aufgezeigt. Mit den im zweiten Testjahr verwendeten Geodatenloggern, die bei gleichem Gewicht eine höhere Lichtempfindlichkeit aufwiesen, sah der Ansatz insgesamt sehr vielversprechend aus. Während für zwei Kleine

Abendsegler und eine Rauhaufledermaus im ersten Jahr mit dem Loggertyp GDL2-6 aufgrund des späten Ausflugs und offenbar frühen Einflugs keine Sonnenauf- oder -untergänge detektiert werden konnten, funktionierte die Technik 2014 nach Verbesserung der Lichtempfindlichkeit von -6° auf -9° Sonnenstand nun nachweislich für den Großen Abendsegler als auch für die Rauhaufledermaus. Auch für den Kleinen Abendsegler, von dem keine direkten Daten vorliegen, darf damit angenommen werden, dass mit dem lichtempfindlicheren Logger prinzipiell auswertbare Daten aufgezeichnet werden können. Die erste Frage kann also zufriedenstellend und positiv beantwortet werden: Die Tageslicht-Geodatenlogger GDL2-9 sind prinzipiell für den Einsatz in den Dämmerungsphasen bei allen drei nachtaktiven Fledermausarten geeignet.

Grundsätzlich muss man zu dieser Technik jedoch auch verstehen und akzeptieren, dass, anders als bei Telemetriestudien, die gewonnenen Daten (Koordinaten) keine Aussagen über den exakten Aufenthaltsort, sondern eher über die Überbrückung großer Distanzen erlauben. Der Grund dafür liegt in einer Unschärfe der Daten von bis zu ca. 150-200 km im Breitengrad und 100 km im Längengrad. Auch wenn das auf den ersten Blick ungünstig erscheint, so haben mittlerweile zahlreiche ornithologische Untersuchungen gezeigt, dass diese Technik im überregionalen (kontinentalen) Kontext gesehen und eingesetzt werden muss. Dann ist es möglich, ein Gesamtbild über großräumige Migrationsbewegungen zu erhalten und dabei können dann auch ausstehende Antworten auf grundsätzliche Fragen – beispielsweise, wie weit die Wanderung im Herbst in den Süden reicht – plötzlich neue Impulse erhalten. Untersuchungen zu genauen Zugwegen oder Landschaftsanalysen zu Überwinterungsgebieten, der Bedeutung von bestimmten Landschaftsstrukturen wie Flusstälern oder Bergketten lassen sich mit dieser Methode jedoch nicht durchführen.

Bei der tiergerechten Anbringung der Geolokatoren muss zwischen den kurzzeitigen Tests und dem Langzeitversuch unterschieden werden. Für die kurzzeitigen Tests wurden die Datenlogger nur auf das Rückenfell geklebt, was teilweise jedoch zu einem verfrühten Abfallen führte. Die Erfahrungen aus der Radiotelemetrie haben einerseits gezeigt, dass ins Fell geklebte Markierungen maximal einige Wochen (1 bis 5) auf den Tieren verbleiben. Der Umstand, dass Tiere wiedergefangen wurden, die den Logger bereits verloren hatten, ist andererseits aber auch Indiz dafür, dass die Störung nicht automatisch zum Verlassen des Gebietes führte.

Für den Großen Abendsegler wurde daher für den Langzeitversuch ein Befestigungssystem entwickelt, das das Tier möglichst wenig beeinträchtigen sollte und damit gute Chancen auf das Einsammeln der Daten versprach (s. Abschn. C.2.2.2). Der Feldtest sollte vor allem zeigen, dass die Anbringung die Tiere auch längerfristig nicht schwerwiegend negativ beeinträchtigt und dass die Position der Geolokatoren das Licht genügend gut registriert, unabhängig davon, ob sie auf der Rücken- oder Bauchseite sind. Ein Verrutschen auf die Bauchseite konnte nicht ausgeschlossen werden, da die Logger nicht auf dem Rücken festgeklebt wurden. Aus technischen Gründen musste mit einem technisch bedingten Ausfall der Datenaufzeichnung bei rund 50% der Geolokatoren gerechnet werden. Zusätzlich liegt erfahrungsgemäß die Rückfangquote bei den diesjährigen Weibchen normalerweise deutlich unter 60%. Diese beiden Faktoren bedingten, dass insgesamt eine größere Anzahl an Tieren ($n=12$) mit Loggern bestückt wurde. Aufgrund der guten Erfahrungen zur Erfassbarkeit der notwendigen Dämmerungsdaten und der relativ hohen Stichprobengröße sahen wir gute Chancen, über die zwei Migrationsperioden Herbst 2014 und Frühjahr 2015 erstmals indivi-

duelle Daten zu großräumigen Migrationsbewegungen des Großen Abendseglers erhalten zu können.

Trotz wochenlanger intensiver Suche konnte keines der 12 Logger-Weibchen wiedergefangen oder beobachtet werden. Nachfolgend werden deshalb einige – allerdings rein spekulative – Überlegungen zu potenziellen Gründen dieses sehr überraschenden und enttäuschenden Ergebnisses diskutiert.

C.2.4.1 Hypothesen zur Erklärung des Ausbleibens der Rückfänge der Weibchen

1. Die Tiere meiden aufgrund der Störung das Markierungs-Quartier

Es wäre denkbar, dass die markierten Tiere groß- oder kleinräumig andere Sommerquartiere wählen. Hätten die Markierung oder die Logger einen störenden Einfluss gehabt, dann wäre zu erwarten gewesen, dass die Tiere das Gebiet unmittelbar nach der Behandlung verließen. Dies war aber für mindestens drei Tiere nicht der Fall, die noch bis drei Wochen nach dem Fang in Kästen gesichtet werden konnten. Sie schienen äußerlich unversehrt und Halsband mit Logger augenscheinlich gut zu vertragen. Der Anteil der rückkehrenden juvenilen Weibchen (Ringtiere ohne Logger), die am selben Tag und im selben Waldstück gefangen wurden wie die Loggertiere, lag 2015 im Bereich von 60% und damit höher als üblich.

Da im Untersuchungswald eine Vielzahl an kontrollierbaren Quartieren vorhanden ist, hätte zumindest ein Teil der Tiere auch an einem anderen Quartier gefunden werden können. Es ist wenig wahrscheinlich, dass nur die Loggertiere – und nicht die übrigen markierten Tiere – bei der Rückkehr in den Carmzower Wald lokal ein neues Quartier aufsuchten und die Quartiere, aus denen sie im Vorjahr gefangen wurden, gänzlich mieden. Dagegen spricht auch, dass einige Loggertiere wie oben erwähnt 2014 noch mehrmals nach dem Fang in Kästen beobachtet werden konnten.

Nach mehr als 40 Jahren populationsökologischer Studien am Abendsegler im Carmzower Wald kann aus Erfahrung gesagt werden, dass das Verlassen des Gebietes aufgrund von Fang oder einer Manipulation wie Beringung, Besenderung, Markierung mit Loggern oder GPS mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Selbst massive Störungen führen lediglich zu einem Quartierwechsel, meist nur über geringe Entfernungen. Diese Hypothese kann also so gut wie ausgeschlossen werden.

2. Die Tiere stammten nicht aus dem Carmzower Wald

Im August markierte Tiere werden seltener wiedergefunden als im Juli markierte, weil sich unter den Augusttieren schon ein gewisser Anteil an Durchzüglern unbekannter Herkunft befindet. Im konkreten Fall ist das jedoch nicht relevant, weil die allermeisten am 2.8.2014 im Carmzower Wald gefangenen Tiere nachweislich auch dort geboren wurden.

3. Die Tiere starben natürlicherweise während der Winterperiode

Die Tiere könnten in ihren Winterquartieren oder auf der Wanderung durch Baumfällung, Erfrierungstod, Felssturz o.ä. „natürliche“ Ereignisse sterben. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass ein solches Ereignis gleich alle Versuchstiere ereilt, da sie in verschiedenen Quartieren

überwintern. Dieses Risiko tragen darüber hinaus auch die Tiere ohne Logger, die überproportional wiedergefangen wurden (s.o.).

4. Erhöhte Mortalität durch Beutegreifer

Es ist bekannt, dass durch ein zusätzliches Gewicht die Manövrierfähigkeit der Fledermäuse abnimmt (ALDRIDGE & BRIGHAM 1988). Wegen der eingeschränkten Mobilität könnten die Tiere leichtere Beute für Beutegreifer gewesen sein. Das vollständige Ausfallen von Rückfängen würde dabei bedeuten, dass die markierungsbedingten Einschränkungen gravierend sind, so dass sie zum Ausfall der ganzen Gruppe geführt haben.

Es wäre auch denkbar, dass eine solche Einschränkung insbesondere während der Zugperiode oder während der Flüge bei Tageslicht (im Herbst) und an regionalen Konzentrationspunkten, wo die Tiere auch massenweise auftreten können, ausgeprägt ist. Dies könnte erklären, weshalb eine zusätzliche Mortalität bei den mit Telemetriesendern markierten Tieren nicht beobachtet wurde; diese Versuchstiere tragen den Sender üblicherweise nicht über mehrere Monate.

5. Reduktion der Fettanreicherung zum Winter

Es wäre denkbar, dass das zusätzliche Gewicht oder das Halsband auf lange Zeit doch so hinderlich waren, dass sie zu einem reduzierten Fangerfolg und einer eingeschränkten Gewichtszunahme geführt haben. Möglicherweise war ab einem gewissen Halsumfang die Nahrungsaufnahme beeinträchtigt weil das Halsband zu eng war, so dass die Tiere nicht genügend Fett für den Winterschlaf zulegen konnten oder gar Probleme mit der Atmung bekamen. Diese Möglichkeit kann nicht ausgeschlossen werden, hätte schwerwiegende Konsequenzen für den Tierschutz und damit wäre die langfristige Anbringung mit fixem Halsband nicht zu akzeptieren. Obwohl die Fledermäuse zur Winterreserve außergewöhnliche Fettdepots anlegen, ist nur schwer vorstellbar, dass die dadurch verursachte Gewichtszunahme zwingend im Halsbereich so stark erfolgen muss, dass sie zu physiologischen Problemen führt. Diese Hypothese könnte anhand von Pfleglingen mit einem Halsband mit tiermedizinischer Überwachung überprüft werden.

Mit unserer Stichprobengröße muss Zufall als Ursache der fehlenden Wiederfänge nahezu ausgeschlossen werden.

Auch wenn noch eine (sehr) kleine Chance besteht, dass 2016 oder später noch Tiere erscheinen, die anhand der Ringe und ggf. Reflexfolien auch nach Abfallen des Halsbandes noch als Versuchstiere identifizierbar sind, ist der augenscheinliche Verlust aller 12 Weibchen ein Misserfolg des Versuchs und nicht akzeptabel.

Die Halsbandtechnik wurde auch in anderen Studien erfolgreich eingesetzt (z.B. BONTADINA et al. 1991, 1999, KRONWITTER 1988, O'MARA et al. 2014), dann allerdings nur für wenige Wochen und im Frühjahr oder Sommer. Nach den Erfahrungen dieser Studien bestanden keine grundsätzlichen Bedenken und das Ergebnis in unserer Untersuchung war deshalb auch nicht vorhersehbar. Zudem wurde zur Einleitung des Versuchs über 6 Wochen ein Abendseglermännchen (Pflegling) in Gefangenschaft mit dem Halsband versehen und sein

Verhalten und die Gewichtsentwicklung usw. beobachtet, wobei keine Auffälligkeiten erkennbar waren.

C.2.4.2 Schlussfolgerungen

Vor dem Hintergrund dieses F+E-Projektes und seinem Charakter als Machbarkeitsstudie muss abschließend festgestellt werden, dass grundsätzlich lichtempfindliche Geodatenlogger methodisch geeignet sind, um bei migrierenden Europäischen Fledermausarten eine Feststellung der Aufenthaltsorte zu ermöglichen. Aktuell ist allerdings der mehrmonatige Einsatz von Geodatenloggern für die Erforschung der Migrationsbewegungen in der hier getesteten Ausführung mit einer Anbringung am Halsband nicht geeignet.

Das Hauptproblem bezieht sich auf die Methode der Loggeranbringung am Tier. Die Kurzzeitversuche haben gezeigt, dass die gesammelten Daten brauchbar und aufschlussreich sind und wertvolle neue Informationen zu den Tierbewegungen bereithalten. Aus der Vogelzugforschung werden aus Geodatenloggerdaten informative Karten vorgestellt (z.B. HOBSON & KARDYNAL 2015), die in dieser Form auch für Fledermäuse wünschenswert sind, um das großräumige Zuggeschehen besser zu verstehen. Da in diesem Versuchsaufbau hauptsächlich die Anbringungstechnik der Schwachpunkt zu sein scheint, sollte über eine Optimierung dieses Punktes nachgedacht werden. Während sich eine zeitlich parallele Studie am Bodensee in einer radiotelemetrischen Langzeituntersuchung ebenfalls der Halsbandtechnik bediente (O'MARA et al. 2014), wurde in den USA eine andere Vorgehensweise gewählt: 17 Individuen zweier Fledermausarten (*Eptesicus fuscus*, *Lasiurus cinereus*) wurden GPS-Sender oder Geodatenlogger mit einem sich auflösenden medizinischen Faden unter Narkose auf den Rücken genäht (CASTLE et al. 2015). Während *E. fuscus* ebenfalls in Spalten übertagt, bezieht *L. cinereus* einzeln Quartiere im Laub von Bäumen. Drei Individuen (davon eine *E. fuscus*) konnten im Frühjahr nach der Bestückung und nach mehr als 200 Tagen (213-227) wiedergefangen werden, weitere Tiere innerhalb einiger Wochen. Nach Aussage der Autoren trug kein Tier offensichtliche Schäden davon. Es bleibt aber unklar, ob diese Befestigungsmethode auch bei spalten- und baumhöhlenbewohnenden Fledermausarten wie den in Europa ziehenden Arten überhaupt funktionieren kann.

Möchte man bei der Halsbandtechnik bleiben, muss diese Anbringungsmethode zunächst so verändert werden, dass sie von Abendseglern über mehrere Monate, vor allem die Wintermonate, ohne Beeinträchtigungen getragen werden kann. Als nächster Schritt wäre dazu z.B. ein weiterer Versuch unter kontrollierten Bedingungen (z.B. große Flugvoliere) mit möglichst mehreren Gefangenschaftstieren und über eine Winterperiode zu konzipieren. Diese Tiere sollten Halsband und Geodatenlogger oder Attrappe tragen, Verhalten, Gewichtsentwicklung usw. müssten regelmäßig überprüft werden. Ein solcher Versuch wäre nach dem aktuellen Misserfolg nun auch eine Voraussetzung, um die generelle Anwendung von Datenloggern (auch von neu entwickelten GPS-Loggern) über längere Zeiträume zu ermöglichen. Bis dass diese Fragen geklärt sind, sollten Halsbänder in Langzeitprojekten, die sich über Herbstmigration und Winter erstrecken, nicht eingesetzt werden.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie steht dem Erfolg – dem erstmaligen Nachweis, dass lichtbasierte Geodatenlogger auch bei nachtaktiven Fledermäusen einsetzbar sind – der offensichtliche Misserfolg gegenüber, dass die eingesetzte Halsbandmethode keine tiergerechte und taugliche Langzeitbefestigung der Logger ist. Wir bedauern diesen Ausgang außeror-

dentlich. Wir hoffen jedoch auch, dass ein solcher Rückschlag keinen Einschnitt in der Erforschung der Wanderbewegungen darstellt. Wie die amerikanische Studie zeigen konnte, haben Geolokatoren (und in naher Zukunft vermutlich auch GPS-Logger) ein hohes Potenzial, den drängenden Fragen zur Migration näher zu kommen.

C.2.5 Literatur

- 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.
- ALTSHULER, D. L., COCKLE, K. L. & BOYLE, W. A. (2013): North American ornithology in transition. – *Biol Lett* 9: 20120876.
- BÄCHLER, E., HAHN, S., SCHAUB, M., ARLETTAZ, R., JENNI, L., FOX, J. W., AFANASYEV, V. & LIECHTI, F. (2010): Year-Round Tracking of Small Trans-Saharan Migrants Using Light-Level Geolocators. – *PLoS ONE* 5 (3); DOI: 10.1371/journal.pone.0009566.
- BAIRLEIN, F., NORRIS, D. R., NAGEL, R., BULTE, M., VOIGT, C. C., FOX, J. W., HUSSELL, D. J. T., & SCHMALJOHANN, H. (2012): Cross-hemisphere migration of a 25 g songbird. – *Biology Letters* 8: 505–507.
- CASTLE, K. T., WELLER, T. J., CRYAN, P. M., HEIN, C. D. & SCHIRMACHER, M. R. (2015): Using sutures to attach miniature tracking tags to small bats for multimonth movement and behavioral studies. – *Ecology and Evolution* 5(14): 2980-2989.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). – *Nyctalus* 9(3): 249-258.
- HILL, R. D. (1994): Theory of geolocation by light levels. In: LE BOEUF B.J. & LAWS R.M., eds. *Elephant Seals: Population ecology, behaviour, and physiology*. Berkeley, CA: University of California Press. pp 227-236.
- HOBSON, K. A. & KARDYNAL, K. J. (2015): Western Veeries use an eastern shortest-distance pathway: New insights to migration routes and phenology using light-level geolocators. – *The Auk* 132: 540-550.
- HOLLAND, R. A. & WIKELSKI, M. (2009): Studying the Migratory Behavior of Individual Bats: Current Techniques and Future Directions. – *Journal of Mammalogy* 90(6): 1324-1329.
- KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera, Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. – *Myotis* 26: 23-85.
- LISOVSKI, S., BAUER, S. & EMMENEGGER, T. (2014): GeoLight: Analysis of light based geolocator data. <http://cran.r-project.org/web/packages/GeoLight/index.html>
- LISOVSKI, S., HEWSON, C. M., KLAASSEN, R. H. G., KORNER-NIEVERGELT, F., KRISTENSEN, M. W. & HAHN, S. (2012): Geolocation by light: accuracy and precision affected by environmental factors. – *Methods in Ecology and Evolution* 3: 603-612.
- NAEF-DAENZER, B. (1993). A new transmitter for small animals and enhanced methods of home-range analysis. – *J. Wildlife Manage.* 57: 680-689.
- O'MARA, M. T., WIKELSKI, M. & DECHMANN, D. K. N. (2014): 50 years of bat tracking: device attachment and future directions. – *Methods Ecol Evol* 5: 311-319.

- PETERSONS, G. (1990): Die Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. – *Nyctalus* 3: 81-98.
- SCHORCHT, W. (1994): Beobachtungen zur Ökologie des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) in einem südthüringischen Vorkommen. – *Naturschutzreport* 7(2): 405-408.
- SMITH, C. S., EPSTEIN, J. H., BREED, A. C., PLOWRIGHT, R. K., OLIVAL, K. J., DE JONG, C., DASZAK, P. & FIELD, H. E. (2011): Satellite Telemetry and Long-Range Bat Movements – *PLoS ONE* 6(2): e14696.
- STUTCHBURY, B. J. M., TAROF, S. A., DONE, T., GOW, E., KRAMER, P. M., TAUTIN, J., FOX, J. W. & AFANASYEV, V. (2009): Tracking Long-Distance Songbird Migration by Using Geolocators. – *Science* 323(5916): 896-896.
- TØTTRUP, A. P., KLAASSEN, R. H. G., STRANDBERG, R., THORUP, K., KRISTENSEN, M. W., JØRGENSEN, P. S., FOX, J., AFANASYEV, V., RAHBK, C. & ALERSTAM, T. (2012): The annual cycle of a trans-equatorial Eurasian–African passerine migrant: different spatio-temporal strategies for autumn and spring migration. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279(1730): 1008-1016.
- TRESS, J., BIEDERMANN, M., GEIGER, H., PRÜGER, J., SCHORCHT, W., TRESS, C. & WELSCH, K.-P. (2012): Fledermäuse in Thüringen. 2. Aufl. – *Naturschutzreport* 27: 1-656.

C.3 Telemetry von *Nyctalus noctula* zu Beginn der Frühjahrsmigration

ANGELIKA MESCHEDI, ANDRES BECK, MARTIN BIEDERMANN, MICHAEL FRANZ, INKEN KARST, FARNZISKA LÖRCHER, WIGBERT SCHORCHT, FABIO BONTADINA

C.3.1 Einführung

Das Wissen über den direkten Fledermauszug ist wegen der kryptischen und nächtlichen Lebensweise und der geringen Größe der Tiere eher rudimentär. Auch wenn gerade in den vergangenen Jahren enorme technische Entwicklungen stattgefunden haben und derzeit in der Entwicklung sind, die es ermöglichen auch kleinere Arten zu untersuchen, sind zentrale Fragen zu den exakten Zugwegen nach wie vor unerforscht (s.a. DIETZ et al. 2007). Im Vergleich zur Vogelmigration herrscht hier eine große Wissenslücke. Vor dem Hintergrund des Fledermausschlages an Windkraftanlagen mit Auswirkung insbesondere auf die ziehenden Arten (DÜRR 2015), wird die Beantwortung solcher Fragen drängender denn je.

Nach einem Vergleich der für die Migrationsforschung verfügbaren oder realistischen Untersuchungsmethoden im Rahmen des Vorhabens schlugen wir für dieses Projekt deshalb vor, mit Hilfe der herkömmlichen Radiotelemetry Zugwege des Großen Abendseglers möglichst genau, d.h. möglichst lückenlos und zumindest auf einer ersten Etappe der Zugroute zu dokumentieren. Damit sollte auch der bedeutenden Frage nachgegangen werden, ob während des Zuges bestimmte Landmarken wie Flusstäler oder Gebirgszüge eine Rolle spielen (DIETZ et al. 2007).

Sinnesphysiologisch ist die Frage nach dem Wegfindungsvermögen auf Migrationen nach wie vor unbeantwortet. DIETZ et al. (2007) meinen, dass die Echoorientierung aufgrund ihrer geringen Reichweite von kaum mehr als 20-30 m für die Fernorientierung auszuschließen ist. Gezeigt werden konnte in Versuchen an *Eptesicus fuscus*, dass Magnetfeldorientierung stattfindet (HOLLAND et al. 2006, 2008). Landmarken könnten dann der Feinorientierung dienen (AHLÉN 1997, BARCLAY 1984, SERRA-COBO et al. 2000), wobei unklar ist, wie dies genau stattfindet. Vermutet wird deshalb, dass Fledermäuse eine Kombination verschiedener sensorischer Systeme zur Orientierung und Navigation in Verbindung mit genetischen Informationen für die Fernwanderung einsetzen (HOLLAND 2007).

Den Großen Abendsegler rechnet man zu den Langstreckenziehern mit Wiederfunden aus mehr als 1.500 km Entfernung (s. Abschn. C.1, BURESCH & BERON 1962; GEBHARD 1999). Möglicherweise wandert ein Teil der Population aber deutlich geringere Distanzen oder, möglicherweise als Folge des Klimawandels, ein zunehmender Teil gar nicht (HEISE & BLOHM 2004).

Über die Rückkehrtreue, Ankunftszeiten und das Auftreten von Abendseglern in ihren Sommergebieten ist durch Studien von HEISE (1985, 1989), HEISE & BLOHM (2004) sowie SCHMIDT (1988, 1997, 2002) im Nordosten Deutschlands vergleichsweise viel bekannt. Aus Arbeiten von GEBHARD (1984, 1988), GLOOR (1991) und STUTZ & HAFFNER (1986) wissen wir einiges über das Vorkommen vor allem in den Wintermonaten und den Status im Süden Deutschlands sowie der angrenzenden Schweiz, speziell im Bereich unseres Untersuchungsgebietes, dem Großraum Zürich-Basel.

Genetische Analysen in Wochenstuben und Winterquartieren konnten zeigen, dass im Kerngenom dieser Art über das gesamte europäische Verbreitungsgebiet hinweg nahezu keine genetischen Unterschiede zu finden sind (PETIT & MAYER 1999). Dieses Ergebnis ist auf die Dispersion der Männchen zurückzuführen, denn im Gegensatz dazu unterscheidet sich das mitochondriale Genom stark, hervorgerufen durch eine ausgeprägte Ortstreue der Weibchen zu ihren Wochenstuben (PETIT et al. 1999). Während Wochenstuben also stark abgegrenzte genetische Einheiten bilden, findet sich in Winterquartieren eine relativ hohe genetische Diversität; hier kommen Tiere aus vielen verschiedenen Wochenstuben zusammen.

Um vor allem auf dem Wissen über die Weibchen aufbauen zu können, entschieden wir uns zu Beginn der Untersuchungen, nur Weibchen zu telemetrieren.

Kenntnisse über Zugrouten, -richtung, -entfernung und -dauer können wir z.B. aus Wiederfunden beringter Tiere innerhalb derselben Migrationsperiode extrahieren. Derartige Daten stellen die beiden Beringungszentralen in Bonn und Dresden zur Verfügung (HUTTERER et al. 2005, STEFFENS et al. 2004), jedoch enthalten sie nicht die notwendigen Informationen zur Identifizierung einer tatsächlich geflogenen Route, sondern lediglich den Anfangs- und Endpunkt. Am Beispiel des Großen Abendseglers wird deutlich, wie eingeschränkt die Aussagekraft der Wiederfanginformationen ist, beschränkt man sie auf Wiederfänge innerhalb einer Zugphase (Abb. C-56). Von 370 Fernfunden über mindestens 70 km aus mehr als 75 Jahren beinhalten 23 (6%) Informationen über den Frühjahrszug und 52 (14%) über den Herbstzug. Zudem ist die Anzahl der Beringungsgebiete sehr eingeschränkt.



Abb. C-56: Wiederfänge von *N. noctula* innerhalb derselben Migrationsperiode.

Wiederfangentfernung mind. 70 km, zeitl. Abstand max. 100 Tage; Beringungs- /Ablesezeitraum: März-Mai (Frühjahrszug) und Juni-September (Herbstzug); Pfeilspitze = Wiederfangort; Daten der Beringungszentralen Bonn und Dresden.

C.3.2 Methoden

C.3.2.1 Untersuchungsgebiet

Geographischer Ausgangspunkt der Telemetriestudie war das Aaretal in der Nordschweiz (Kanton Aargau), ca. 30 km nordwestlich von Zürich, nahe der Orte Döttingen und Villigen, 5

bzw. 7 km südlich der deutsch-schweizerischen Grenze an der Einmündung der Aare in den Rhein (Abb. C-57).

Naturräumlich zählt der Aargau zum Schweizer Plateau. Er ist eine überwiegend hügelige Landschaft, 400-700 m hoch, laubbaumreiche Hangwälder begleiten den namensgebenden Fluss, die Aare. Das Klima ist ausreichend mild für Weinanbau. Mit 450 Einwohnern/km² ist dieser Teil des Landes eines der dichtest besiedelten Gebiete der Schweiz.

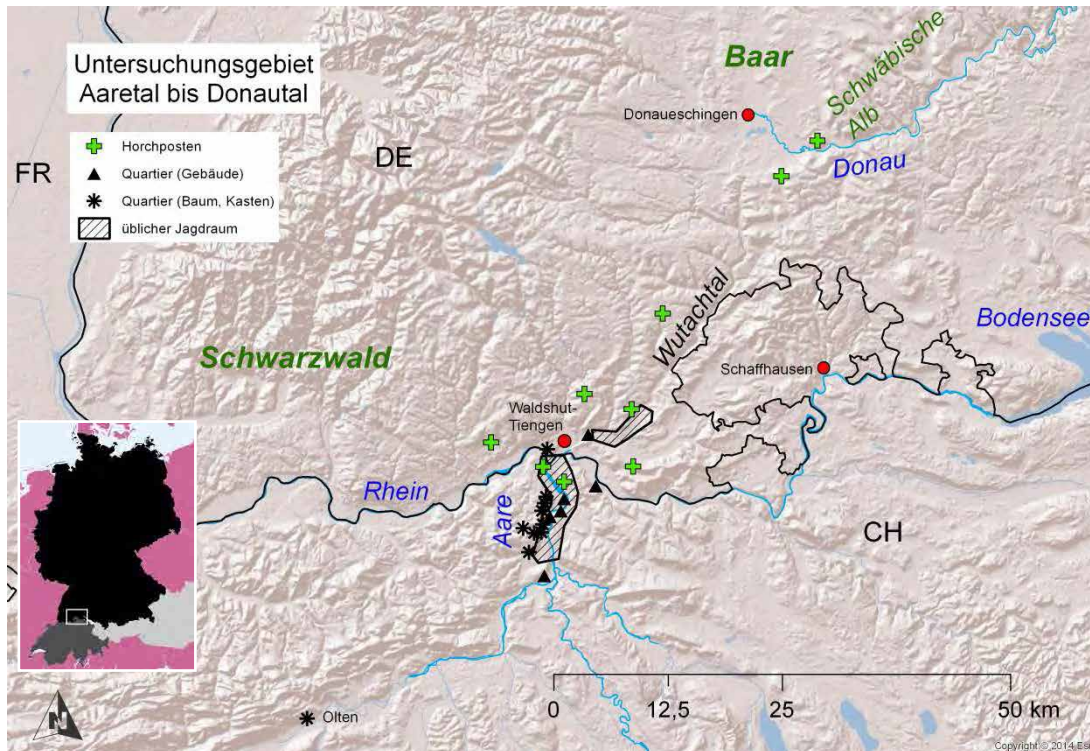


Abb. C-57: Ausgangsgebiet für die Abendseglertelemetrie 2013 und 2014.

Übersicht über die von 24 Sendertieren genutzten Gebäude- und Baumquartiere, das gemeinsame reguläre Jagdgebiet und die allabendlich von bis zu 7 Personen eingenommenen Horchposten. Entferntere Posten im Wutachtal und bei Donaueschingen wurden während der Verfolgung besetzt.

C.3.2.2 Quartiere und Untersuchungszeitraum

Ein bekanntes Winter- und Übergangsquartier hinter einer senkrechten Blechverblendung einer Gebäudeoberkante, das sich auf dem Gelände des Gasturbinenwerks Beznau befindet (Abb. C-58), sowie einige Fledermauskästen und Baumhöhlen in einem nahegelegenen ost-exponierten Buchenhangwald werden bereits seit mehreren Jahren regelmäßig von örtlichen Experten beobachtet (u.a. BECK & SCHELBERT 1994). Das Gebäudequartier Gasturbinenwerk beherbergt zu Spitzenzeiten wahrscheinlich – jahreszeitlich schwankend – bis zu mehrere hundert Abendsegler. Speziell in der Übergangszeit zwischen dem Ende des Winterschlafs (Ende Februar) und dem Wegzug (Ende April/Anfang Mai) scheint es im unteren Aaretal eine zentrale und wichtige Funktion einzunehmen, was wir durch die Telemetriestudien bestätigen konnten.

Die Gesamtzahl überwinternder Abendsegler im Großraum Aaretal (ohne Zürich) ist nicht bekannt, wird aber auf einige Tausend (ca. 5.000-6.000, A. BECK schriftl.) Individuen

geschätzt. Ein 1993 montiertes Winterkastenquartier befindet sich ca. 10 km südöstlich auf einem Hochhaus in Baden (BECK & SCHELBERT 1999); allein hier überwintern geschätzt im Durchschnitt 400-500 Tiere, in Extremfällen wie unmittelbar nach dem Orkan „Lothar“ Weih-nachten 1999 konnten auch schon mehr als 1.000 Tiere gezählt werden. Auch im Züricher Stadtbereich wurden in den 1980er und 1990er Jahren bei Studien mehrere individuenreiche Abendseglerwinterquartiere gefunden (BONTADINA et al. 1991, GLOOR 1991).

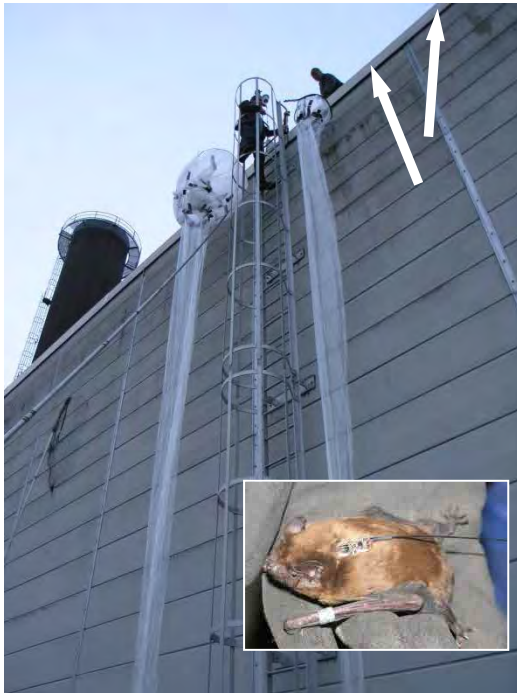


Abb. C-58: Gebäudequartier bei Beznau/Aargau (CH).

Das Quartier befindet sich unter einer Blechverkleidung (Pfeile) auf dem Gelände eines Gasturbinenwerks. Am 22.4.2014 beherbergte das Quartier 184 Abendsegler; Einschlussfoto: Abendseglerweibchen mit Halsbandsender; beide Fotos: A. MESCHÉDE).

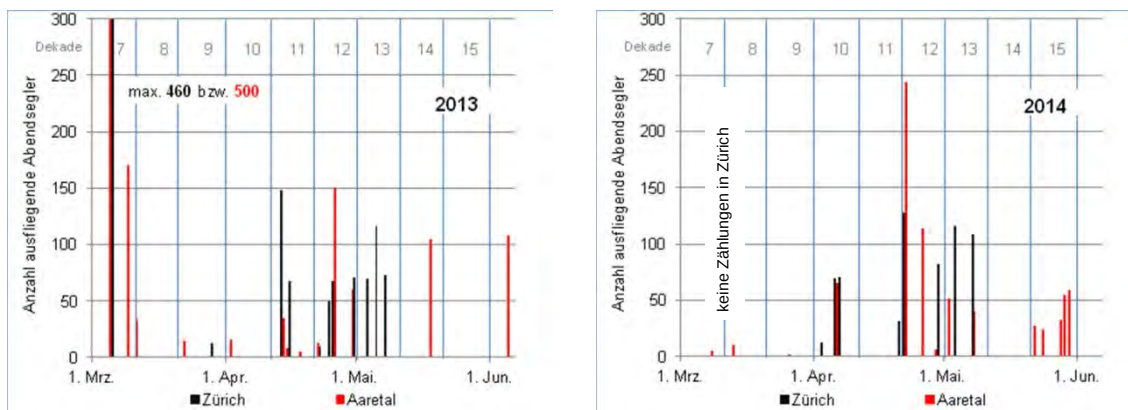


Abb. C-59: Ausflugszählungen 2013 und 2014 Zürich.

Standorte: in einem großen Gebäude-Winterquartier in Zürich (H.-P. B. STUTZ) und in verschiedenen Gebäude-, Baum- und Kastenquartieren im unteren Aaretal.

In beiden Untersuchungsjahren wurden verschiedene Quartierzählungen zwischen Ende April und Anfang Juni durchgeführt (Abb. C-59). Der letzte Sender wurde 2013 nach 36 Tagen Betrieb gehört, 2014 war das letzte Sendersignal nach 25 Tagen Betrieb zu hören. In den Wochen der Telemetriestudien wurden die bekannten Quartiere täglich kontrolliert, 2013 für 14 Tage, 2014 für die Dauer von 11 Tagen, außerhalb dieser Zeiten sporadisch (s.a. Abb. C-64). Zur Einschätzung der Frühjahrsaktivität führte HANS-PETER B. STUTZ Ausflugszählungen und automatische Rufregistrierungen ab dem 5. März 2013 an einem seit vielen Jahren bekannten, individuenreichen Quartier in der Stadt Zürich durch (Abb. C-59). Diese Überwachung in regelmäßigen Abständen half bei der Optimierung des Fangtermins, wobei wir uns zusätzlich an dem von WEID (2002) berechneten mittleren Abflugszeitpunkt um den 25. April ($\pm 5-10$ Tage) orientierten.

C.3.2.3 Jagdgebiet

Das gemeinsame Jagdgebiet aller 24 telemetrierten Abendseglerweibchen zeigt Abb. C-57. Es erstreckt sich im Wesentlichen auf das Gebiet der unteren Aare mit ihrem Mündungsbereich und einem Stausee bei Döttingen, die mit Wäldern, Weinbergen und Wiesen bewachsenen Talhänge, die Ortschaften und die flussbegleitende Landschaft beiderseits der Aare (Abb. C-60). Das Jagdgebiet eines einzelnen Sendertieres (Weibchen W8, 2013) reichte bis in das Wutachtal auf der baden-württembergischen Seite (Abb. C-57).



Abb. C-60: Unteres Aaretal.

Blick Richtung Ost-Südosten vom westlichen Talhang oberhalb Böttstein. Foto: A. MESCHÉDE.



Abb. C-61: Blick vom Horchposten Küssaburg (518 m) Richtung West-Nordwest (Südschwarzwald). Mehrere Sendertiere wanderten vom Aaretal (links außerhalb des Bildes) Richtung Ost-Nordost (rechts) nah an diesem Horchposten vorbei. Foto: A. MESCHEDE.

C.3.2.4 Fang und Besenderung

Insgesamt wurden 76 Abendsegler – 48 Männchen (m), 28 Weibchen (w) – an sechs Abenden mit Keschern, Japannetzen und einer speziellen Trichter-Schlauchfalle gefangen (Tab. C-6, Abb. C-58, s.a. GLOOR et al. 1995). Von den 28 Weibchen wurden 2013 16 und 2014 8 mit VHF-Sendern der Fa. Holohil/Kanada versehen (Typ LB-2, 0,85-0,88 g; Lebensdauer lt. Hersteller 21 Tage; ein Testsender sendete jedoch auch noch am Tag 48 nach Inbetriebnahme Signale). Weibchen mussten mindestens 23 g wiegen und in gutem körperlichen Zustand sein, um als Sendertier ausgewählt zu werden (mittleres Gewicht aller Sendertiere 26,2 g, Standardabweichung (SD) 2,6 g, $n=24$) (s.a. Tab. C-7). Die Sender wogen inkl. Batterie und Halsband max. 1,0 g und lagen damit deutlich unterhalb der als verträglich geltenden Grenze von 5% des Körpergewichts (ALDRIDGE & BRIGHAM 1988).

Die Sender wurden mit einem speziell für diesen Versuch neu entwickelten Halsband aus einem Silikonschlauch am Tier befestigt, um zu gewährleisten, dass sie nicht vor Ende der Lebensdauer herabfielen oder vom Tier aus dem Fell gekratzt werden konnten. Durch den Silikonschlauch (Durchmesser 1-2 mm, Länge 41-43 mm, in einem Ausnahmefall 46 mm) verlief ein Baumwoll- oder Leinenfaden, der dort verknotet wurde, wo die beiden offenen Enden des Schlauchs aufeinanderstießen, also der Sollbruchstelle. Der Knoten wurde mit einem Tropfen Sekundenkleber stabilisiert und der Sender mit einem medizinischen Hautkleber (Perma-Type Surgical Cement) in das Rückenfell des Tieres geklebt. Das zu diesem Zweck leicht gestutzte Fell diente gleichzeitig als Probenmaterial für spätere Isotopenanalysen (Kooperation mit dem Institut für Zoo- und Wildtierforschung IZW Berlin, CHRISTIAN VOIGT). Alle gefangenen Abendsegler erhielten einen Ring der Schweizer Koordinationsstelle für Fledermausschutz in Genf (CCO, Naturhistorisches Museum Genf, Tab. C-7). Fänge und Markierungen wurden im Rahmen des Auftrags des Kantonalen Fledermausschutzes Aargau für das Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abt. Landschaft und Gewässer (Aarau) durchgeführt.

Tab. C-6: Anzahl gefangener Abendsegler und Fangorte 2013 und 2014.
Es wurden 24 Tiere, ausschließlich Weibchen, besendert.

Datum	Kästen/Baumhöhle Villigen (m/w) (davon besendert)	Gebäudequartier Gasturbinenwerk Beznau (m/w) (davon besendert)
23.04.2013	1/6 (5)	
30.04.2013		17/13 (11)
05.06.2013		14/0 (0)
27.04.2014		6/6 (5)
29.04.2014	1/2 (2)	
01.05.2014		9/1 (1)
Summe	2/8 (7)	46/20 (17)
total	48/28 (24)	

C.3.2.5 Telemetrie

Die Telemetrie fand vom 24.4. bis 7.5.2013 (14 Tage) und 28.4. bis 8.5.2014 (11 Tage) statt.

Vom Boden

Telemetrie vom Boden führten wir mit bis zu 7 Autos gleichzeitig durch, besetzt mit je einer Person. Vor dem Hintergrund, dass der exakte Zeitpunkt der Abwanderung unbekannt und unvorhersagbar war, suchten wir verschiedene strategische und hoch gelegene Peilorte im dem Aaretal nördlich und nordöstlich angrenzenden Südschwarzwald, Wutachtal und auf der Baar aus (Abb. C-57). Von hier aus beobachteten wir jede Nacht möglichst viele Sendertiere, bis ein Tier begann, vom üblichen Jagdverhalten abzuweichen und das normale Jagdgebiet zu verlassen. Auf Basis der bisherigen Kenntnisse zum Zugverhalten (s. Abb. C-56) war die bestmögliche Annahme, dass die Abwanderung Richtung Nordosten stattfinden würde. Die Peilpunkte waren zudem so in der Nähe von größeren Straßen gewählt, dass die Verfolgung mit dem Auto schnell aufgenommen werden konnte.

Bei der Suche am Tag wurden auch bekannte größere Quartiere des Abendseglers gezielt angefahren und kontrolliert. Die Quartiere waren uns teilweise aus den zu Modul 1 dieses Projektes gesammelten Daten zur Phänologie, teilweise durch Informationen örtlicher Experten bekannt. Darüber hinaus beteiligten sich freundlicherweise nach einem Aufruf auch einige Fledermausforscher im Rahmen ihrer Möglichkeiten an der Suche nach Sendertieren an den ihnen bekannten Quartieren oder in ihren Untersuchungsgebieten. Zu diesem Zweck stellten wir eine Tabelle ins Internet, die laufend aktualisiert wurde und zu der die Interessenten Zugang hatten.

Aus der Luft

Am Tag nach der Abwanderung eines Tieres und einer erfolglosen Verfolgung in der Nacht suchten wir das Gebiet weiträumig mit einem Flugzeug auch aus der Luft ab, ausgehend von der letzten Peilung, z.B. bis nach Ulm in 160 km Entfernung vom Aaretal (Abb. C-62). Das Flugzeug, ein Viersitzer vom Typ Piper ist am Schweizer Flughafen Biel-Kappelen stationiert (Piloten RES RYSER, DONAT BRIAN). Für die mehrstündigen Suchflüge war meist ein Zwischenstopp in Donaueschingen notwendig. Das Flugzeug ist an der Unterseite mit einer Antenne ausgestattet und wird in der Schweiz seit vielen Jahren in wildbiologischen Projekten

eingesetzt. Während der Suchflüge wurden gezielt wichtig erscheinende Strukturen wie Flusstäler (z.B. Aaretal, Donautal), alte Stadtparks, Seen- und Teichlandschaften, Wälder usw. angeflogen; in überflogenen Ortschaften wurden besonders Hochhäuser ins Auge gefasst.

Die Flughöhe betrug i.d.R. zwischen 300 und 400 m über Grund. Ein Testflug 2 Wochen vor Beginn der Versuche 2013 diente dazu, die Reichweite von 8 verschiedenen Sendern zu ermitteln, die nahe am Boden ausgebracht wurden. Ihre Detektierbarkeit aus der Luft lag zwischen 1,2 und 11,9 km Luftlinie und wurde offensichtlich durch Hindernisse zwischen Sender und Flugzeug beeinträchtigt. Bei einem Flug über dem Aaretal mit Sendertieren in den uns bekannten Baum-, Kasten- oder Gebäudequartieren konnten die Tiere bis ca. 1 km Entfernung detektiert werden.

Für die Telemetrie aus der Luft wurden Erfahrungen mit der Art *Myotis sodalis* in Pennsylvania und New York/USA berücksichtigt (s. BUTCHKOSKI 2010, BUTCHKOSKI & TURNER 2005, SANDERS & CHENGER 2001; CALVIN BUTCHKOSKI und AL HICKS schriftl. Mittlg. 2013).

Telemetrieausrüstung

Jedes Verfolgerauto war mit ein oder zwei Empfängern ausgestattet (TRX1000/2000, Wildlife Materials/USA; Titley Australis, Titley Electronics/Australien; YAESU Tracking Receivers, umgebaut von Wagener/Köln; Com-Spec R-1000 Telemetry Receiver, USA). Ein Teil der Empfänger hat eine Scannerfunktion, mit der schnell alle Sender nacheinander im Suchlauf auf Anwesenheit überprüft werden konnten. Wir nutzten sowohl omnidirektionale als auch Richtantennen (HB9CV, 3- und 5-elementige Yagi; Wagener Inc.), Kompass und GPS-Gerät. Die Empfindlichkeit und Richtungsgenauigkeit der Empfänger wurden zu Beginn der Versuche kalibriert, indem vom selben Peilpunkt aus Tiere in einem bekannten Tagesquartier in 3,5 km Entfernung Luftlinie eingepellt wurden.

Wir kommunizierten untereinander via Betriebsfunk, Mobiltelefon und SMS, wobei letzteres praktischerweise auch als Protokoll mit Zeitstempel fungierte und die Auswertungen unterstützte.

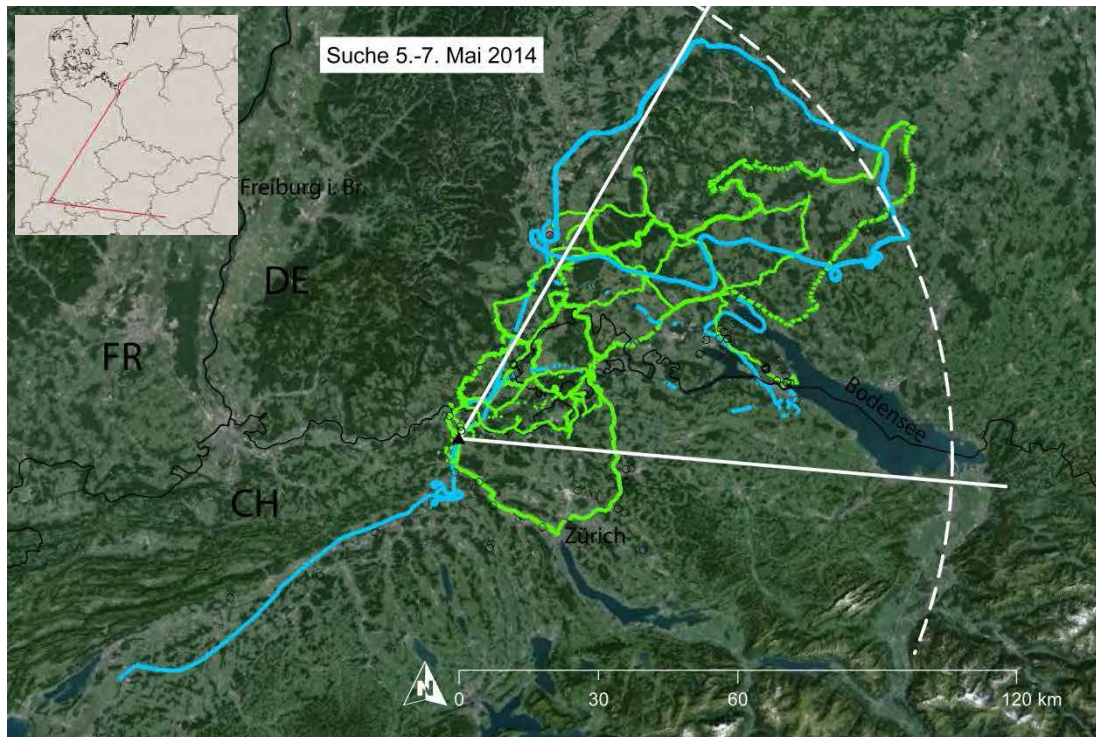


Abb. C-62: Suchfahrten und -flüge am 5.-7.5.2014 nach der Abwanderung von 5 Weibchen. Grüne Linien: Suchfahrten, blaue Linien: Suchflüge; der Sektor (weiß begrenzt) kennzeichnet den gemeinsamen Abflugwinkel der Tiere von ca. 35-95°; der Flug zwischen Aaretal und Bodensee ist unvollständig aufgezeichnet; mit ihm wurden gezielt bekannte Abendseglerquartiere (O) im Bodensee-raum kontrolliert; gestrichelter Kreis = 100 km Entfernung vom Ausgangsquartier im Aaretal (▲); schwarz = Landesgrenze; Bildquelle: Google earth ©2009 Landsat GeoBasis-DE/BKG.

Telemetrieprotokoll

Ein standardisiertes Datenprotokoll hielt für jedes gepeilte Tier Uhrzeit der Beobachtung (minutengenau), Peilort (WGS84-Koordinaten, World Geodetic System 1984), Peilrichtung (Grad), Signalstärke (Stufen 1-5) und spezielle Beobachtungen (u.a. Witterung) fest. Jeder Peiler versuchte, möglichst viele Tiere in seinem Einzugsbereich zu peilen und dauerhaft zu beobachten, wobei wir von strengen Zeitvorgaben oder einem einheitlichen Peiltakt pro Tier wie etwa bei automatischen Peilstationen aus praktikablen und Kapazitätsgründen absahen.

In dem Moment, als sich ein Sendertier von seinem regulären Jagdgebiet zu entfernen schien, wurden alle Peiler informiert, dieses Tier besonders gut zu beobachten. Ortswechsel und Richtungsänderungen wurden sofort per Funk an alle durchgegeben.

Quartiere und Quartierkontrollen

Die Quartiere aller besenderten Tiere wurden täglich bei Tageslicht für die Dauer der Telemetrie kontrolliert. Wurde ein Tier nicht gefunden, dehnten wir die Suche nach Möglichkeit auf die nähere Umgebung aus, z.B. in Orte mit bekannten Quartieren (Baden, Brugg) und auch in das 30 km entfernten Zürich, wo mehrere Winter- und Übergangsquartiere bekannt

sind (s.a. GLOOR 1991). Darüber hinaus fanden unregelmäßige Quartierkontrollen auch noch nach Beendigung der Telemetrie statt: Über weitere 29 Tage bis zum 5. Juni im Jahr 2013 und über 19 zusätzliche Tage bis zum 27. Mai im Jahr 2014. 2013 sendeten am 5. Juni noch zwei Sender, 36 Tage nach dem Fang. Allerdings war ein Sender, der nur ins Fell geklebt und nicht mit einem Halsband befestigt war, möglicherweise bereits abgefallen, da eine Signalveränderung über mehrere Tage nicht mehr festgestellt werden konnte. 2014 konnte das Signal des letzten besenderten im Gebiet verbliebenen Tieres noch am 18. Mai gehört werden, 21 Tage nach dem Fang. Am Tag der letzten Kontrolle, 27. Mai, war kein Signal mehr zu hören.

Im ersten Untersuchungsjahr wurde am 5. Juni noch ein zusätzlicher Quartierabfang am Gasturbinenwerk durchgeführt, um mögliche Änderungen im Geschlechterverhältnis nach dem Beginn der Migration einschätzen zu können.

Datenanalysen

Die Telemetrieprotokolle wurden manuell von allen Peilern verifiziert, die notierte Signalstärke und -richtung dabei unter Berücksichtigung der Geländemorphologie und möglicher Hindernisse zwischen Sendertier und Empfänger kritisch geprüft. Die Beobachtungen des jeweiligen Abwanderungstages flossen zur Analyse in ein GIS ein (ARCMAP 10.2, 10.3.1, Esri Inc.).

Wir definierten 5 Signalstärken: sehr schwach, schwach, mittel, stark, sehr stark. Für gewöhnlich wurde die höchste Stufe (sehr stark) notiert, wenn im Empfänger der Abschwächer (so vorhanden) eingeschaltet werden musste, um das Signal zu dämpfen.

Wir nehmen eine Unschärfe von 10° beiderseits der protokollierten Peilrichtung an, woraus sich ein zweidimensionaler Peilkegel ergibt. Die standardisierte maximale Länge dieses Peilkegels von 10 km wurde in 5 Ellipsen gemäß den Signalstärken unterteilt (Abb. C-63). Diese Ellipsen werden fortan als Fußabdruck oder *footprint* bezeichnet.

Isotopenanalysen

Vor der ersten Freilandphase nahmen wir am 9. und 11.3.2013 Haarproben von 50 Abendseglern (21 m, 29 w) aus dem Kastenwinterquartier in Baden. In einer Kooperation mit dem IZW Berlin wurden die Proben noch vor Beginn der Telemetrie im April 2013 analysiert, so dass die Ergebnisse so weit wie möglich und sinnvoll in die Überlegungen zum Ablauf der Telemetrie mit einfließen konnten. Analysiert wurden Wasserstoffisotope (Wasserstoffisotop im mittleren Jahresniederschlag ($\delta^2\text{H}_{\text{precip}}$) bzw. in Haarproben der Fledermäuse ($\delta^2\text{H}_{\text{fur}}$); Umrechnung mit „*reduced major axis*“ (RMA)-Regression nach VOIGT et al. 2014: $\delta^2\text{H}_{\text{precip}} = 4.03 + 0.73 \times \delta^2\text{H}_{\text{fur}}$, entwickelt nach BOWEN et al. 2005).

Weitere 46 Proben (28 m, 18 w) wurden an den drei Fangtagen 2013 (23.4., 30.4., 5.6.) von den Tieren im Gasturbinenwerk und Kastenrevier Villigen genommen und im Nachgang ebenfalls analysiert. Insgesamt liegen damit Ergebnisse von 96 *N. noctula*-Haarproben aus Winter- oder Übergangsquartieren im Aaretal vor, darunter 15 der 16 Sendertiere aus dem Jahr 2013.

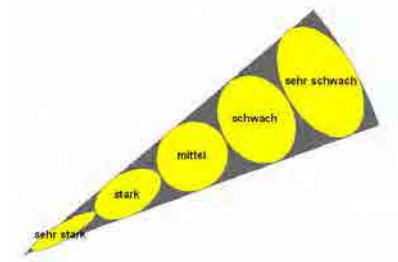
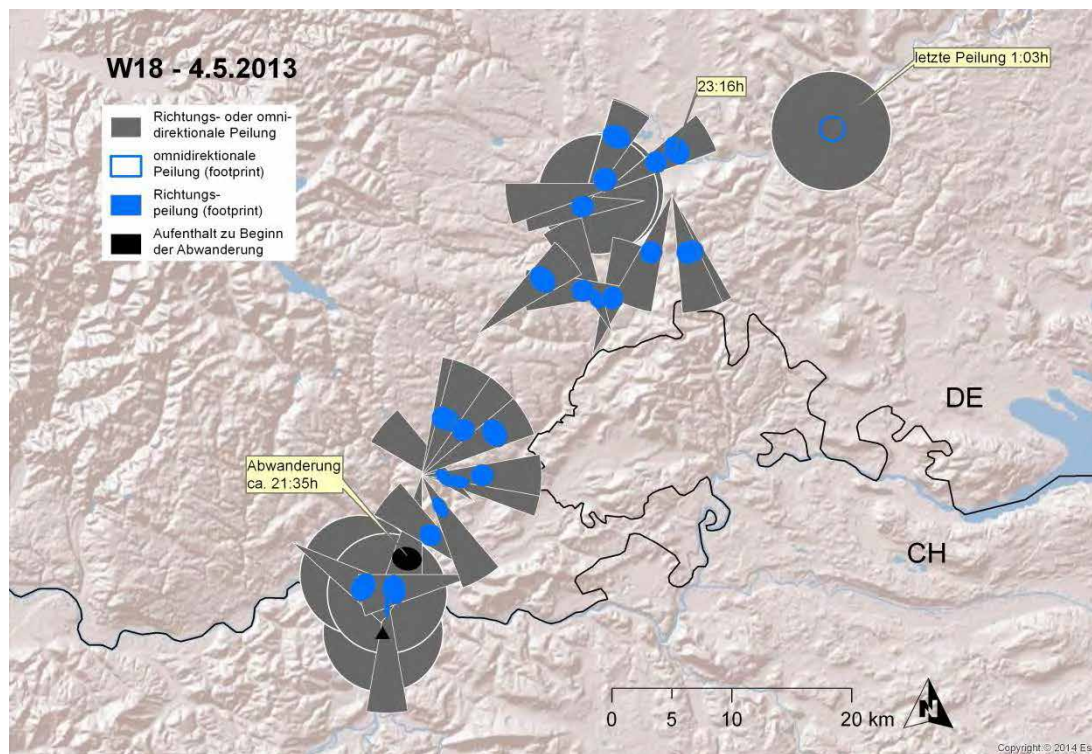


Abb. C-63: Peilsektoren (Bsp. Weibchen W18) und Signalstärken.

Signalstärken ergeben *footprints* (farbige Ellipsen), die die Gebiete mit der größten Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Tieres visualisieren. Graue Kreissegmente = Sektoren bei Richtungspeilung (Spitze = Horchpunkt); Kreise = omnidirektionale Peilungen.

Wetterdaten

Alle Wetterdaten stammen aus der frei verfügbaren Online-Datenbank des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2014) von der Wetterstation Wutöschingen im Wutachtal (Baden-Württemberg), 14 km nordöstlich vom Aaretal. Sie wurden mit den Abwanderungsdaten überlagert, um abschätzen zu können, ob das Wetter (speziell Temperaturen) am Abflugtag oder Folgetag Auslöser für die Abwanderung gewesen sein könnte (Abb. C-70).

Auswertungen

Aus Praktikabilitätsgründen und zur Vereinfachung der Darstellung gingen wir von der Annahme aus, dass alle besenderten Tiere sich schon im Großraum Aaretal aufhielten, bevor und unabhängig davon, an welchem Tag sie gefangen wurden. Wir gehen also, beginnend

mit dem jeweiligen Tag 0 des Versuchs (23. bzw. 27.4., s. Abb. C-64) von der Gesamtzahl an Sendertieren aus, d.h. 16 im Jahr 2013 und 8 im Jahr 2014.

C.3.2.6 Durchführende, Kooperationen und Unterstützung

Durchführende:

PAN (München): Angelika Meschede, Daniel Fuchs

NACHTaktiv (Thüringen): Martin Biedermann, Inken Karst, Michael Franz, Wigbert Schorcht

SWILD (Zürich): Fabio Bontadina, Andres Beck, Stephie Burkhard, Lucretia Deplazes, Ilona Imoberdorf, Franziska Lörcher

Piloten (Schweiz): Donat Brian, Andreas Ryser

Quartierzählungen: Hans-Peter B. Stutz (Schweizer Stiftung für Fledermausschutz, Zürich), Andres Beck (Wettingen), Ursula Wattinger (Villigen)

Quartier-/Geländeinformation: Friedrich Kretzschmar (Bezirksstelle für Naturschutz, Freiburg i.Br.), Edmund Hensle (AGF, Freiburg i.Br.)

Isotopenanalysen: Christian Voigt (IZW, Berlin)

Suche nach Sendern/Ringtieren: Frank Adorf (BFL, Bingen), Andreas Arnold (Mannheim), Jonathan Debler (BFL, Bingen), Dina Dechmann (MPI Radolfzell), Christian Dietz (Horb a.N.), Markus Dietz (ITN, Laubach-Gonterskirchen), Werner Dreckmann (BAFF, Bonn), Silke Dorst-Jundt (Lahr), Kirsten Jung (Universität Ulm), Martin Koch (Bonn), Frieder Mayer (Museum für Naturkunde, Berlin), Kristine Mayer (FrInaT, Allenbach), Frauke Meier (Büro Echolot, Münster), Markus Melber (Universität Würzburg), Florian Molitor (FÖA, Trier), Magdalena Motz (Universität München), Simon Ripperger (Museum für Naturkunde, Berlin), Bernd-Ulrich Rudolph (Augsburg), Christian Söder (Kitzingen), Jens Trasberger (Büro für Faunistik & Freilandforschung, Troisdorf), Marco Tschapka (Universität Ulm), Tom Wegner (BAFF, Bonn)

Beratung in der Planungsphase: Calvin Butchkovsky (USA), Al Hicks (USA)

C.3.3 Ergebnisse

C.3.3.1 Überblick

Im Frühjahr 2013 und 2014 telemetrierten wir 24 Abendseglerweibchen. Einundzwanzig Fledermäuse (88%) konnten nach dem Fang mindestens noch einmal in einem Quartier bestätigt werden. Insgesamt nutzten die 24 Sendertiere in beiden Jahren zusammen 17 verschiedene Quartiere über einen Zeitraum von 49 Tagen, an denen Quartierkontrollen stattfanden.

Für 19 Weibchen (79%) dokumentierten wir das Datum, an dem sie das Untersuchungsgebiet verließen. In diesen Perioden wurde das gesamte Quartiergebiet täglich kontrolliert (Abb. C-64). Fünf weitere Tiere blieben länger im Gebiet als die regelmäßigen Kontrollen durchgeführt wurden, sie waren aber mindestens zwischen 20 und 36 Tagen anwesend, was aus den anschließenden Stichprobenkontrollen ableitbar ist. Weibchen W3 (aus 2013) wurde am Tag 21 nach Aktivierung des Senders (Tag 20 nach Fang) wieder in seinem Kasten eingefangen und der Sender samt Halsband zu Kontrollzwecken abgenommen. Die Überprüfung des Halsbandes nach einem mehrwöchigen Feldeinsatz war uns wichtig, um die neu

entwickelte Halterung bewerten zu können. Das Tier hatte den Silikonschlauch ohne jeglichen äußeren Schaden gut verkraftet, es wog beim Wiederauffang 28 g und hatte damit innerhalb von 3 Wochen fast 12% Gewicht zugelegt. Am Tag nach Abnahme des Senders konnte in demselben Kasten ein Abendsegler mit einem Ring bestätigt werden, vermutlich W3, am Tag 26 nach dem Fang war der Kasten leer.

Von 8 Weibchen (33%) gelang es uns, zusätzlich zum Abwanderungsdatum auch Informationen zur Uhrzeit und zur eingeschlagenen Wanderungsrichtung zu sammeln.

Für die Dauer von mehr als 3 Stunden und über 55 km Entfernung (Luftlinie) verfolgten wir 2 Weibchen an ihrem ersten Abend des Frühjahrszugs, was es uns ermöglicht, Überlegungen über eine potenziell geflogene Route und eine mögliche „Zugstrategie“ zu entwickeln (Abb. C-65 bis C-68). Tabelle C-7 fasst die relevanten Ergebnisse aller 24 Weibchen zusammen.

C.3.3.2 Quartiere

Von den 17 Quartieren (2013: 12, 2014: 8) waren 11 in Baumhöhlen/Fledermauskästen und 6 in Gebäuden. Nur 3 Quartiere waren in beiden Jahren identisch. Neben diesen sind im Aaretal und der näheren Umgebung jedoch noch weitere Quartiere bekannt, die allerdings nicht von den Sendertieren genutzt wurden.

Mit Hilfe der Telemetrie fanden wir 9 bisher unbekannte Quartiere (6 Bäume, 3 Gebäude; Abb. C-57), davon 7 (5 Bäume, 2 Gebäude) auf der Schweizer und 2 auf der deutschen Seite (1 Baum, 1 Gebäude). Der Quartiertyp „Gebäude“ scheint eine zentrale Rolle zu spielen, er beherbergt die weitaus größte Anzahl Abendsegler. Ausflugszählungen an den 3 neu entdeckten Gebäudequartieren ergaben einen Mindestbesatz von jeweils 30-40 Tieren.

Drei Fledermäuse verließen das Untersuchungsgebiet unmittelbar nach der Besenderung am 30.4.2013 bzw. 1.5.2014 (Abb. C-64); von ihnen gelang keine weitere Beobachtung in Quartieren. Allerdings bleibt es unklar, ob sie den Frühjahrszug antraten oder aufgrund der Störung das Gebiet verließen, sich aber noch weiterhin im Großraum aufhielten.

Ein Indiz für ein solches vagabundierendes Verhalten könnte die folgende Beobachtung sein: Das am 30.4.2013 gefangene Weibchen W16 konnte in den folgenden 5 Tagen nicht im Aaretal gehört werden, wurde dann jedoch zufällig am 6.5.2013 beim Überfliegen mit dem Suchflugzeug nahe Olten (Kanton Solothurn) aus der Luft detektiert, 37 km in südwestlicher Richtung vom Fangort. Vom Boden wurde das Quartier später als Höhle in einer Buche in 18 m Höhe bestätigt. Ein Rückfangversuch am 7.5.2013 blieb erfolglos, am nächsten Tag war der Sender nicht mehr zu empfangen. Der Abflug aus dem Aaretal in diese, der angenommenen Migrationsrichtung genau entgegengesetzten Himmelsrichtung war überraschend. Ein weiteres Weibchen (W9), das unser überwachtetes Gebiet ebenfalls gleich verließ, konnte innerhalb der ersten 2 Wochen zweimal in einem bekannten Gebäudequartier in Brugg ca. 8 km südlich des Fangortes bestätigt werden.

Tab. C-7: Ergebnisse zum Beginn der Migration von den Sendertieren.
Grau hinterlegt = verfolgte Tiere.

Tier				Fang		letzter Kontakt		Zugbeginn			Migration					
Nr.	UA (mm)	Gewicht (g)	Ring	Datum	Quartier (Geb. = Gebäude)	Tage nach dem Fang	im Quartier (Q), während Migration (M)	Abflugtag (fett = Migrationsbeginn)	Uhrzeit (hh:mm; MESZ) +/- 5 min.	ca. Minuten nach Sonnenuntergang* +/- 5 min.	Zugrichtung** (°) +/- 10°	Verfolgte Entfernung (Luftlinie) ab Verlassen des regulären Jagdgebietes (km)	gefolgene Kilometer/Flugleistung ab Verlassen des regulären Jagdgebietes (km); Schätzung	Verfolgungszeit (hh:mm) ab Verlassen des regulären Jagdgebietes	mittlere Fluggeschwindigkeit (km/h)	Migrationsgeschwindigkeit (lineare Strecke/Nacht), Hochrechnung
1	53.8	24.9	738 N	23.4.2013	Wald	15	Q	8.5.2013								
2	53.8	24.7	737 N	23.4.2013	Wald	1	Q	24.4.2013								
3	54.4	25.1	735 N	23.4.2013	Wald	21	Q	frühestens 13.5.2013***								
5	54.1	24.2	734 N	23.4.2013	Wald	14	Q	7.5.2013								
6	54.4	26.8	733 N	23.4.2013	Wald	1	Q	24.4.2013								
7	53.3	25.3	731 N	30.4.2013	Geb.	24	Q	zwischen 5. und 9.6.2013								
8	53.7	24.2	E1 502	30.4.2013	Geb.	7	M	7.5.2013	21:35	48	32	33	38	1:30	25	180
9	53.1	23.3	E1 505	30.4.2013	Geb.	14	Q	21.5.2013								
10	53.7	27.5	E1 512	30.4.2013	Geb.	24	Q	zwischen 28.5. und 2.6.2013								
12	55.0	25.5	716 N	30.4.2013	Geb.	0	Q	30.4.2013								
13	53.8	25.8	E1 501	30.4.2013	Geb.	17	Q	17.5.2013								
14	57.0	26.1	E1 513	30.4.2013	Geb.	14	Q	14.5.2013								
15	56.1	23.6	E1 504	30.4.2013	Geb.	24	Q	zwischen 28.5. und 4.6.2013								
16	55.6	25.3	725 N	30.4.2013	Geb.	7	Q	7.5.2013								
17	55.8	25.3	718 N	30.4.2013	Geb.	0	Q	30.4.2013								
18	54.4	23.8	719 N	30.4.2013	Geb.	4	M	4.5.2013	21:35	52	40	50	100	3:25	29	120
101	52.3	28.0	E1 515	27.4.2014	Geb.	8	M	5.5.2014	21:35	51	55	Verfolgungszeit zu kurz				
102	54.9	24.5	E1 518	27.4.2014	Geb.	11	M	8.5.2014	21:45	57						
103	52.8	26.9	E1 521	27.4.2014	Geb.	8	M	5.5.2014	21:30-21:35	44-49	90					
104	54.8	32.0	E1 538	1.5.2014	Geb.	0	Q	1.5.2013								
106	52.1	26.8	E1 524	27.4.2014	Geb.	8	M	5.5.2014	21:30	44		Verfolgungszeit zu kurz				
107	54.2	30.1	E1 522	27.4.2014	Geb.	8	M	5.5.2014	21:30-21:35	44-49	95					
108	55.3	35.8	E1 527	29.4.2014	Wald	8	M	5.5.2014	21:30	44						
109	56.5	26.0	E1 528	29.04.2014	Geb.	22	Q	zwischen 22. und 26.5.2014								

* Sonnenuntergang Waldshut-Tiengen (www.timeanddate.com)

** Zugrichtung: Ausgangsquartier Gasturbinenwerk zum Ort der letzten Peilung

*** Wiederfang zu Kontrollzwecken

C.3.3.3 Migration

Abwanderungstag und -uhrzeit

Im ersten Untersuchungsjahr 2013 verteilte sich der Abflug der 16 Sendertiere über 6 Wochen (Abb. C-64), beginnend mit Weibchen W2 und W6, die in der der Fangnacht folgenden Nacht (24.4.) dauerhaft das Gebiet verließen. Zwei weitere Individuen aus der zweiten Gruppe besenderter Abendsegler verließen das Aaretal in unbekannte Richtung unmittelbar in den ersten Stunden nach dem Fang am 30.4./1.5 (W12 und W17). Das am längsten im Gebiet anwesende Sendertier (W7) wurde noch am 5.6. in seinem Quartier gehört, 43 Tage nach der Besenderung. Bei der letzten Kontrolle am 10.6. war es verschollen.

Die Ergebnisse im zweiten Jahr 2014 unterscheiden sich hiervon: Eines der acht Sendertiere (Nr. 104, Abb. C-64) verließ das Gebiet sofort nach dem Fang am 1.5., W102 nach elf Tagen, W109 wurde am Tag 25 das letzte mal registriert und war am Tag 30 verschwunden. Die übrigen 5 Tiere verließen das Aaretal alle am selben Abend (5.5.) und zwar innerhalb von 10-15 Minuten zwischen 21:30 Uhr und 21:45 Uhr (MESZ).

Im Mittel blieben die Tiere noch 8 Tage (0-17; n=19) nach der Besenderung im Aaretal (Abb. C-64). Der Median des Abwanderungsdatums war 2013 der 7.5. (n=12; W5 und W7) und 2014 der 5.5. (n=7; Tiere W101, W103, W106, W107, W108).

Die beiden Abendsegler, die 2013 direkt verfolgt werden konnten, verließen das Quartiergebiet am 4.5. um ca. 21:37 Uhr (W18) und am 7.5. um ca. 21:33 Uhr (W8). Alle 8 Abendsegler, deren Migrationsbeginn wir direkt beobachten konnten, hielten sich nach dem Ausflug aus ihrem jeweiligen Quartier zunächst noch für ca. 45-60 min. nach Sonnenuntergang im regulären Jagdgebiet auf, bevor sie sich in eine individuelle Richtung auf den Zug machten (Tab. C-7).

Die Sender sollten von Holohil zugunsten der Reichweite eine verkürzte Lebensdauer bekommen und waren lt. Hersteller für die Dauer von 21 Tagen gebaut. Mindestens 5 Sender gaben jedoch nachweislich noch an den Tagen 25, 35, 43 und 48 Signale aus, woraus wir schließen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit die Lebensdauer aller Sender deutlich länger war als angegeben, und dass Sendertiere, die nach 21 Tagen nicht mehr gehört wurden, das Gebiet tatsächlich verlassen hatten.

Abwanderungsrichtung und -winkel

Die Abflugrichtungen waren zwischen 2013 und 2014 unterschiedlich. Die beiden Tiere, die im ersten Jahr verfolgt werden konnten, schlugen dieselbe Richtung ein (grobe Linie Aaretal-Eingang Donautal östlich von Donaueschingen – ca. 35-40° NW) und verhielten sich damit sehr ähnlich. Im Gegensatz dazu schlugen die 6 Weibchen im zweiten Jahr einen Abflugwinkel zwischen 35° und fast 100° ein (ermittelt vom Quartier Gasturbinenwerk zum letzten *footprint* jedes Sendertieres), der damit im Mittel deutlich weiter östlich gerichtet war und auf Schaffhausen und Konstanz/Bodensee zuführte. Abbildungen C-65 bis C-68 zeigen die *footprints* und Abwanderungsrichtungen der verfolgten 8 Weibchen an den entscheidenden Abenden.

Zugwege, Flug- und Migrationsgeschwindigkeit, zurückgelegte Strecken

Im Jahr 2013 folgten wir Weibchen W18 für mehr als 3 Stunden über eine Luftlinienentfernung von 50 km (Abb. C-65) ab Verlassen des regulären Jagdgebiets im Aaretal. Der direkte Kontakt zum Tier war mehrere Male unterbrochen. Dennoch erlaubt uns die gesamte Verfolgungszeit von 3,5 Stunden die Erstellung einer potenziell zurückgelegten Flugroute aus den ermittelten *footprints*. Diese Flugroute spiegelt nicht die direkte Strecke wieder, die das Tier zwischen dem Aaretal und dem Eingang zum Oberen Donautal überflog, sondern lässt Abweichungen und Schleifen erkennen, die den tatsächlich zurückgelegten Weg um etliche Kilometer verlängern. Aus benachbarten *footprints* ließen sich Fluggeschwindigkeiten berechnen. Schneller Flug mit nachweislich ca. 48 km/h wechselte mit langsam geflogenen Abschnitten ab (Abb. C-65). Die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit dieses Weibchens muss bei ca. 25-30 km/h gelegen haben. Die Geschwindigkeit, mit der seine Migration vorschritt, lag dagegen auf dem von uns beobachteten Wegstück bei ca. 15 km/h oder 120 km/Nacht, setzt man die Beibehaltung dieses Flugverhaltens und eine maximale Aktivität von 8 Stunden voraus. Die tatsächliche Flugleistung läge wahrscheinlich deutlich darüber.

Weibchen W8 schlug, 3 Tage nach W18, eine ähnliche Abflugrichtung ein. Wir verfolgten es für 1,5 Stunden vom Zeitpunkt der Abwanderung und über insgesamt ca. 33 km Luftlinie, gemessen ab Verlassen seines regulären Jagdgebietes im Wutachtal (Abb. C-65). Auch bei diesem Tier gelang der letzte Kontakt in der Nähe (westlich) des Eingangs zum Oberen Donautal. Dieses Tier flog im Vergleich zu Weibchen W18 nahezu direkt und erreichte das Gebiet ca. 10 km westlich des Donautals etwa um dieselbe Uhrzeit wie W18 drei Tage zuvor (23:02 Uhr bzw. 23:16 Uhr) mit einer mittleren Fluggeschwindigkeit von ca. 25 km/h. Dieses Tier könnte bei einem solchen anhaltenden Flugverhalten und in 8 Stunden maximaler Aktivität in einer Nacht theoretisch eine Distanz von ca. 180 km zurücklegen, sofern keine Umwege eingebaut werden.

Im Untersuchungsjahr 2014 konnten wir das Weibchen W101 für 30 Minuten ab dem Zeitpunkt der Abwanderung und über 20 km Strecke verfolgen. Insgesamt war die Verfolgungszeit in diesem Jahr zu kurz für die Ermittlung von individuellen Flugstrecken. Wir konnten beobachten, dass sich die in diesem Jahr besenderten sechs Tiere in der von uns beobachteten Abflugzeit ähnlich verhielten wie die 2013er Tiere, indem sie sich zum einen vor der Abwanderung zunächst noch eine Weile lang im normalen Jagdgebiet aufhielten und zum anderen nicht alle, zumindest nicht beobachtbar, auf einer geraden direkten Linie entfernten (Abb. C-66 bis C-68).

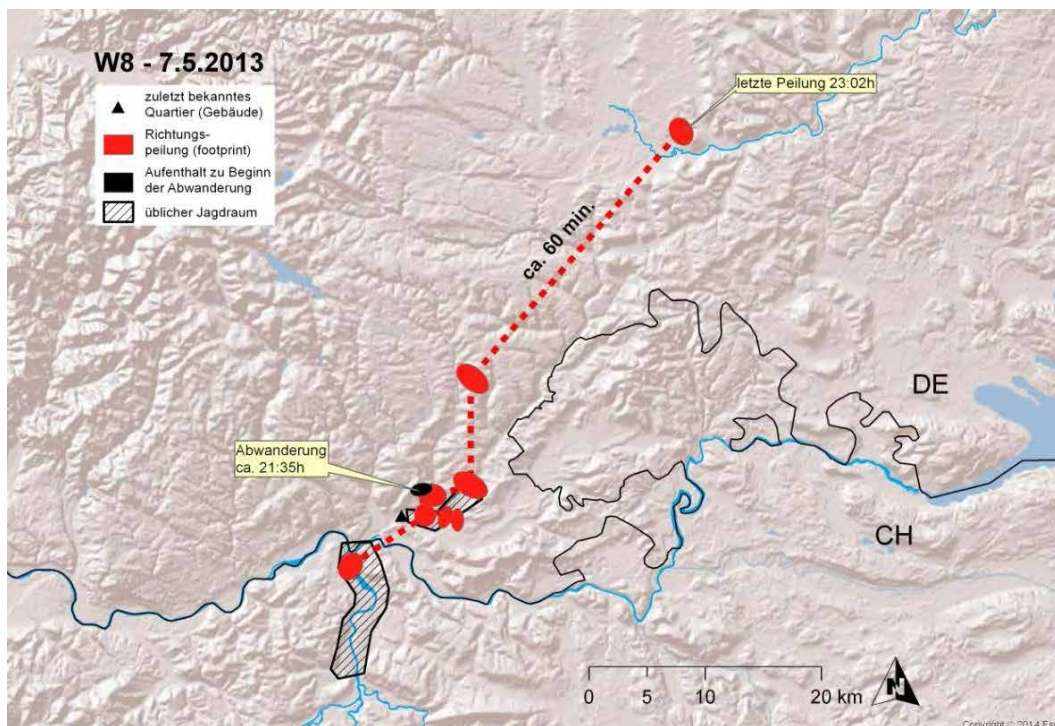
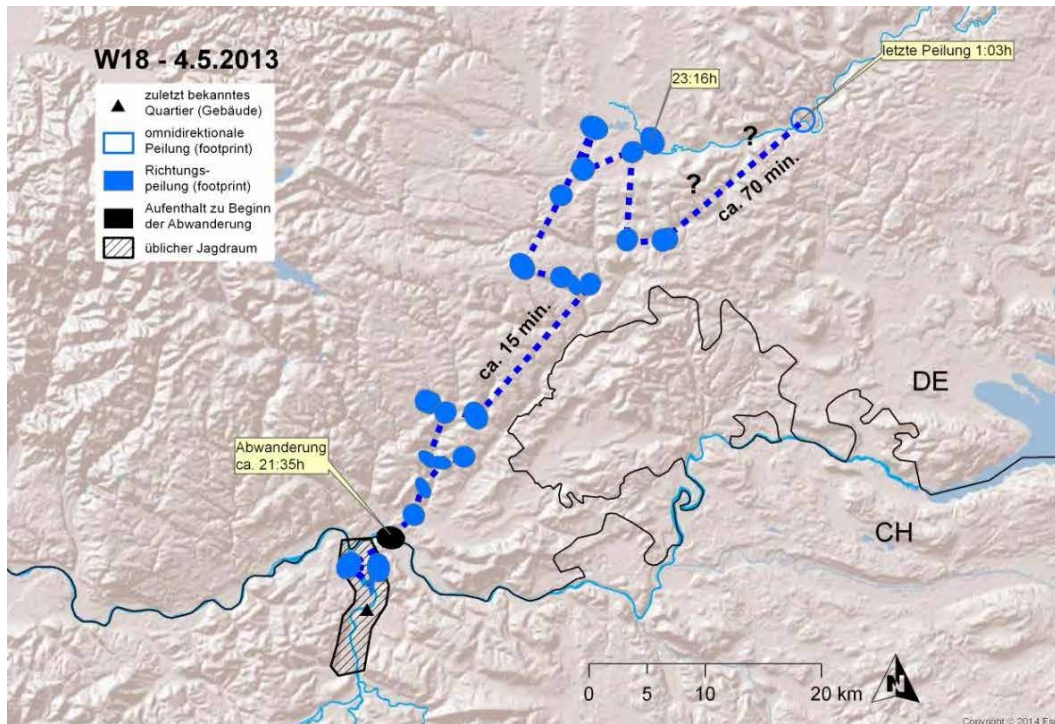


Abb. C-65: Abwanderung von Weibchen W18 und W8.

Gestrichelte Linie = kürzeste Verbindung zwischen *footprints*. Zwischen den beiden jeweils letzten Peilungen liegen Abstände von 15 km und ca. 70 min. (W18) bzw. 25 km und 60 min. (W8); zumindest für W18 sind weitere Schleifen oder Ruhepause auf diesem Streckenabschnitt („?“) wahrscheinlich.

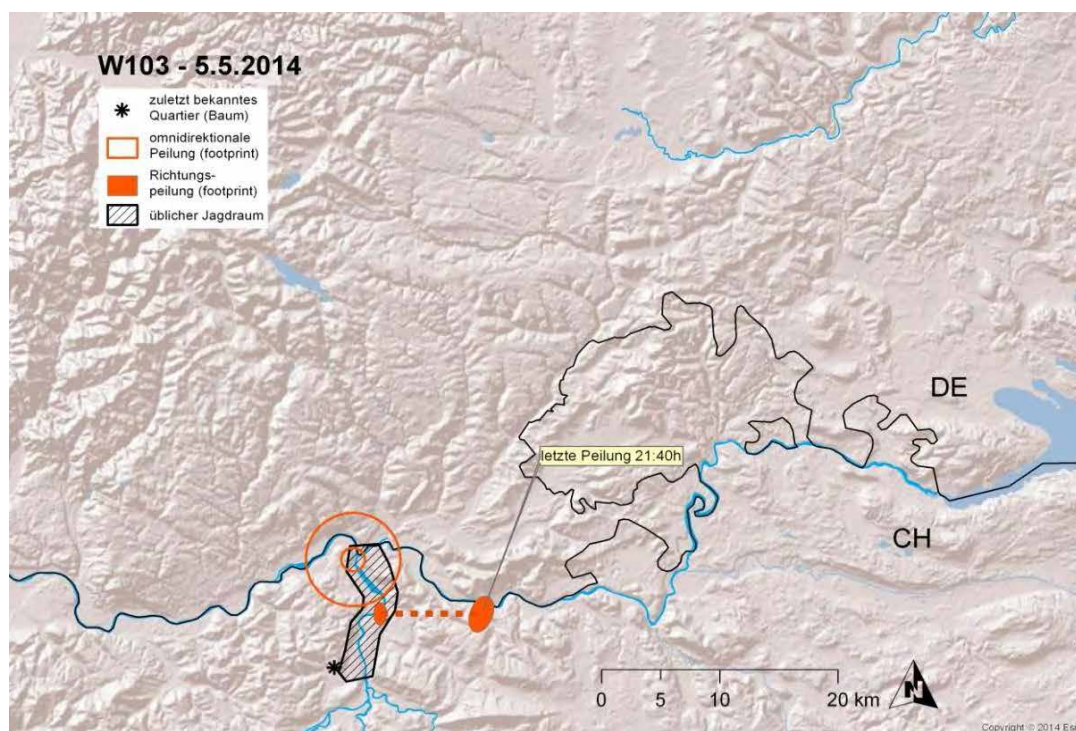
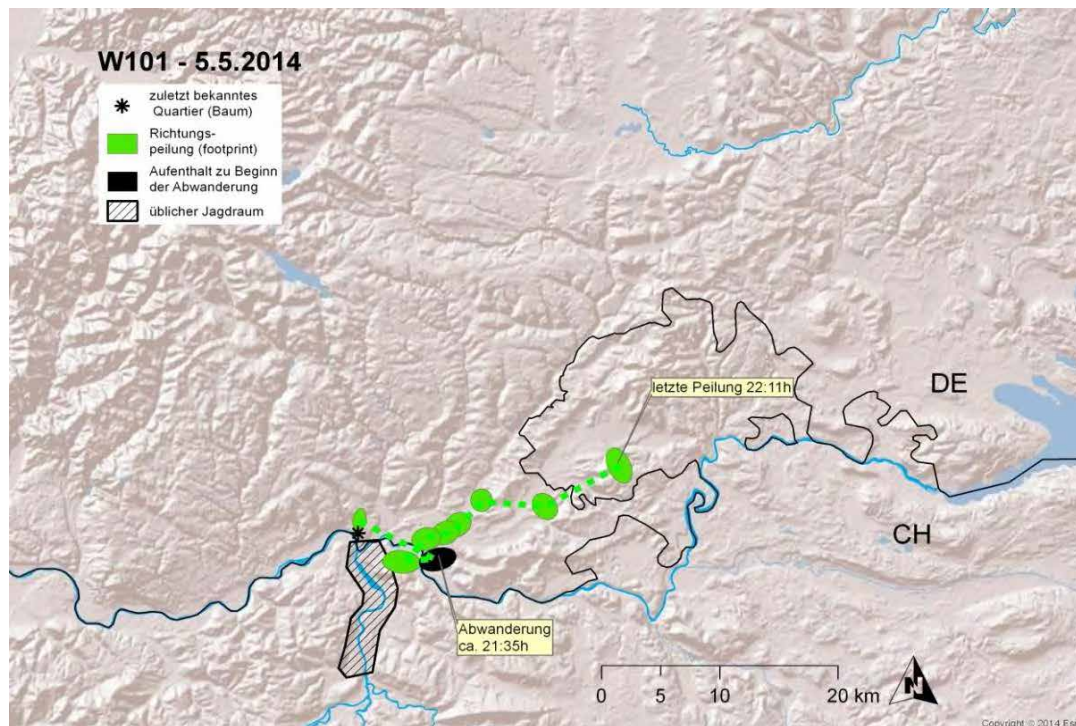


Abb. C-66: Abwanderung von Weibchen W101 und W103.

Gestrichelte Linie = kürzeste Verbindung zwischen *footprints*; für W103 kann wegen fehlender Peilung kein *footprint* für den Zeitpunkt der Abwanderung angegeben werden, der Zugbeginn wird jedoch grob auf 21:30-35h geschätzt.

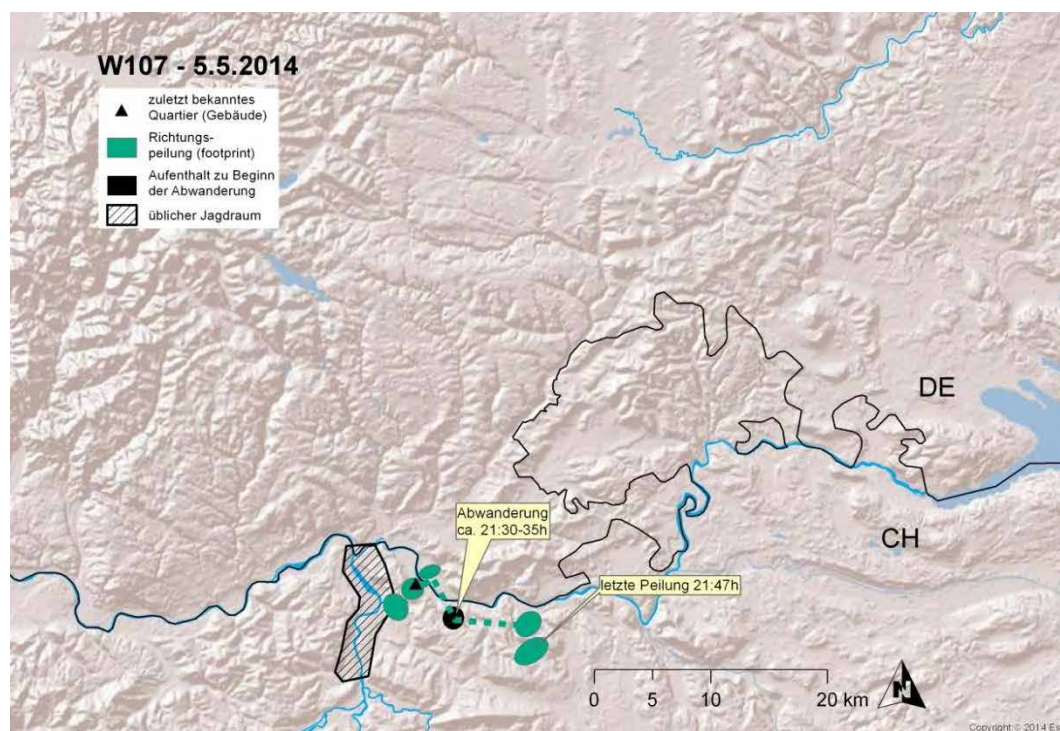
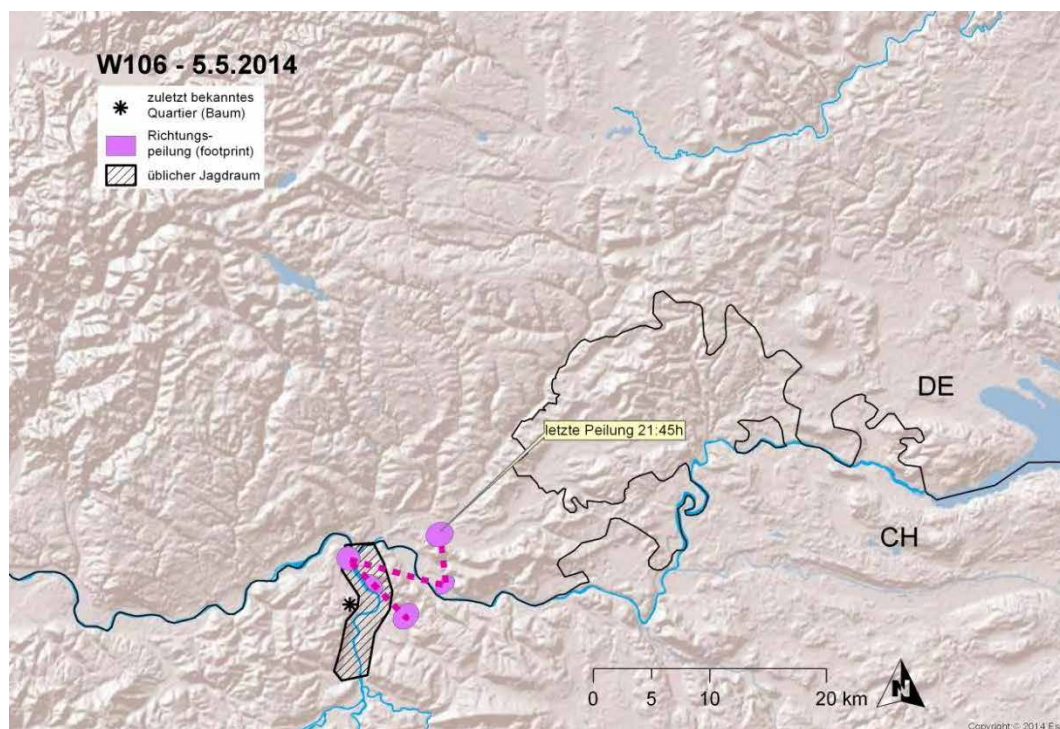


Abb. C-67: Abwanderung von Weibchen W106 und W107.
Gestrichelte Linie = kürzeste Verbindung zwischen *footprints*; für W106 kann wegen fehlender Peilung kein *footprint* für den Zeitpunkt der Abwanderung angegeben werden, der Zugbeginn wird jedoch grob auf 21:30h geschätzt.

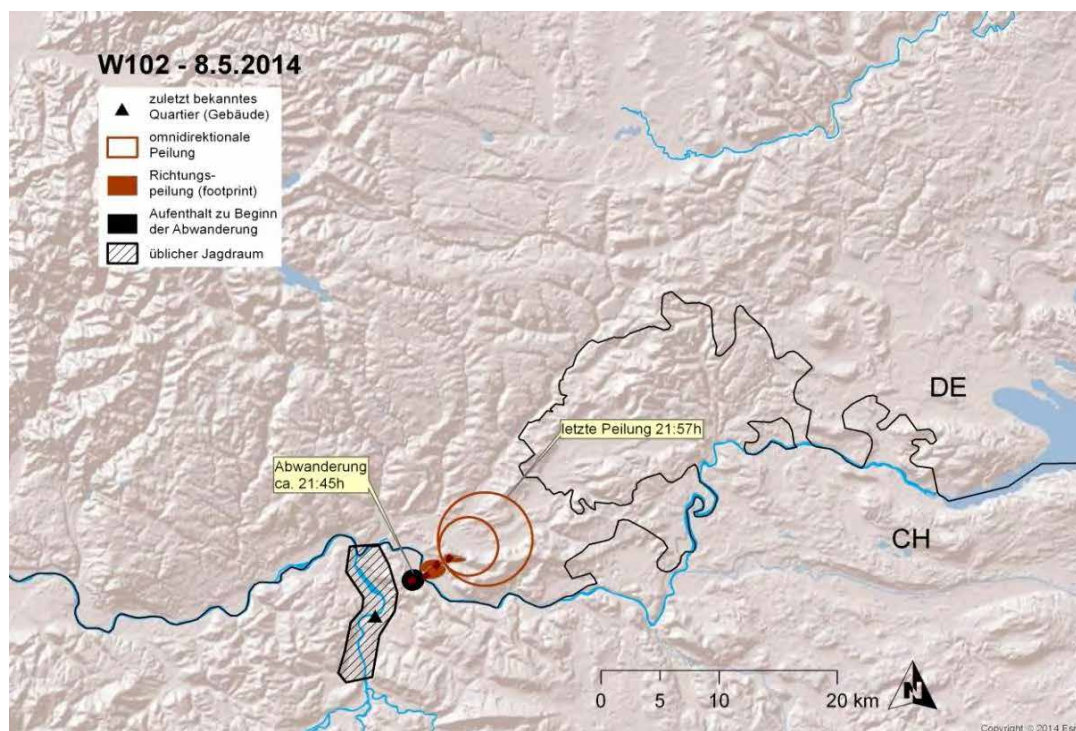
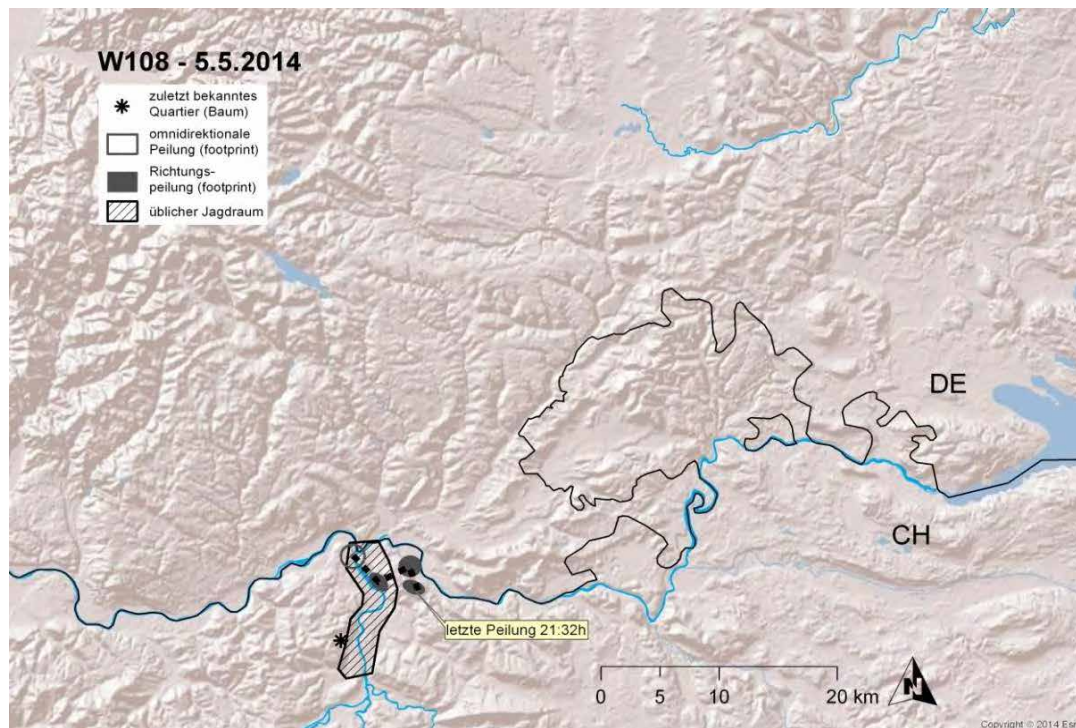


Abb. C-68: Abwanderung von Weibchen W108 und W102.

Gestrichelte Linie = kürzeste Verbindung zwischen *footprints*; für W108 kann wegen fehlender Peilung kein *footprint* für den Zeitpunkt der Abwanderung angegeben werden, der Zugbeginn wird jedoch grob auf 21:30h geschätzt.

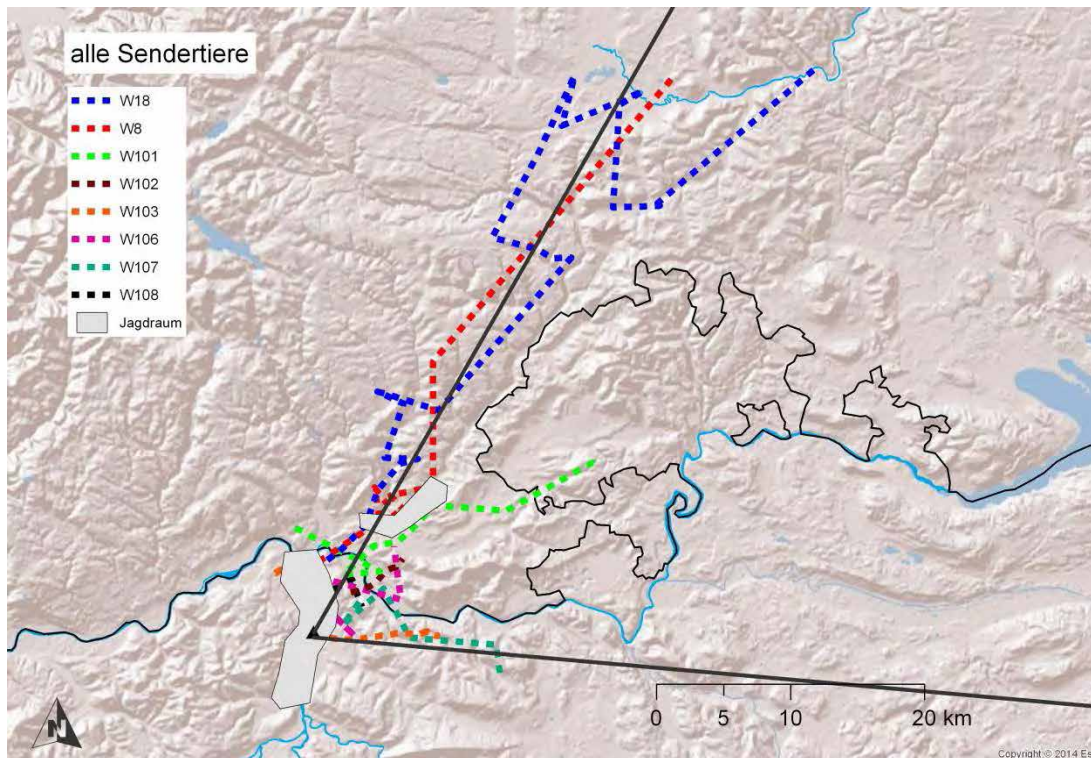


Abb. C-69: Abwanderung aller acht verfolgten Sendertiere 2013 und 2014. Die Abwanderungsrichtungen lagen zwischen ca. 30° und ca. 95° (grauer Keil), gemessen vom Ausgangsquartier Gasturbinenwerk (▲).

Einfluss der Witterung

Im März und April herrschten in beiden Untersuchungsjahren unterschiedliche Wetterverhältnisse: Zwischen dem 1.3. und 15.4.2013 erreichten die maximalen Tagestemperaturen im Mittel +8,7 °C (SD 5,6 °C), Nachttemperaturen fielen auf im Durchschnitt -0,05 °C (SD 5,1 °C) (DWD, Station Wutöschingen). Im Jahr 2014 lagen diese Werte im selbem Zeitraum bei +15,5 °C (SD 5,2 °C) und knapp unter +1,0 °C (SD 6,2 °C) und damit deutlich höher.

Die Lufttemperaturen ca. eine Stunde nach dem abendlichen Ausflug (21 Uhr MESZ) bewegten sich 2013 in der Zeit der täglichen Quartierkontrollen (23.4.-22.5.) zwischen 6,1 und 14,3°C und 2014 zwischen 4,2 und 15,6 °C (27.4.-9.5.2014). Nachttemperaturen fielen an unserem höchstgelegenen Peilort bei Stühlingen/Wutachtal (738 m) in manchen Nächten unter 5 °C (z.B. 4.5.2014).

Nach Abb. C-70 wanderten Tiere ab, wenn die Abendtemperatur wenigstens (8)-10 °C erreichte.

Eine statistische Absicherung ist aufgrund der geringen Stichprobe nicht möglich.

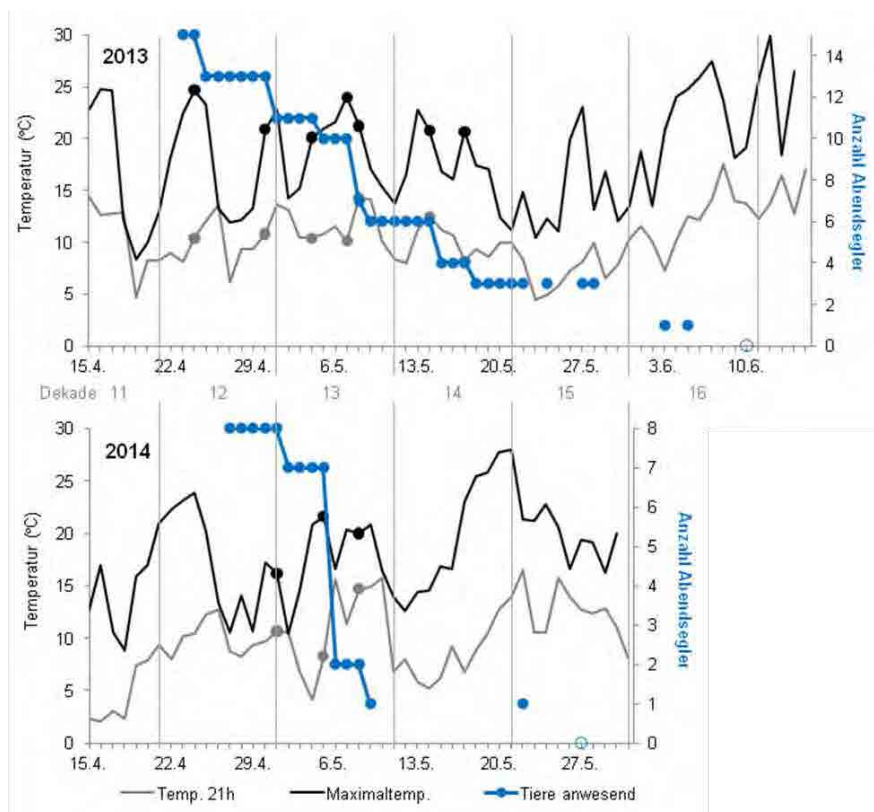


Abb. C-70: Sukzessive Abwanderung der Sendertiere 2013 und 2014 in Bezug zu lokalen Temperaturen.

Dargestellt sind Tagesmaximum und Temperatur zur Ausflugszeit um 21 Uhr; durchgezogene blaue Linie = Periode täglicher Quartierkontrollen; ausgefüllte Punkte = Anzahl Sendertiere anwesend; un- ausgefüllte Punkte = keine Signale mehr hörbar; schwarze und graue Punkte auf den Temperaturkurven markieren die Abwanderungstage; Wetterdaten DWD (2014), Station 5731 Wutöschingen/Wutachtal.

Isotopenanalysen

Der Vergleich der Ergebnisse der Haaranalysen (Tab. C-8) mit Wasserstoffisotopen aus Niederschlag ($\delta^2\text{H}_{\text{precip}}$ Jahresmittelwert; Referenz: www.waterisotopes.org) führte zu dem potenziellen Herkunftsgebiet aller beprobten Weibchen ($n = 47$) und Männchen ($n = 49$) wie in Abb. C-72 bis C-74 dargestellt. Es erstreckt sich demnach über einen überraschend großen geographischen Raum von Frankreich bis Russland (11 Isotopenzonen), wobei die räumliche Ausdehnung zwischen Männchen und Weibchen sich nur geringfügig unterscheidet. Die Analysenergebnisse schließen die Zonen 8 und 17 als Herkunftsgebiet für die Männchen und Zone 15 als Ursprungsgebiet für die Weibchen aus. Die Verteilung der Proben über die Zonen ist nicht gleichmäßig, sondern es ist für beide Geschlechter ein Peak zu erkennen, der für Weibchen weiter südlich liegt (Zone 9, Median Zone 11) als für Männchen (Zone 11, Median Zone 11) (Abb. C-75). Die Zonen 16 und 17 decken sich nur teilweise mit dem Verbreitungsareal des Abendseglers; die 11 Tiere (8m, 3w) hätten demzufolge aus einer weit östlich gelegenen Region zwischen Moskau und dem Ural stammen müssen oder, aufgrund der allgemeinen Zugrichtung aber unwahrscheinlicher, von der nördlichsten Verbreitungsgrenze in Skandinavien.

Das potenzielle Herkunftsgebiet der Sendertiere W18 und W8 (2013) zeigt exemplarisch Abb. C-76. Durch die telemetrisch beobachteten Abflugwinkel lassen sich Migrationskeile aufstellen und dadurch die Regionen weiter einengen. Demnach wäre Weibchen W18 etwa aus dem Ländereck südliches Brandenburg-Sachsen-Anhalt-Thüringen-nördliches Sachsen und Weibchen W8 aus den baltischen Staaten oder Südschweden gekommen.

Tab. C-8: Orte der Probenentnahmen und Isotopenwerte.

Anteil nicht austauschbarer Wasserstoff im Haarkeratin; Mittelwert $\delta^2\text{H}_{\text{fur}} \pm 1 \text{ SD}$; ‰; n = Stichprobengröße.

Ort	Datum	Quartiertyp	$\delta^2\text{H}_{\text{fur}} \pm \text{SD} (\text{‰})$		
			Männchen (n)	Weibchen (n)	alle (n)
Baden	09./11.03. 2013	Winterquartier (Kasten auf Hochhaus)	-103.2 $\pm$ 13.8 (21)	-100.8 $\pm$ 13.3 (29)	-101.8 $\pm$ 13.4 (50)
Villigen, Beznau	23./30.4., 2.5.2013	Übergangsquartiere (Baumhöhle, Fledermauskästen, Wandverkleidung an Gebäude)	-111.3 $\pm$ 14.9 (28)	-95.0 $\pm$ 8.7 (18)	-104.9 $\pm$ 15.1 (46)
alle			-107.8 $\pm$ 14.9 (49)	-98.6 $\pm$ 12.0 (47)	-103.3 $\pm$ 14.3 (96)

Tab. C-9: Klasseneinteilung (*natural breaks*) mit $\delta^2\text{H}_{\text{precip}}$ -Grenzwerten für die Kartendarstellungen in Abb. C-71 bis C-74 und Abb. C-76.

Süden	1: -28,9557754 - -9,362573624	17: -96,04764817 - -91,89151447	
	2: -33,11190911 - -28,95577541	18: -100,2037818 - -96,04764818	
	3: -37,26804282 - -33,11190912	19: -104,3599155 - -100,2037819	
	4: -41,42417653 - -37,26804283	20: -108,5160492 - -104,3599156	
	5: -45,58031024 - -41,42417654	21: -112,6721829 - -108,5160493	
	6: -49,73644395 - -45,58031025	22: -116,8283166 - -112,672183	
	7: -53,89257767 - -49,73644396	23: -121,5781837 - -116,8283167	
	8: -58,04871138 - -53,89257768	24: -125,7343174 - -121,5781838	
	9: -62,20484509 - -58,04871139	25: -129,8904512 - -125,7343175	
	10: -65,76724541 - -62,2048451	26: -133,4528515 - -129,8904513	
	11: -69,92337913 - -65,76724542	27: -137,6089852 - -133,4528516	
	12: -74,07951284 - -69,92337914	28: -141,7651189 - -137,6089853	
	13: -78,82937994 - -74,07951285	29: -145,9212526 - -141,765119	
	14: -82,98551365 - -78,82937995	30: -151,2648531 - -145,9212527	
	15: -87,73538075 - -82,98551366	31: -156,0147202 - -151,2648532	
	16: -91,89151446 - -87,73538076	32: -160,7645874 - -156,0147203	Norden

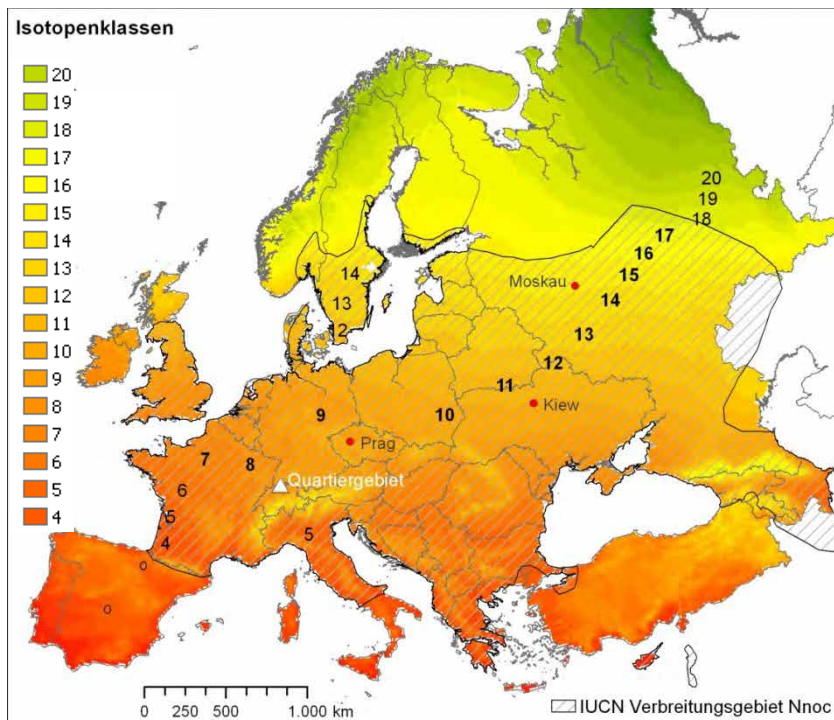


Abb. C-71: Verteilung der Klassen (Zonen) der Wasserstoffisotope aus Niederschlag (Jahresmittel) über das Verbreitungsgebiet des Großen Abendseglers.

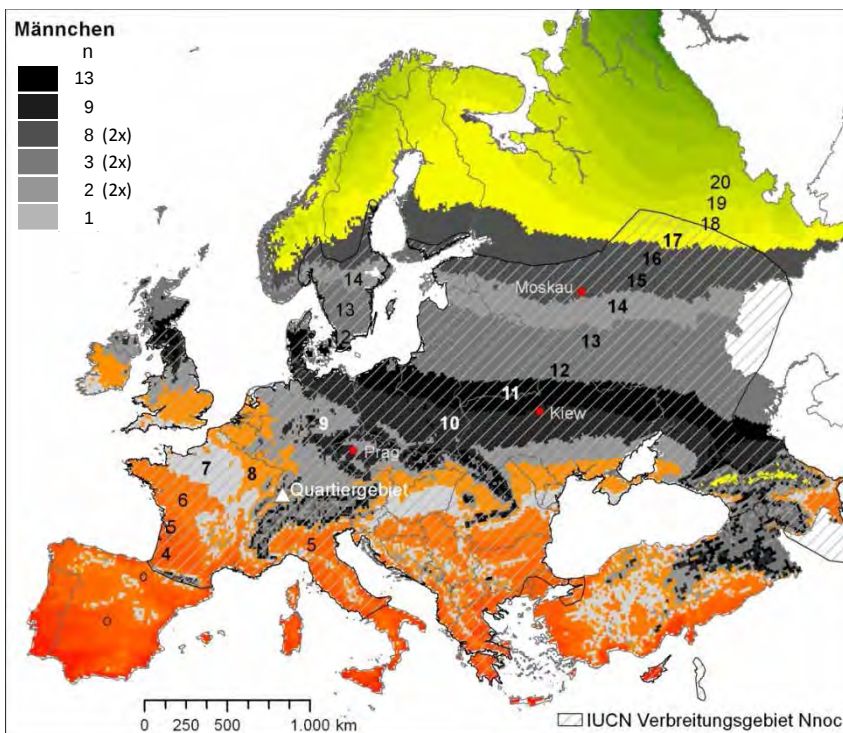


Abb. C-72: Zuordnung von 49 Männchenproben zu den potenziellen Herkunftsgebieten nach Isotopenklassen.

Graustufen, rangiert, wobei die Zone mit den meisten Tieren am dunkelsten ist); Isotopen-Klasseneinteilung s. Tab. C-9.

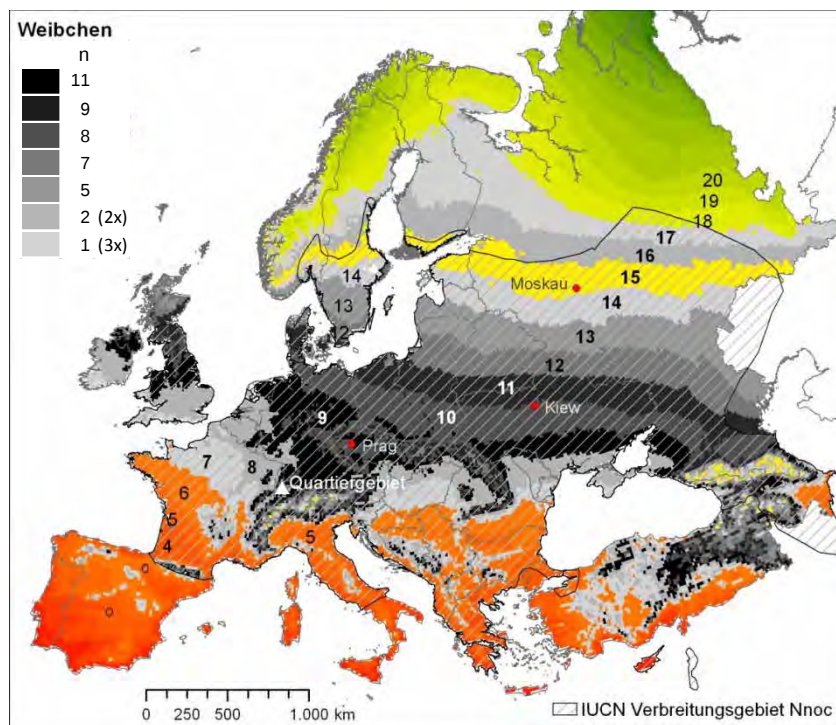


Abb. C-73: Zuordnung von 47 Weibchenproben zu den potenziellen Herkunftsgebieten nach Isotopenklassen.

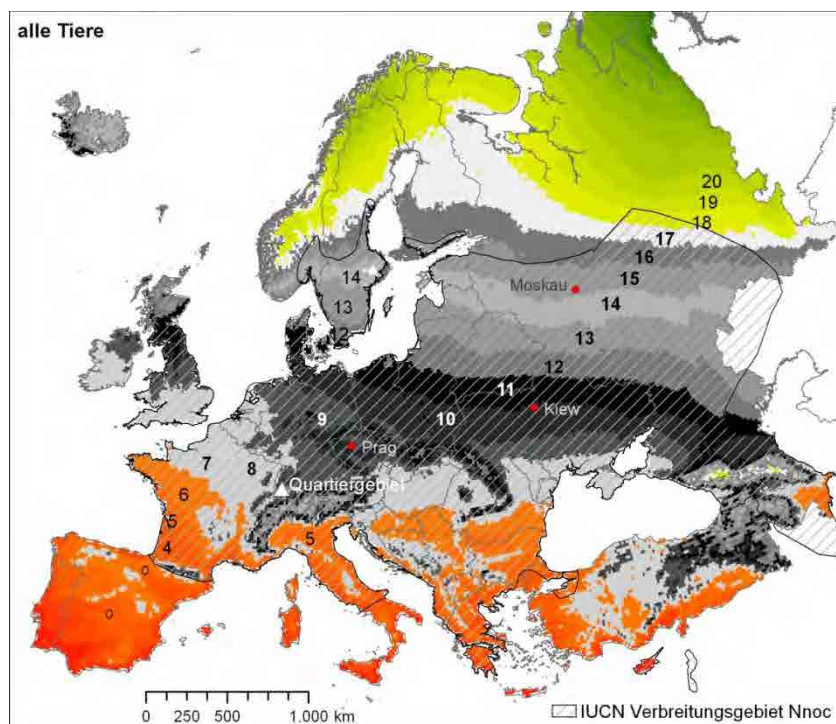


Abb. C-74: Zuordnung aller Proben zu den potenziellen Herkunftsgebieten nach Isotopenklassen. Darstellung wie Abb. C-72.

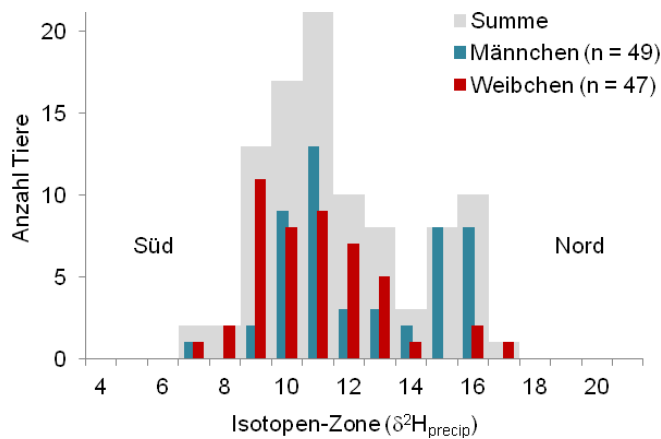


Abb. C-75: Verteilung von Männchen, Weibchen und allen Tieren auf die Isotopenzonen.

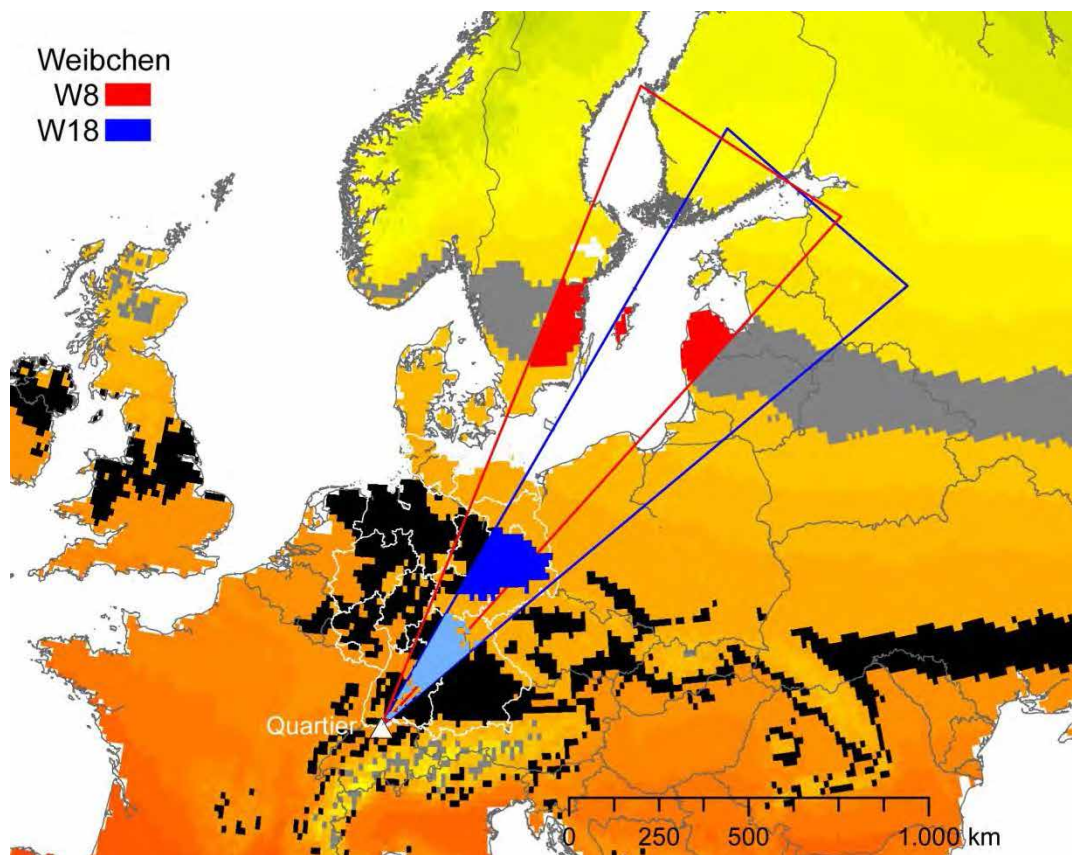


Abb. C-76: Mögliches Herkunftsgebiet der verfolgten Weibchen W18 und W8 aufgrund von Wasserstoffisotopen-Analysen.

Weißes Dreieck = Ausgangsquartier Gasturbinenwerk; Keile = Migrationsrichtung ($\pm 10^\circ$) auf Grundlage der telemetrisch beobachteten Abflugwinkel: rot = W8, blau = W18; die Zonen mit den $\delta^2\text{H}_{\text{precip}}$ -Werten der beiden Tiere sind schwarz (W18, Zone 9) bzw. grau (W8, Zone 13) gefärbt, ihre Überlagerung mit den Migrationskeilen in den Farben der Tiere; hellblau = Gebiet ohne bekannte Wochenstuben.

C.3.4 Diskussion

Dieser Teil des F+E-Vorhabens ist eine Pilot- und Machbarkeitsstudie. Nach unserer Kenntnis stellt sie eine von bisher zwei Untersuchungen dar, die konkret den Zug des Großen Abendseglers im Frühjahr zum Inhalt hat und in diesem Rahmen Abwanderungstage, -uhrzeiten und -richtungen dokumentiert. Die andere Studie wurde zeitgleich und unabhängig von der hiesigen am Max-Planck-Institut für Ornithologie in Radolfzell durchgeführt (DECHMANN et al. 2014). Mit unseren Ergebnissen lassen sich erstmalig die Abflugrichtungen sowie die Anfangsstunden des Frühjahrszugs eines Abendseglers in Bezug auf eine grob geflogene Route nachzeichnen.

C.3.4.1 Abwanderungszeitpunkt

Faktoren, die die Abwanderung triggern, sind bisher nicht im Detail untersucht. Sehr wahrscheinlich spielen aber verschiedene Faktoren zusammen und hängen voneinander ab, wie z.B. der Zeitpunkt des Aufwachens aus dem Winterschlaf und der körperliche Zustand (d.h. Gewichtsverlust während des Winterschlafs), Temperaturen zu Frühjahrsbeginn, das Wetter in den Tagen unmittelbar vor dem Abflug, die Verfügbarkeit von Beutetieren, Tages- bzw. Nachtlänge, der Hormonspiegel u.a.

Das mittlere Körpergewicht der Sendertiere betrug 2013 zum Zeitpunkt des Fanges 25,1 g (SD 1,14 g; n=16), 2014 28,5 g (SD 3,8 g; n=8). Mit welchem Körpergewicht die Tiere sich auf den Zug machten, war natürlich unbekannt. Interessant ist die Beobachtung, dass 29 Weibchen aus dem Gebäudequartier in Baden, von denen Anfang März 2013 Haarproben für Isotopenanalysen genommen wurden, im Mittel 26.7 g wogen (SD 2.64 g); ein Gewicht nah am wahrscheinlichen Reisegewicht wäre also auch schon im März erreicht gewesen.

Im Jahr 2013 verließen die ersten Sendertiere das Gebiet innerhalb von 24-48 Stunden nach der Besenderung, also bis zum 24. April. Im zweiten Jahr war das erste Tier am 2. Mai, einen Tag nach der Besenderung, nicht mehr im Quartiergebiet zu finden. Allerdings konnten für diese Individuen keine Abflugrichtungen beobachtet werden, so dass unklar bleibt, ob sie den Zug bereits angetreten hatten oder nur in ein anderes Quartiergebiet außerhalb des unteren Aaretals wechselten. Dass dies durchaus passiert, zeigt der zufällige Wiederfund von Weibchen W16 (2013). Nach dem unmittelbaren Verschwinden im Anschluss an die Besenderung wurde dieses Tier 6 Tage später aus dem Flugzeug bei Olten gepeilt, interessanterweise jedoch 37 km in der der Migrationsrichtung genau entgegengesetzten Richtung. Berücksichtigt man, dass Abendsegler offenbar kurzfristig bis zu 50 km/h schnell (BRUDERER & POPA-LISSANEAU 2005) und weite Strecken fliegen können, erscheint der zusätzliche Weg von ca. 80 km hin und zurück zum unteren Aaretal unwesentlich. Auch GEBHARD (1997) berichtet anhand von Ringwiederfinden von unerwartet weiträumig im Überwinterungsareal „herumstreunenden“ Abendseglern (Männchen und Weibchen), die im Herbst statt nach Süden nach Norden flogen. Verschiedene Erklärungen sind für unseren Wiederfund in Olten denkbar; beispielsweise könnte dieses Individuum nicht schwanger und der Migrationsdruck dadurch geringer gewesen sein. Nahe liegt aber, dass das Streifgebiet dieser mobilen Art viel größer ist als bisher bekannt. Diese Überlegung wird durch die Beobachtung gestützt, dass drei weitere Tiere, die das untere Aaretal unmittelbar nach dem Fang in unbekannte Richtung verlassen hatten, nach wenigen Tagen zurückkehrten oder zufällig unweit (ca. 8 km) außerhalb des regelmäßig kontrollierten Gebietes wiedergefunden wurden.

Das jeweils erste von uns verfolgte abwandernde Sendertier in nordöstlicher bis östlicher Richtung verließ das untere Aaretal in beiden Jahren fast am selben Tag, am 4. bzw. 5. Mai. Ob dies der allgemeine Beginn des Wegzuges aus dem Gebiet war, lässt sich nicht beurteilen. Aus dem schon seit vielen Jahren kontrollierten Kaiserwald bei Lahr im Oberen Rheintal und aus den nördlicheren Rheinauen bei Karlsruhe wird berichtet, dass der Abendseglerzug für gewöhnlich bis Ende April bereits vorüber ist (S. DORST-JUNDT, A. ARNOLD, schriftl. Mittlg. 2014; s.a. MESCHÉDE & HELLER 2000). Dagegen war der Zugpeak bei den bundesweiten Synchronzählungen am Max-Eyth-See bei Stuttgart im Zähljahr 1997 erst Anfang Mai (WEID 2002). Im Gebiet um das Aaretal und im Großraum Zürich scheinen bis Ende Mai/Anfang Juni noch Abendsegler in größeren Gruppen anwesend zu sein. Wir zählten zwischen der 14. (Mitte Mai) und 16. Dekade (Anfang Juni) noch zwischen ca. 30 und mehr als 100 ausfliegende Tiere im Hauptquartier an der Aare (s. Abb. C-59). Bei einem Kontrollfang am 5. Juni 2013 konnten dann zwar nur noch Männchen festgestellt werden, aber auch ein Sendertier wurde an diesen Tag noch einmal bestätigt (Abb. C-64).

Im Jahr 2013 wanderten die 16 Weibchen über einen Zeitraum von mindestens 6 Wochen ab, relativ gleichmäßig über den Zeitraum verteilt und in einem offensichtlichen Zusammenhang mit dem Wetter: Bis auf zwei Ausnahmen lagen am jeweiligen Abflugtag die Abendtemperaturen nach Sonnenuntergang über 10 °C und es herrschte Hochdruckeinfluss (Abb. C-70). Dies passt zu Abendseglerbeobachtungen im Winter, die nur bei Temperaturen von mindestens 10-12 °C gelangen (AVERY 1986).

Im zweiten Untersuchungsjahr flogen die 8 besenderten Weibchen verteilt über mindestens 3 1/2 Wochen fort. Interessanterweise drängte sich in diesem Jahr der Abflug von allein 5 Tieren auf denselben Abend (5.5.). Innerhalb von 15 Minuten hatten sie alle das untere Aaretal bis spätestens 1 Stunde nach Sonnenuntergang verlassen. Die Abendtemperaturen in den 14 Tagen zuvor waren ausgesprochen niedrig (Abb. C-70). Die Abwanderung fand am ersten regenarmen Tag statt, an dem die Lufttemperatur nach Sonnenuntergang bei über 10 °C blieb, was die Aktivität von für die Migration wichtigen Beuteinsekten deutlich wahrscheinlicher machte. Das ungewöhnliche Wetter in der zweiten Aprilhälfte könnte einen Zugstau verursacht haben, wie er auch beim Vogelzug bekannt ist (KESTENHOLZ et al. 2009, STÜBING & KÖNIG 2013). Wenn auch normale abendliche Jagd bei niedrigeren Temperaturen stattfand, so scheint der Beginn der Migration zumindest zu einem Teil auch durch die Temperatur beeinflusst zu sein. Genauere Untersuchungen oder Wetterdatenanalysen (dann beispielsweise auch mit Windgeschwindigkeiten) sind hier jedoch für eine bessere Beurteilung notwendig.

C.3.4.2 Abwanderungsrichtung

Die beiden im Jahr 2013 verfolgten Abendsegler flogen in eine nahezu gleiche Himmelsrichtung ab, ca. 32-40° Nordost. Im zweiten Jahr wählten die 6 Tiere, bei denen die Abflugrichtung erfasst werden konnte, verschiedene Richtungen, ca. 35-95° Nordost bis Ost (Abb. C-69). Haben wir 2013 also eine andere Teilpopulation untersucht als 2014, z.B. norddeutsche oder baltische Tiere gegenüber polnischen und tschechischen? Oder haben wir im zweiten Jahr zufällig Tiere verfolgt, die nur das Quartier innerhalb eines weiträumigen Steifgebietes wechselten, wie uns Weibchen W16 2013 eindrücklich vor Augen führte? Aus welchen Sommergebieten treffen im Aaretal im Winter Tiere aufeinander und haben die Abendsegler, die wir im April dort vorfinden, dort auch überwintert oder sind sie aus weiter südlich liegen-

den Quartieren zu einem Zwischenstopp ins Aaretal eingewandert? DECHMANN et al. (2014) fanden für 11 Männchen und Weibchen eine relativ einheitliche allgemeine Abflugrichtung vom Bodensee Richtung Nordosten, wobei manche Individuen auch einen Richtungswechsel vornahmen. Insofern kann der von uns beobachtete Abflugwinkel von max. 95-(100)° auch nur eine anfängliche und kurzfristige Richtung gewesen sein, die später in eine mehr nord-östliche Richtung korrigiert wurde.

C.3.4.3 Herkunftsgebiete ermittelt aus Isotopenanalysen

Eine Erklärung für die gestreckte zeitliche Verteilung der Abwanderung über mehrere Wochen könnte an der breiten Zusammensetzung der Winterpopulationen liegen. Individuen – v.a. die Weibchen – stammen aus verschiedenen geographischen Sommergebieten, z.B. aus weit entfernten Wochenstubegebieten in Polen und den baltischen Ländern und weniger weiten in Tschechien oder Nordost-Deutschland. Es kann erwartet werden, dass Abendsegler von weit entfernten Sommerpopulationen das Aaretal im betreffenden Jahr früher verlassen als Tiere, die nicht so weit fliegen müssen.

Die Ergebnisse der Isotopenanalysen zeigen dies jedoch nicht: Die Sendertiere des ersten Untersuchungsjahres verließen das Gebiet zeitlich nicht wie ihr Isotopenwert erwarten lassen würde (Abb. C-77). Tiere mit niedrigem Wert, entsprechend also aus weiter nördlichen Regionen, verließen das Gebiet ebenso spät wie oder sogar noch später als Tiere mit hohem Wert, d.h. geringerer Distanz zum Sommergebiet. Für die beiden Sendertiere W8 und W18 aus 2013 können wir die Abwanderung nach Norden bzw. Nordosten sicher belegen. Auch ihr Verhalten unterstützt die Annahme, dass weit entfernte Tiere früher abwandern nicht: Weibchen W18 stammte nach den Analysen aus einem vergleichsweise südlich gelegenen Gebiet (Raum Thüringen-Sachsen-Brandenburg), während das Herkunftsgebiet von Weibchen W8 sehr viel weiter nördlich gewesen sein muss (Baltikum, Südschweden). Dennoch verließ letzteres das Aaretal erst drei Tage nach Weibchen W18.

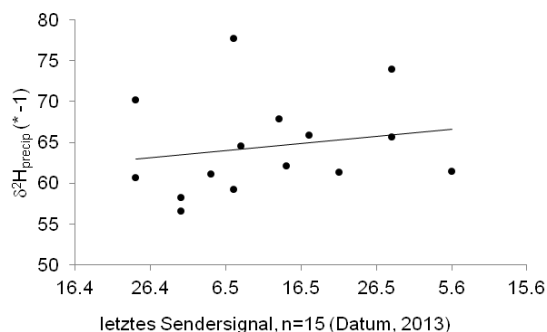


Abb. C-77: Verlassen des Gebietes von 15 Sendertieren im Vergleich zu ihrem Isotopwert. Annahme: Weibchen mit niedrigen Isotopwerten verlassen das Wintergebiet früher, da der Weg in ihre Wochenstubegebiete weiter ist und umgekehrt. Die Daten bestätigen diese Annahme nicht.

Die Analyse von Herkunftsgebieten mittels Isotopen ist eine relativ neue Methode, die neuartige Resultate ermöglicht, aber auch noch einige methodische Fallstricke aufweist. So ist die Interpretation der Isotopenanalysen komplex und an verschiedene Fragen geknüpft, z.B. den Zeitraum des Haarwechsels. Nach GEBHARD (1997) kann er für Abendsegler-Männchen auf

Juni/Juli eingegrenzt werden und ILYIN (1990, in FRASER et al. 2013) beschreibt diesen Zeitraum für Weibchen als die Zeit nach der Jungenaufzucht Ende Juni bis Mitte August; BLOHM & HEISE (2008) geben allgemein die erste Julihälfte an. Bewegt sich das Tier während des Haarwechsels bereits über größere Strecken, werden mit dem Haarwachstum Isotopen aus einer größeren Region eingelagert und dadurch wird die räumliche Interpretation zusätzlich erschwert. Andere Fragen ergeben sich aus der Körperstelle, von der die Proben entnommen werden, die durch die Art und Weise wie der Haarwechsel stattfindet, das Ergebnis beeinflussen kann. Die Ergebnisse aus den Isotopenanalysen können aber einen groben und großräumigen Anhaltspunkt für ein Gebiet geben, in dem sich das beprobte Tier zur Zeit des Fellwechsels befand. Dennoch sind in der Summe gesehen und mit einer großen Stichprobenzahl wie beispielsweise aus einem gemeinsamen Winterquartiergebiet wichtige Erkenntnisse über dessen Einzugsgebiet zu gewinnen (z.B. SULLIVAN et al. 2012, VOIGT et al. 2014). In unserem Fall erstaunt die Großräumigkeit der Herkunft, die die nahezu 100 Tiere widerspiegeln (zwischen Frankreich im Westen bis zu sehr weit im Nordosten gelegenen Gebieten nahe dem Ural). Ebenso erstaunt der geringe Unterschied zwischen den Geschlechtern. Während die Erwartung ist, dass Männchen weniger weit wandern und von daher aus südlicheren Regionen als die Weibchen stammen, deuten die Ergebnisse eher auf das Gegenteil. Gemessen am mittleren $\delta^2\text{H}_{\text{fur}}$ -Wert (Tab. C-8), der bei Weibchen niedriger ist als bei Männchen und zwar auch, wenn die Proben nach Standorten getrennt betrachtet werden (Winterquartier Baden vs. Übergangsquartiere Aaretal), sind die Männchen aus einer größeren Entfernung ins Aaretal gekommen als die Weibchen. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Resultaten von LEHNERT et al. (2014), die bei Totfunden an Windkraftanlagen in Ostdeutschland fanden, dass Weibchen aus entfernteren Gebieten stammen mussten. Wir können die Ergebnisse nicht in Hinblick auf das Alter der Tiere diskutieren. Es ist aber anzunehmen, dass unter den beprobten Männchen ein Großteil juvenile Tiere waren, die aus ihren entfernten Geburtswochenstuben – beispielsweise in Zonen 15 und 16 – ihre erste Wanderung ins Winterquartier absolviert haben.

Wir haben auf Modellierungen verzichtet, die die Isotopen-Ergebnisse mit aus Ringwiederfunden bekannten Migrationsentfernungen und -richtungen überlagern, um das potenzielle Herkunftsgebiet weiter einzuengen. Voraussetzung hierzu wäre eine ausreichende Zahl an Wiederfunden aus einem (großräumigen) Umfeld des Aaretals gewesen; diese lagen nicht vor. Berücksichtigt man jedoch nur allein den gemeinsamen Abflugwinkel aller Sendertiere (Abb. C-69), dann ergibt sich schon allein aus dieser Information eine sehr breite „Einflugschneise“ für das Überwinterungsgebiet Aaretal, die potenziell Tiere aus direkt östlichen Regionen (entlang der Alpenkette aus so entfernten Gebieten wie Tschechien, Polen, Ukraine?) und im Norden aus Regionen so entfernt wie Südschweden in die Nordschweiz bringt, unter der Annahme, dass die generelle Flugrichtung beibehalten wurde.

Für die Ermittlung der Isotopenwerte wurde eine RMA (*reduced major axis*)-Regression verwendet, in die Daten von sechs in ihrem Migrationsverhalten sehr unterschiedliche Arten einfließen (VOIGT et al. 2014). Da sich jedoch artspezifisch und sogar geschlechtsspezifisch deutliche Unterschiede zeigen können (CRYAN et al. 2014, HOBSON et al. 2012, PYLANT et al. 2014), wäre eine Neuberechnung unter ausschließlicher Verwendung von *N. noctula*-Referenzwerten in Zukunft sinnvoll. Neue Grundlagen könnten dann das vorliegende Bild möglicherweise nochmals deutlich verändern. Vor allem eine geschlechterspezifische Trennung könnte unsere Ergebnisse neu beleuchten.

Zu berücksichtigen ist auch die vor allem in den Regionen bis Zone 10 teilweise kleinräumige Abwechslung der Zonen (Abb. C-71), die die Eingrenzung eines potenziellen Herkunftsgebietes erschwert.

Die Isotopenanalyse liefert zusätzliche Informationen zum Migrationsgeschehen in der Frage der geographischen Herkunft, beantwortet jedoch nicht Fragen nach der beflogenen Wanderoute.

C.3.4.4 Zugrouten

Anders als Zugvögel scheinen Abendsegler aufgrund unserer Beobachtungen sich nicht kontinuierlich mehr oder weniger entlang einer Geraden zwischen Abflug- und Zielort zu bewegen, sondern fliegen auf dem Weg auch „Umwege“ und großräumige Schleifen. Die Strecke führte für die zwei länger beobachteten Weibchen W8 und W18 zumindest nicht offensichtlich entlang von Hügelketten, Bergkanten oder anderen Landschaftselementen wie Tälern oder Flüssen.

Die Vermutung liegt nahe, dass Weibchen W18 (2013) die Schleifenflüge zur Suche nach Beuteinsekten in die Zugstrecke eingebaut haben könnte, um den Energievorrat laufend aufzufüllen. Solche Umwegflüge wechselten mit Direktflügen, vermutlich Richtung Fernziel, ab (z.B. Abb. C-65). Verschiedene Male hatten wir aufgrund der Signale den Eindruck, dass die Abendsegler mehrere hundert Meter über Grund flogen, was die Bedeutung von mäßigen Erhebungen der Topographie ebenfalls relativiert.

Die konkreten Beobachtungen an Tier W18 während der Wanderung passen zu den von ŠUBA et al. (2012) aufgestellten Überlegungen einer „fly-and-forage“-Strategie, die sie an *Pipistrellus nathusii* während des Herbstzuges in Lettland untersuchten. Sie kamen zu dem Schluss, dass die Rauhautfledermaus dieser Strategie die ganze Nacht hindurch während der Migration folgt, solange Insekten ausreichend vorhanden sind.

Fledermäuse haben die Fähigkeit, verbrauchte Energie schon während des Flugs wieder aufzufüllen, indem ergänzend zum Verbrauch der normalen Fettreserven Nahrung erjagt, schnell für den Metabolismus mobilisiert und damit für den Organismus verfügbar wird (z.B. VOIGT et al. 2010). Diese „mixed-fuel“-Strategie (VOIGT et al. 2012) ermöglicht es den Tieren, die kräftezehrende Migration durch eine dauerhafte und ausreichende Zufuhr an neuer Energie zu meistern. Um diese Energiezufuhr in ausreichender Menge zu gewährleisten, sind möglicherweise zusätzliche Streifzüge abseits der direkten Zugrichtung zur Jagd auf Insekten notwendig oder lohnenswert.

Im Gegensatz zu Weibchen W18 flog Weibchen W8 interessanterweise eine deutlich direktere Strecke. Ein solcher Unterschied könnte aufgrund unterschiedlicher Verteilung der Beuteinsekten in der Landschaft oder an unterschiedlichen Kenntnissen der Migrationsroute liegen. Es könnte sich beispielsweise bei W18 um ein Individuum gehandelt haben, das mit der Zugstrecke nicht vertraut war und ständig neu orientieren musste, was jedoch wiederum bedeuten würde, dass Landmarken zusätzlich zum Magnetkompass eine wichtige Rolle spielen. Es könnte aber auch bedeuten, dass am späteren Abwanderungstag von Weibchen W8 Beuteinsekten gleichmäßiger in der Landschaft verteilt waren und Umwege zur Nahrungsaufnahme weniger erforderlich waren. Mit Blick auf die Isotopenanalysen (s.o.) und der sich daraus ableitenden Annahme, dass Tier W8 ein deutlich entfernteres Ziel hatte als Tier W18,

könnte die direktere Route wiederum einen Sinn ergeben, da sie ein zügigeres Fortkommen bedeuten würde.



Abb. C-78: Landschaft zwischen Bodensee (Hintergrund) und Donautal aus ca. 400 m Höhe. Beim Flug in dieser Höhe scheint die Topographie für das menschliche Auge von geringer Bedeutung. Foto: A. MESCHÉDE.

Nordamerikanische Studien vermuten die Nutzung von bestimmten „Gebieten“ während der Wanderung (BAERWALD & BARCLAY 2009, CRYAN & BARCLAY 2009), jedoch ohne oder nur unter vorbehaltlicher Verwendung des Begriffs „Korridor“. Unsere Daten unterstützen nicht die Existenz von „Korridoren“ bei den beobachteten Abendseglern. Hier besteht jedoch noch ein großer Forschungsbedarf, wobei unbedingt auch berücksichtigt werden muss, dass Forschungsergebnisse auf einem anderen Kontinent, unter anderen geographischen Voraussetzungen und bei anderen Arten nicht unbedingt übertragbar sind. Es ist gut denkbar, dass Wanderungen zwischen Nord- und Mittel-/Südamerika anders ablaufen als Wanderungen quer über dem europäischen Kontinent, wo beispielsweise Gebirgszüge weitaus weniger nord-südwärts verlaufen als in Nordamerika. Überdies können artspezifisch deutliche Unterschiede festgestellt werden, wie auch die Ergebnisse des akustischen Transektes am Thüringer Wald zeigen (s. Abschn. C.1 und FURKMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, SERRA-COBO et al. 2000).

Ein Problem, das sich mit unserer zweidimensionalen herkömmlichen Telemetriemethode nicht untersuchen ließ, ist die Frage nach der eigentlichen Flughöhe. Für das menschliche Auge verschwimmt die Topographie unseres Untersuchungsgebietes bereits in geringer Flughöhe von 300-400 m in eine uneinheitlich flach undulierende Landschaft, wie wir bei den Suchflügen selber feststellen konnten (Abb. C-78). Eine auch vor dem Hintergrund der Windturbinenproblematik wichtige, hier aber nicht beantwortbare Frage ist daher, in welcher Höhe die Abendsegler ziehen. Die Flughöhe wechselt sehr wahrscheinlich oft, spontan und unvermittelt, je nachdem, wo die Beuteinsekten fliegen. Ein Indiz hierfür erhielten wir aus Beobachtungen von bestimmten Horchposten. Sendertiere, die normalerweise vom Peilpunkt an der Küssaburg in 518 m Höhe nicht zu hören waren (s.a. Abb. C-61), da sie hinter einem 560 m hohen Bergrücken im Aaretal jagten, gelangten ab und zu für wenige Minuten in den Empfangsbereich. Dazu musste das Tier entsprechend hoch über dem Bergrücken geflogen

sein. Diese wichtige Information über die dritte Dimension sollte zukünftig bei der Forschung (zum Beispiel mittels GPS-Loggern, VOIGT et al. 2015) mit berücksichtigt werden, wenn ein Gesamtbild des Zuggeschehens vor allem auch vor dem Hintergrund der Gefährdung durch Windturbinen während des Zuges aufgestellt werden soll.

C.3.4.5 Nächtliche Flugleistung und Migrationsgeschwindigkeit

Die konkrete nächtliche Flugleistung können wir nicht anhand eines über eine ganze Nacht ununterbrochen verfolgten Tieres ableiten. Von den zwei länger in einer Nacht verfolgten Weibchen lassen sich hierzu jedoch theoretische Überlegung anstellen:

- Weibchen W18 begann seinen Frühjahrszug am 4.5.2013 um ca. 21:35 Uhr mit dem Verlassen des regulären Jagdgebietes im unteren Aaretal. Bis zum letzten Peilkontakt am Eingang zum Oberen Donautal bei Immendingen um 1:03 Uhr war es also ca. 3,5 Stunden unterwegs. Die geflogene Strecke, die wir aus den 41 Einzelpoilungen und *footprints* ableiten können, hat möglicherweise ca. 100 km betragen und könnte damit doppelt so lang wie die Luftlinie zwischen dem Aaretal und Immendingen (50 km) gewesen sein. Das entspräche einer reinen Fluggeschwindigkeit von durchschnittlich ca. 25 km/h. Eine optimale Fluggeschwindigkeit wurde für *N. noctula* mit bis zu 9 m/s (32,4 km/h) modelliert unter Berücksichtigung von Metabolismus, Atmung und Blutkreislauf (PENNYCUICK 1989, Program I). Vorausgesetzt, dieses Tier hat sich den Rest der Nacht ähnlich verhalten und ist weiterhin in Schleifen und mit Umwegen geflogen, dann hätte es in den verbleibenden 4,5 Stunden bis kurz vor Sonnenaufgang (5:52 Uhr, Ulm) noch einmal ca. 65 km Strecke fliegen können. Bei dieser Migrationsgeschwindigkeit von ca. 120 km/Nacht wäre ein Wochenstübengebiet in 600-700 km Entfernung (z.B. im Nordosten Brandenburgs) in 5 Nächten erreichbar.
- Weibchen W8 begann die Migration am 7.5.2013 um ca. 21:35 Uhr in etwa dieselbe Richtung wie Weibchen W18 und erreichte ein Gebiet ca. 10 km westlich vom Eingang zum Oberen Donautal nach ca. 1,5 Stunden. Hier verlor sich der Kontakt zum Tier. In dieser Zeit hatte es ca. 33 km Luftlinie zurückgelegt. An fast genau dieser Stelle peilten wir auch Weibchen W18 drei Tage zuvor um eine ähnliche Uhrzeit (ca. 23:15h, s. Abb. C-65). Im Falle, dass Weibchen W8 ein ähnliches Flugverhalten in den verbleibenden Nachtstunden beibehalten hat, überbrückt es in 8 Stunden Aktivität theoretisch eine Distanz von ca. 180 km. Ein Wochenstübengebiet in 1.000 km Entfernung (Polen, Baltikum) wäre theoretisch in 5-6 Nächten erreichbar.

WEID (2002) schätzte aus den deutschlandweiten Synchronzählungen zum Abendseglerzug eine Zugdauer von 7 oder 8 Nächten mit 96-110 km Distanz pro Nacht zwischen Lörrach (BW) und Prenzlau (BB). DECHMANN et al. (2014) fanden ein Weibchen mit einer Flugleistung von 131 km/Nacht. Die Beobachtungen zum Tier W18 passen gut zu diesen Ergebnissen. Ein anderes Individuum konnten die Autoren der Bodenseestudie am Tag nach Verlassen des Bodenseeraums in 180 km Entfernung orten. Diese Größenordnung der Flugleistung fanden wir bei Tier W8. Im Durchschnitt lag die maximale Migrationsgeschwindigkeit von 8 Abendseglerweibchen bei DECHMANN et al. (2014) um die 50 km pro Nacht (6,7-180 km). Von 30-50 km sprechen auch DIETZ et al. (2007). Insgesamt ist festzustellen, dass es offenbar kein einheitliches Migrationsmuster in Bezug auf die nächtliche Flugleistung gibt und die Fortbewegung durch vielfältige Faktoren wie Distanz zum Zielgebiet, Rückenwind usw. be-

einflusst sein kann. Zur nächtlichen Flugleistung von Abendseglern während der Migration vertritt schon GEBHARD (1997) die Meinung, dass kaum ein Unterschied bestehen dürfte zwischen einem Tier, das einen normalen dreistündigen Jagdflug absolviert und einem Tier, dass eine gewisse Strecke fliegt und dabei eventuell noch günstige Windverhältnisse ausnutzt. Fünfzig Kilometer wären dann keine große Distanz und in wenigen Stunden normaler Flugaktivität absolvierbar. Das können wir mit unseren Daten bestätigen. Auf unsere Versuchstiere übertragen hieße das, dass Weibchen W18 und W8 gar nicht weiter geflogen sein müssen als bis in die Gegend des Eingangs zum Oberen Donautal, also in ca. 30-50 km Entfernung zum Aaretal. Ein Quartier in einer Felsspalte hätte ausgereicht, um sich vollständig der Signalüberwachung zu entziehen. In diesem Fall könnte nur mit einem noch größeren Personalaufwand überprüft werden, ob Tiere entweder später in der Nacht oder am nächsten Abend am Ort des letzten Signals wieder auftauchen und die Migration fortsetzen. Grundsätzlich belegen aber unsere Ergebnisse aus den akustischen Transektuntersuchungen am Thüringer Wald, dass Abendsegler während der Migration ganze Nächte hindurch aktiv sein können (vgl. Kap. C.1, Abb. C-37, C-38)

SCHMIDT (2002) gibt für den Raum Beeskow (Ost-BB) die ersten Beobachtungen von Abendseglern allgemein bereits für Mitte März an und auch im Raum Prenzlau sind die ersten Abendsegler in diesem Zeitraum anzutreffen (T. BLOHM mdl. 2015). Diese Tiere dürften mit hoher Wahrscheinlichkeit aus einem anderen Überwinterungsgebiet stammen als dem Aaretal. Die Treue einzelner Tiere zu ihren Winterquartiergebieten ist weit weniger untersucht als die zu ihren Sommergebieten. Falls Abendseglerweibchen nicht jedes Jahr aus ihren Sommergebieten, denen sie recht treu sind, auch in dieselben Wintergebiete zurückkehren, ist auch die Migrationsroute für jedes Individuum jedes Jahr eine andere.

C.3.4.6 Einschätzung der Methode

Die Kombination von Telemetrie am Boden und aus der Luft ist vielversprechend und wird in der Fachwelt als die Methode mit der besten Aussicht auf Erfolg eingeschätzt (CRYAN & DIEHL 2009).

In unserem Projekt fanden wir im ersten Untersuchungsjahr 2013 ein Weibchen (W16) aus der Luft wieder. Die vergleichsweise schwierige Auffindbarkeit kann u.a. daran gelegen haben, dass Flugrouten in manchen Gebieten aufgrund von Flugsicherheitsregeln angepasst werden mussten, so z.B. in der Nähe militärischer Sperrgebiete auf der Schwäbischen Alb. Auch eine nicht ausreichende Peildistanz und die zu große Dämpfung der Signale in Quartieren wie z.B. Felsspalten könnten ursächlich gewesen sein. Allerdings wurde speziell zur Abschätzung dieses Punktes im Vorfeld ein Testflug unternommen, demnach konnten Sender – außerhalb eines Quartiers – bis fast 12 km Entfernung geortet werden. Spätere Überflüge von bekannten Quartierstandorten im Aaretal ergaben eine Peildistanz von Tieren in Quartieren (hinter Blechverkleidung an Gebäuden) von ca. 1 km Entfernung. Dass die Methode zur Untersuchung von gerichteter Fortbewegung erfolgreich sein kann, haben einige Studien in der Vergangenheit gezeigt (z.B. EBY 1991, SPENCER et al. 1991 an Flughunden; HICKS et al. 2002, BRITZKE et al. 2006 an *Myotis sodalis*; HOLLAND & WIKELSKI 2009 an *Eptesicus fuscus*; BUTCHKOSKI 2010 an *Myotis lucifugus*) und auch in der jüngsten Bodenseestudie an Abendseglern konnten mehrere Tagesquartiere aus der Luft gefunden werden (DECHMANN et al. 2014).

Aufwand und Unwägbarkeiten einer Lufttelemetrie sind in Mitteleuropa gegenüber den nord-amerikanischen Verhältnissen (Literaturdaten) als höher einzuschätzen. Der frei verfügbare Luftraum ist kleiner, das Wetter ändert sich häufiger, die Hürden für Nachtflüge, die eine direkte Verfolgung von Tieren auf der Migration ermöglichen würden, sind hoch. Unsere Hoffnung, die Tagesquartiere der Weibchen W18 und W8 wiederzufinden und damit die erste Etappe der Migration nahezu lückenlos nachzeichnen zu können, wurde leider nicht erfüllt. Dennoch gewannen wir durch den Fund von Weibchen W16 (2013) in der entgegengesetzten Richtung (Olten) wichtige Erkenntnisse über das potenzielle Streifgebiet eines Abendseglers vor Beginn der Migration.

Als Alternativen zur herkömmlichen Telemetrie werden seit geraumer Zeit telemetrische Dauererfassungen anhand eines Netzes von Empfangsantennen – parallel dem Handyantennennetz – zur Detektierung von Sendersignalen in Kanada/USA getestet. Ein solches Netz hätte bei entsprechender Engmaschigkeit das Potenzial, ähnlich einem Mobiltelefon, das Sendertier (z.B. Vogel, Fledermaus, Libelle u.a.) zumindest in „Zellen“ zu verfolgen (MACKENZIE & TAYLOR 2014). Eine ähnliche Methode wurde jüngst in Bayern zur Raumnutzungsanalyse erfolgreich an *Myotis myotis* angewandt (LARS CONSULTING 2015). Diese Methode der Dauererfassung könnte ergänzend weitere wichtige Mosaiksteine in der Migrationsforschung liefern.

Konventionelle Telemetrie wird nach unserer Einschätzung die Methode der Wahl bleiben, die Daten zur hier gestellten Frage nach tatsächlich „analog“ beflogenen Routen liefern kann – zumindest solange sich der Einsatz von GPS-Sendern aus Gewichtsgründen verbietet. Tiere mit GPS-Logger müssen nach der Datenaufzeichnung wiedergefangen werden, was auf der Migration meist nur in Kombination mit einem üblichen Telemetriesender gelingen kann. Dafür würden GPS Logger auch Informationen zur Flughöhe bereitstellen, was insbesondere im Kontext von Konflikten mit Windparks von großer Bedeutung ist. Ob die Telemetrie aus der Luft immer eine sinnvolle Ergänzung ist, muss fallweise und projektbezogen von unterschiedlichen Faktoren abhängig gemacht werden, der Verfügbarkeit von erfahrenen Piloten, geeigneter Ausrüstung, Flugsicherungsfragen, Wetterstabilität, Projektmitteln u.a.m. Sicher ist, dass die herkömmliche Telemetrie vom Boden nur mit einer ausreichenden Personaldecke erfahrener Telemetriker zu leisten ist.

Aufgrund der Vielschichtigkeit der Fragen rund um die Migration verschiedener Fledermausarten und der anspruchsvollen personal- und materialintensiven Untersuchungsmethoden wird die Erforschung der Fledermaus-Migration noch eine umfangreiche Aufgabe der nächsten Jahrzehnte bleiben.

C.3.5 Literatur

- AHLÉN, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. – Zeitschrift für Säugetierkunde 62: 375-380.
- 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.
- AVERY, M. I. (1986): The winter activity of noctule bats (*Nyctalus noctula*). – J. Zool. Lond. 209: 296-299.

- BAERWALD, E. & BARCLAY, R. M. R. (2009): Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – *Journal of Mammalogy* 90: 1341-1349.
- BARCLAY, R. M. R. (1984): Observations on the migration, ecology, and behaviour of bats at Delta Marsh, Manitoba. – *Canadian Field-Naturalist* 98: 331-336.
- BECK, A. & SCHELBERT, B. (1994): Die Fledermäuse des Kantons Aargau - Verbreitung, Gefährdung und Schutz. – *Aarg. Naturf. Ges. Mitt.* 34: 1-64.
- BECK, A. & SCHELBERT, B. (1999): Fledermauskästen als Ersatz für zerstörte Quartiere an Bauten. – *Aarg. Naturf. Ges. Mitt.* 35: 115-127.
- BLOHM, T. & HEISE, G. (2008): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula* Schreber, 1774. - In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg – Beiträge zu Ökologie, Natur- und Gewässerschutz. *Natursch Landschaftspfl Brandenburg* 17: 153-160.
- BONTADINA, F., GLOOR, S. & HEMMI, M. (1991): Grundlagen zum Schutz des Grossen Abendseglers der typischen baumhöhlenbewohnenden Fledermausart in den Wäldern der Stadt Zürich. – Report city of Zurich, 33p.
- BOWEN, G. J., WASSENAAR, L. L. & HOBSON, K. A. (2005): Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics. – *Oecologia* 143: 337-348.
- BRITZKE, E. R., HICKS, A. C., VON OETTINGEN, S. & DARLING, S. R. (2006): Description of Spring Roost Trees Used by Female Indiana Bats (*Myotis sodalis*) in the Lake Champlain Valley of Vermont and New York. – *The American Midland Naturalist* 155(1): 181-187.
- BRUDERER, B. & POPA-LISSEANU, A. G. (2005): Radar data on wing-beat frequencies and flight speeds of two bat species. – *Acta Chiropterologica* 7(1): 73-82.
- BURESCH, I. & BERON, P. (1962): Zwei neue weitreichende Wanderungen der Fledermäuse. – *Bull. Inst. Zool. Mus.* 11: 47-57.
- BUTCHKOSKI, C. & TURNER, G. (2005): Indiana Bat (*Myotis sodalis*) Investigations at Canoe Creek, Blair County Pennsylvania – Pennsylvania Game Commission Bureau of Wildlife Management Research Division Project Annual Job Report: 24.
- BUTCHKOSKI, C. M. (2010): Indiana Bat (*Myotis sodalis*) Summer Roost Investigations – Pennsylvania Game Commission Bureau of Wildlife Management Research Division Project Annual Job Report: 19.
- CRYAN, P. & DIEHL, R. (2009): Analyzing bat migration. – In: KUNZ, T. H. & PARSONS, S. (ed.): *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. 2. Aufl. (Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.): 476-488.
- CRYAN, P. M. & BARCLAY, R. M. R. (2009): Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: Hypotheses and Predictions. – *Journal of Mammalogy* 90(6): 1330-1340.
- DECHMANN, D. K. N., WIKELSKI, M., VARGA, K., YOHANNES, E., FIEDLER, W., SAFI, K., BURKHARD, W.-D. & O'MARA, M. T. (2014): Tracking Post-Hibernation Behavior and Early Migration Does Not Reveal the Expected Sex-Differences in a "Female-Migrating" Bat. – *PLoS ONE* 9(12): e114810. doi: 10.1371/journal.pone.0114810.
- DIETZ, C., HELVERSEN, O. VON & NILL, D. (2007): *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas*. – Kosmos-Verlag, 399 S.
- DÜRR, T. (2015): Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. – Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Stand 1.6.2015;
http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_fmaus_eu.xls,
aufgerufen 22.9.2015.

- DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) (2014): Online-Datenbank, ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/; aufgerufen 22.9.2014.
- EBY, P. (1991): Seasonal Movements of Grey-headed Flying-foxes, *Pteropus poliocephalus* (Chiroptera: Pteropodidae), from Two Maternity Camps in Northern New South Wales. – Wildlife Research 18: 547-559.
- FRASER, E. E., LONGSTAFFE, F. J. & FENTON, M. B. (2013): Moulting matters: the importance of understanding moulting cycles in bats when using fur for endogenous marker analysis. – Canadian Journal of Zoology 91: 533-544; DOI 10.1139/cjz-2013-0072.
- FURKMANKIEWICZ, J. & KUCHARSKA, M. (2009): Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. – J. Mammology 90: 1310-1317.
- GEBHARD, J. (1984): *Nyctalus noctula*. Beobachtungen an einem traditionellen Winterquartier im Fels. – Myotis 21-22: 163-170.
- GEBHARD, J. (1988): Die Forschungsstation Hofmatt. Ein künstliches Fledermausquartier mit zahmen, in Gefangenschaft geborenen, freifliegenden und wilden, zugeflogenen Abendseglern (*Nyctalus noctula*). – Myotis 26: 5-21.
- GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. – Birkhäuser Verlag, Basel, 381 S.
- GEBHARD, J. (1999): Falsch gemessen: Flugrekord eines Grossen Abendseglers (*Nyctalus noctula*). – pro Chiroptera aktuell 16 (Mai 1999): 20-21.
- GLOOR, S. (1991): Zur Ernährungsbiologie des Grossen Abendseglers *Nyctalus noctula* (schreber, 1774) (Mammalia, Chiroptera): Nahrungszusammensetzung, Jagdhabitate und Jagdstrategie. – Unveröff. Diplomarbeit, Univ. Zürich.
- GLOOR, S., STUTZ, H.-P. B. & ZISWILER, V. (1995): Nutritional habits of the noctule bat *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774) in Switzerland. – Myotis 32-33: 231-242.
- HEISE, G. & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) – Nyctalus 9(3): 249-258.
- HEISE, G. (1985): Zu Vorkommen, Phänologie, Ökologie und Altersstruktur des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau, Uckermark. – Nyctalus 2(2): 133-146.
- HEISE, G. (1989): Ergebnisse reproduktionsbiologischer Untersuchungen am Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau, Uckermark – Nyctalus 3(1): 17-32.
- HICKS, A. C., SWARTZ, K. C., GREENE, G. M. & VON OETTINGEN, S. L. (2002): Improvements in using aircraft to track Indiana bats *Myotis sodalis* from their hibernacula to summer range. – Bat Research News 43(4): 150.
- HOBSON, K. A., VAN WILGENBURG, S. L., WASSENAAR, L. I. & LARSON, K. (2012): Linking hydrogen (δ²H) isotopes in feathers and precipitation: sources of variance and consequences for assignment to isoscapes. – PLoS ONE 7:e35137 DOI 10.1371/journal.pone.0035137.
- HOLLAND, R. A. & WIKELSKI, M. (2009): Studying the Migratory Behavior of Individual Bats: Current Techniques and Future Directions. – Journal of Mammalogy 90(6): 1324-1329.

- HOLLAND, R. A. (2007): Orientation and navigation in bats: known unknowns or unknown unknowns? – Behavioral Ecology and Sociobiology 61: 653-660.
- HOLLAND, R. A., BORISSOV, I. & SIEMERS, B. M. (2010): A nocturnal mammal, the greater mouse-eared bat, calibrates a magnetic compass by the sun. – PNAS 107(15): 6941-6945.
- HOLLAND, R. A., KIRSCHVINK, J. L., DOAK, T. G. & WIKELSKI, M. (2008): Bats use magnetite to detect the earth's magnetic field. – PlosOne 3: e1676.
- HOLLAND, R. A., THORUP, K., VONHOF, M. J., COCHRAN, W. & WIKELSKI, M. (2006): Navigation: Bat orientation using Earth's magnetic field. – Nature 444(7120): 702.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. (2005): Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 28: 1-172.
- ILYIN, V. YU. (1990): The seasonal shedding of *Pipistrellus nathusii* and *Nyctalus noctula*. – In: Proceedings of the Fifth All-Union Bat Conference, Penza, Russia. Edited by V. YU ILYIN, P.P. STRELKOV, and V. A. RODIONOV. Penza State Educational Institute, Penza, Russia. pp. 86–89. [Russisch]
- KESTENHOLZ, M., KORNER-NIEVERGELT, F., BAADER, E., FISCHER, L., KORNER-NIEVERGELT, P. & SCHAFFNER, W. (2009): Phänologie und Wetterabhängigkeit des Herbstzuges der Ringeltaube *Columba palumbus* auf der Ulmethöchi im Jura: Massenzugtage nach Zugstaulagen. – Orn. Beob, 106(2): 192-207.
- LARS CONSULTING (2015): Telemetrische Dauererfassung – eine alternative Methode zur Raumnutzungsanalyse von Vögeln und Fledermäusen. – 12. Fachtagung der BAG Fledermausschutz und -forschung im NABU, 20.-22. März 2015, Erfurt, Posterbeitrag.
- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., SCHÖNBORN, S., LINDECKE, O., NIERMANN, I. & VOIGT, C. C. (2014): Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. – PLoS ONE 9(8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106.
- MACKENZIE, S. A. & TAYLOR, P. D. (2014): Tracking Birds at Continental Scales: The Motus Wildlife Tracking System. – BirdWatch Canada 69: 4-7.
- MESCHEDE, A. & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. – Schriftenr. Landschaftspfl. Naturschutz 66: 1-374.
- PENNYCUICK, C. J. (1989): Birdflight performance - a practical calculation manual. – Oxford University Press, New York, New York, 153 pp.
- PETIT, E. & MAYER, F. (1999): Male dispersal in the noctule bat (*Nyctalus noctula*): where are the limits? – Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 266(1430): 1717-1722.
- PETIT, E., EXCOFFIER, L. & MAYER, F. (1999): No evidence of bottleneck in the postglacial recolonization of Europe by the noctule bat (*Nyctalus noctula*). – Evolution 53(4): 1247-1258.
- SANDERS, C. & CHENGER, J. (2001): Williams Lake Telemetry Study. New York Indian Bat Spring Migration Tracking – Unpublished report by: Bat Conservation and Management, Carlisle, Pennsylvania, USA, 21 pp.
- SCHMIDT, A. (1988): Beobachtungen zur Lebensweise des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), im Süden des Bezirkes Frankfurt an der Oder. – Nyctalus 2(5): 389-422.

- SCHMIDT, A. (1997): Zur Verbreitung, Bestandsentwicklung und Schutz des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Brandenburg. – *Nyctalus* 6(4): 365-371.
- SCHMIDT, A. (2002): Veränderungen bei Erst- und Letztbeobachtungen von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) und Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) in den letzten drei Jahrzehnten in Ostbrandenburg. – *Nyctalus* 8(4): 339-344.
- SERRA-COBO, J., LOPEZ-ROIG, M., MARQUES-BONET, T. & LAHUERTA, E. (2000): Rivers as possible landmarks in the orientation flight of *Miniopterus schreibersii*. – *Acta Theriologica* 45: 347-352.
- SPENCER, H., PALMER, C. & PARRY-JONES, K. (1991): Movements of Fruit-bats in eastern Australia, determined by using radio-tracking. – *Wildlife Research* 18(4): 463-467.
- STEFFENS, R., ZÖPHEL, U. & BROCKMANN, D. (2004): 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden. – Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 123 S.; <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13380/documents/15121>; aufgerufen September 2012.
- STÜBING, S. & KÖNIG, C. (2013): Bemerkenswerte Ereignisse in der Vogelwelt – Herbstzug 2012 bis Brutzeit 2013. – In: Sudfeldt, C., R. Dröschmeister, W. Frederking, K. Gedeon, B. Gerlach, C. Grüneberg, J. Karthäuser, T. Langgemach, B. Schuster, S. Trautmann & Wahl, J. (Hrsg.): Vögel in Deutschland – 2013. DDA, BfN, LAG VSW, Münster: 46-53.
- STUTZ, H.-P. B. & HAFFNER, M. (1986): The reproductive status of *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) in Switzerland. – *Myotis* 23-24: 131-136.
- ŠUBA, J., PĚTERSONS, G. & RYDELL, J. (2012): Fly-and-forage strategy in the bat *Pipistrellus nathusii* during autumn migration. – *Acta Chiropterologica* 14(2): 379-385.
- SULLIVAN, A. R., BUMP, J. K., KRIGER, L. A. & PĚTERSON, R. O. (2012): Bat-cave catchment areas: using stable isotopes (δD) to determine the probable origins of hibernating bats. – *Ecol Appl* 22: 1428-1434.
- VOIGT, C. C., LEHNERT, L. S., POPA-LISSEANU, A. G., CIECHANOWSKI, M., ESTÓK, P., GLOZARAUŠCH, F., GÖRFÖL, T. GÖTTSCHE, M., HARRJE, C., HÖTZEL, M., TEIGE, T., WOHLGEMUTH, R. & KRAMER-SCHADT, S. (2014): The transboundary importance of artificial bat hibernacula in managed European forests. – *Biodivers Conserv* 23(3): 617-631; DOI 10.1007/s10531-014-0620-y.
- VOIGT, C.C., ROELEKE, M., YOVEL, Y., BORRISOV, I., BLOHM T. (2015): Using miniaturized GPS to monitor the movement of bats in proximity to wind turbines. – Conference on wind energy and wildlife impacts (CWW), Berlin 2015. Book of Abstracts, 154 pp.
- VOIGT, C. C., SORGEL, K. & DECHMANN, D. K. N. (2010): Refuelling while flying: foraging bats combust food rapidly and directly to power flight. – *Ecology* 91: 2908-2917.
- VOIGT, C. C., SORGEL, K., ŠUBA, J., PĚTERSONS, G. & KEIŠS, O. (2012): The insectivorous bat *Pipistrellus nathusii* uses a mixed-fuel strategy to power autumn migration. – *Proceedings of the Royal Society of London* 279B: 3772-3778.
- WEID, R. (2002): Untersuchungen zum Wanderverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Deutschland – in: MESCHÉDE, A., HELLER, K.-G. & BOYE, P. (Bearb.): Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern - Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71: 233-257.

D **Synopse**

Dem Ziel dieser Studie, das Wissen um die Migration der vier europäischen fernwandernden Fledermausarten zu erweitern, näherten wir uns wie in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellt, thematisch von verschiedenen Seiten. Vor allem für den Großen Abendsegler und die Rauhaufledermaus gewannen wir neue Erkenntnisse.

Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*)

Der Wegzug aus dem Winter- und Übergangsquartiergebiet im unteren Aaretal (Dekaden, gemeint sind 10-Tages-Perioden, 12-16), durch Telemetrie und Quartierzählungen belegt, spiegelt sich auch gut in den Phänologiediagrammen wider. Diese wiederum gehen – zumindest im Frühjahr – konform mit Ergebnissen aus dem akustischen Transekt Thüringer Wald (Zug in dieser geographischen Zone in Dekaden 11 und 13). Insgesamt erstreckt sich der Frühjahrszug über eine Zeitspanne von mehreren Wochen, setzt in machen Gegenden möglicherweise früher ein als erwartet und regional kaum voneinander abweichend, da offenbar Große Abendsegler im Gegensatz zu Kleinen Abendseglern und Rauhaufledermäusen das nördliche Gebiet zum Winter weitaus weniger „vollständig“ nach Südwesten verlassen. Sowohl im Norden als auch im Süden sind Winterquartiere bekannt, in denen Zuzügler aus Nordosten überwintern. Somit beginnt auch das Zuggeschehen fast zeitgleich und die Abendseglerpopulation verschiebt sich gewissermaßen gleitend über das Untersuchungsgebiet. Dieser Effekt drückt sich gut in den phänologischen Rasterkarten (Kap. B) aus, in denen bereits ab der 9. Dekade ein großflächiges Auftreten von Abendseglern zu erkennen ist.

Die Dauer einer individuellen Migration zum Wochenstubegebiet rechneten wir anhand der gemessenen nächtlichen Flugaktivität durch die Telemetrie auf wenige Nächte hoch, dabei vorausgesetzt, dass Abendsegler auch ganze Nächte durch wandern. DECHMANN et al. (2014) fanden hierzu Hinweise und der akustische Transekt unterstützt diese Annahme nun ebenfalls: Während zahlreicher Nächte wurden permanent Rufe registriert, die ebenfalls auf durchgehende nächtliche Zugaktivität auch in der Mitte der Migrationsstrecke hinweisen.

Vor dem Hintergrund der potenziellen Konflikte des Artenschutzes mit dem voranschreitenden weiteren Ausbau der Windenergie an Land stand die Identifizierung von eventuell existierenden Zugkorridoren im Fokus diese Vorhabens. Für den Großen Abendsegler weisen sowohl unsere Telemetriestudie (Kap. C.3) als auch die Ergebnisse aus dem Transekt (Kap. C.1) in dieselbe Richtung: Der Große Abendsegler zieht wahrscheinlich in breiter Front über Mitteleuropa. Er scheint sich dabei relativ flexibel in Bezug auf Migrationswege zu verhalten, welche möglicherweise plastischer als bisher angenommen und räumlich nicht einfach zu definieren sind. Artspezifische Flugrouten oder gar „Korridore“ erscheinen uns mit dem derzeitigen und auch durch dieses Projekt neu erworbenen Wissen nicht vorhersagbar, eine Festlegung in Form von Karten halten wir für nicht sinnvoll und zurzeit für nicht möglich (im Unterschied zu Vögeln, siehe z.B. KRANSTAUBER et al. 2015). In Anbetracht großräumiger Abendsegler-Streifgebiete, wie durch unsere Telemetrieuntersuchungen belegt, ist es sogar unwahrscheinlich, dass für diese Art echte Korridore überhaupt existieren, wenngleich eine gewisse Koppelung an Quartierstandorte gegeben sein muss. Abendsegler sind jedoch auch flexibel in der Quartierwahl, sie besiedeln Bäume (bzw. Nistkästen) und Felsspalten (bzw. Spalten in Gebäuden, Mauern, Brücken usw.). Damit steht ihnen im kleinflächig strukturierten und dicht besiedelten Mitteleuropa ein dichtes Netz an potenziellen Quartieren zur Verfü-

gung, das in den letzten Jahrhunderten eher größer geworden ist. Sie haben einen deutlichen Vorteil gegenüber ihren baumbewohnenden und weit wandernden nordamerikanischen Verwandten, die baumlose und dünn besiedelte Prärien und Agrarsteppen überwinden müssen. Dort erscheinen Zugkorridore, wie sie beispielsweise entlang der nord-südwärts verlaufenden baumreichen Rocky Mountains beschrieben werden, durchaus plausibel (BAERWALD & BARCLAY 2009).

Die überraschende Großräumigkeit und Spannbreite der Wanderungen von Tieren aus einem Gebiet, die auch aus den Isotopenanalysen (s. Kap. C.3) deutlich wird, könnten zusätzliches Fundament bekommen, ließe sich der vielversprechende Einsatz von Geodatenloggern (s. Kap. C.2), ausgehend von Wochenstubegebieten mit grosser Rückfangrate, weiter ausbauen.

Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*)

Die Migrationsperiode in der Mitte Deutschlands (akustischer Transekt Thüringer Wald) fällt zum größten Teil mit den identifizierten Zugperioden aus den überregionalen Datenauswertungen (Phänologie) zusammen. Die Rauhautfledermaus zieht sich zum Winter aus weiten Teilen Mitteleuropas nach Südwesten zurück, jedoch beginnt der Frühjahrszug so zeitig, dass bereits ab der 11./12. Dekade (im Laufe des Aprils) Teile der Wochenstubegebiete im Nordosten besiedelt werden. Über den genauen Ablauf der Migration oder die Dauer lassen sich aus Projektergebnissen keine Aussagen treffen; die Transektuntersuchungen belegen aber ebenfalls eine durchgehende nächtliche Aktivität.

Eng mit der „Korridor“-Frage verknüpft ist die Frage nach der Fernorientierung ganz allgemein. Verschiedene Autoren vermuten, dass bestimmte Landschaftsstrukturen wie Flussauen oder Bergketten als Landmarken (Leitlinien) für die Navigation dienen (FURKMANKIEWICZ & KUCHARSKA 2009, SERRA-COBO et al. 2000). Diese Vermutungen beruhen auf Beobachtungen der Rauhaut- und Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii*). PÊTERSONS (1990) beschreibt den Zug entlang der Küste Lettlands und VIERHAUS (2004) vermutet, dass beispielsweise der Niederrhein die Rauhautfledermaus nach Holland lenken und die Alpen und der Schweizer Jura als Leitlinie vom Oberrhein bzw. Bodensee bis zur Rhône dienen könnten. Küsten, Täler und Gebirgszüge hätten somit einen kanalisierenden Effekt. Die Leitlinien-Hypothese wird aber auch kontrovers diskutiert: SCHMIDT (2004a) fordert, die Hypothese fallen zu lassen. Als Argument führt der Autor beispielsweise die Elbe an, auf die die Tiere aus dem Nordosten stoßen und der sie – nach fehlenden Ringwiederfinden zu urteilen – weder nach Nordwesten noch nach Südosten folgen.

Die Ergebnisse aus dem akustischen Transekt in Thüringen legen nahe, dass Landschaftsstrukturen bei der Migration der Rauhautfledermaus möglicherweise oder zumindest gebietsweise eine Rolle spielen und ein „kanalisierterer“ oder „konzentrierterer“ Zug stattfinden könnte als beim Abendsegler. Wie sich in Folge tatsächlich potenzielle „Korridore“ erkennen lassen, bleibt weiterer Forschung vorbehalten. Unseren Daten entnehmen wir, dass auch Rauhautfledermäuse ein Mittelgebirge wie den Thüringer Wald nicht notwendigerweise meiden, dort aber weitaus weniger häufig registriert werden als im Flachland.

Die Realität liegt möglicherweise irgendwo zwischen der Variante eines kanalisierten Zugs und der eines Breitfrontenzugs und weder die eine noch die andere wird ausschließlich, sondern fall- oder gebietsweise genutzt. Auch bei dieser Art zeigt sich eine im wahrsten Sinn

des Wortes „andersartige“ Flexibilität, die keine einfache Lösung für die Windkraftproblematik bereithält.

Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*)

Vom Kleinen Abendsegler haben wir im Projekt nur wenige konkrete Felddaten sammeln können. Die phänologischen Datenauswertungen bestätigen aber auch für diese Art eine Migrationsaktivität ab ca. Mitte April (11. Dekade) im Frühjahr und der zweiten Julihälfte (21. Dekade) im Sommer. Allein aus diesen Daten ist ein Hinweis auf die Nutzung von Zugkorridoren nicht ableitbar. Eine solche erscheint mit Blick auf die immense Mobilität dieser Art auch extrem unwahrscheinlich. Hierzu und für die Gewinnung wichtiger Daten zum gesamten, während der Migration überspannten geographischen Raum, empfehlen wir die Weiterentwicklung und Fortführung der Pilotstudien zum Einsatz von Geodatenloggern (Kap. C.2). Diese haben gezeigt, dass die gesammelten Daten prinzipiell verwendbar sind, jedoch muss noch eine geeignete Langzeitbefestigung der Logger auf dem Tier geprüft werden.

Zweifarbfladermaus (*Vespertilio murinus*)

Nach wie vor bleibt für diese Art grundsätzlich unklar, ob überhaupt alle (Teil-)Populationen wandern. Über die Wanderwege selbst gibt es so gut wie keine Angaben und es konnten auch keine neuen Daten hierzu in diesem Projekt gesammelt werden. Die phänologischen Auswertungen deuten eher auf eine geringe Bewegung bzw. auf eine ähnliche Verschiebung der Populationen hin wie beim Großen Abendsegler – allerdings überraschenderweise in entgegengesetzter Richtung. Ein echter „Zug“ lässt sich nur unklar herauslesen, ein Anstieg an Beobachtungen Anfang April fällt aber in die Phase beginnender Zugaktivität bei den anderen Arten. Von zumindest kleinräumigen saisonalen Verlagerungen kann also wahrscheinlich ausgegangen werden. Diese Art stellt uns vor viele noch zu lösende Fragen in Bezug auf das Migrationsverhalten, wobei hier sicher auch von Bedeutung ist, dass diese Art offenbar große geschlechtsspezifische Unterschiede zeigt (SAFI et al. 2007). Eine größere Datenlage durch Hinzunahme der Schlagopferfunde (z.B. in Niedersachsen) könnte das Bild präzisieren. Hoffnung kann auch auf den Einsatz von Geodatenloggern mit perfektionierter Langzeitbefestigung auf dem Tier oder GPS-Loggern gelegt werden, die Daten möglichst auch fernübertragen.

Abschließende Betrachtung, Forschungsbedarf

Die Frage nach der Existenz von Zugkorridoren ist verknüpft mit der prinzipiellen Frage nach der Orientierung während des Zugs. Eine Studie konnte jüngst zeigen, dass die Rauhaufledermaus als ziehende Art, im Gegensatz zum nicht ziehenden Großen Mausohr (*Myotis myotis*), polarisiertes Licht zur Kalibrierung eines Magnetkompasses nicht nutzt (GREIF et al. 2014, LINDECKE et al. 2015). Landmarken oder andere Orientierungsmerkmale könnten also auf der Wanderung durchaus eine größere Rolle spielen, nicht nur zur Feinorientierung. Zahlreiche sinnesphysiologische Fragen zur Migration sind nach wie vor unbeantwortet und es besteht großer Forschungsbedarf nicht nur zur eventuellen Bedeutung von Landmarken, sondern auch, bei welchen Arten und in welchem Umfang diese gegebenenfalls genutzt werden. Gibt es Unterschiede in verschiedenen Landschaften oder zwischen Frühjahrs- und Herbstmigration in Bezug auf die Orientierung? Verhalten sich adulte und juvenile (diesjähri-

ge) Tiere gleich bzw. wie orientieren sich die mit der Migration nicht vertrauten Jungtiere auf ihrem ersten Herbstzug, wie finden sie das Wintergebiet? Wie lösen ziehende Fledermausarten, deren Sehleistung für die Nutzung des Sternenhimmels zur Orientierung unbrauchbar ist und deren ansonsten lebensnotwendige Einsatz der Echoortung keine Informationen über entfernte Objekte liefert – wie lösen diese Wandertiere das Problem der Wegfindung und: wie finden die Tiere nach 1.000 oder 2.000 km Flugdistanz denselben Baum oder denselben Nistkasten wieder, den sie 9 Monate zuvor verlassen haben? DIETZ et al. (2007) fassen zu diesem komplexen Thema zusammen, dass offensichtlich verschiedene Komponenten ineinandergreifen, genetische Fixierung ebenso wie Prägung und Traditionsbildung. Das Wanderverhalten, beispielsweise die eingeschlagene Zugrichtung und Stärke des Zugtriebs, unterliegen wahrscheinlich ständig drastischen Selektionsdrücken, ausgelöst etwa durch klimatische Einflüsse, so wie es auch bei Vögeln nachgewiesen wurde (BERTHOLD 1990).

Dieser Wissensmangel, die hohe Mobilität der schmalflügeligen, schnell fliegenden und wanderfähigen Arten sowie ein möglicherweise ausgedehntes saisonales Streifgebiet erschweren eine Einschätzung der Gefährdung durch Hindernisse in der Landschaft. Neben den Fragen zur Orientierung und der Existenz oder Nicht-Existenz von Leitlinien und Landmarken sind zahlreiche weitere unbeantwortet, z.B. auch, ob Individuen einzeln oder in Gruppen ziehen (s. Massenansammlungen im Herbst), ob verwandte Tiere miteinander ziehen, ob Individuen unterschiedliche Wege nehmen, ob sie von Jahr zu Jahr dieselben Routen wählen und welchen Einfluss die Verfügbarkeit von Beutetieren oder Windverhältnisse auf den eingeschlagenen Weg haben. Werden Flusstäler möglicherweise nur deshalb stärker während der Migration genutzt, weil dort der Nahrungserwerb gesichert ist, nicht aber weil sie eine Leitlinienfunktion für die Wegfindung ausüben? Solange solche fundamentalen Fragen offen sind, sollten keine Aussagen zu Wanderkorridoren getroffen werden. Vorläufig muss deshalb von einem Breitfrontenzug ausgegangen werden, wobei der gesamte mitteleuropäische Raum als potenzielles Zuggebiet in Betracht kommt, auch wenn vermutlich zumindest graduelle Unterschiede in der Häufigkeit beflugener Gebiete (wie bei unseren Transekten die Häufung in den Flussauen) erkennbar sind.

Diesem Umstand muss im Rahmen der Windenergienutzung durch die Art und Weise der Planung und des Betriebes der Anlagen Rechnung getragen werden. Nach einer sorgfältigen Standortwahl empfehlen sich v.a. Abschaltzeiten während der Zugperioden bzw. in Nächten mit hoher Fledermausaktivität als derzeit wirksamste Methode, um Kollisionen und Schlagopfer zu vermeiden (BRINKMANN et al. 2011). RODRIGUES et al. (2015) listen in einer Auswertung vorhandener Studien zu diesem umfassenden Thema darüber hinaus eine Reihe von effektiven Maßnahmen, u.a. zum Anstellwinkel der Rotorblätter (*blade feathering*) oder zur Anlaufwindgeschwindigkeit von Turbinen (*cut-in wind speed*).

Unsere Beobachtungen legen nahe, dass Fledermauszug in vielerlei Hinsicht nicht mit Vogelzug vergleichbar ist. Während Zugvögel in der Regel eine relativ direkte Linie zwischen Sommer- und Wintergebieten fliegen, verhalten sich ziehende (insektenfressende) Fledermäuse wahrscheinlich grundsätzlich anders. Die verbrauchte Energie kann noch während des Fluges sofort durch Beutetierfang aufgefüllt werden (VOIGT et al. 2010). Dies ermöglicht es, auch unter Inkaufnahme von Umwegen zu profitablen Nahrungsquellen, die Migration zügig in wenigen Nächten zu absolvieren – solange Regen oder Kälte den Flug bzw. die Insektenverfügbarkeit nicht behindern. Der gesamte geflogene Weg für jedes Tier würde sich dann zwar verlängern; dies muss aber energetisch kein Nachteil sein, wenn das Ziel, die

Wochenstube, dennoch in wenigen Tagen bei ausreichender Nahrungsaufnahme erreichbar ist. Fledermäuse müssen nicht aus energetischen Gründen einen mehrtägigen Aufenthalt zur Auffrischung der Energiereserven einlegen, tun dies aber wahrscheinlich aus anderen Gründen, z.B. bei Zwischenhalten im Herbst zur Paarungszeit (z.B. SZENTKUTI et al. 2013).

Die Ergebnisse dieses Projektes beruhen teilweise auf einer kleinen Stichprobe (Telemetry), erlauben aber dennoch neben ihrem anekdotischen Wert einen bisher unbekannten und vor allem nahezu kontinuierlichen Einblick in die ersten Stunden des Frühjahrszuges der Abendsegler. Ein Ziel dieses Pilotprojektes war es auch, Methoden zu beurteilen, mit denen man möglichst genaue Informationen über die Zugrouten fernwandernder Fledermäuse am besten untersuchen kann. Nach unserer Einschätzung sind ohne eine zeitlich eng getaktete Kenntnis über den Aufenthaltsort einer Fledermaus keine verlässlichen Aussagen zu Migrationsrouten möglich. Neue technische Entwicklungen erlauben in Zukunft vielleicht einen einfacheren Zugang zu Daten sowohl zur großräumigen Nutzung von Migrationsgebieten (Geodatenlogger) als auch zu einer genauen Zugroute (GPS-Technik). Bis diese Methoden einsetzbar sind, ist konventionelle Telemetry, idealerweise kombiniert mit der Fernübertragung von Sensordaten wie z.B. der 3D-Beschleunigung und der Flughöhe, vorläufig die einzige Freilandmethode, die hierfür zurzeit in Frage kommt. Sie ließe sich ausbauen und mit Hilfe eines Netzes aus automatischen Empfängern in Kombination mit einer gut ausgebildeten mobilen Mannschaft erfahrener Telemetriker optimieren, um das hier erlangte Wissen in größer angelegten artspezifischen Studien zu erweitern.

Das Phänomen „Fledermauszug“ wird die angewandte Naturschutz- und Grundlagenforschung noch lange beschäftigen.

E Allgemeine Literatur

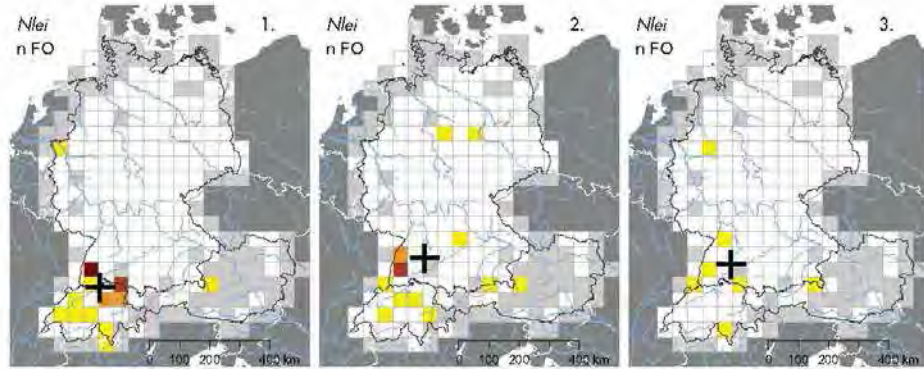
- BAERWALD, E. & BARCLAY, R. M. R. (2009): Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – *Journal of Mammalogy* 90: 1341-1349.
- BWE (Bundesverband WindEnergie) (2010): Potenzial der Windenergienutzung an Land, Broschüre. – http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf; aufgerufen 12.6.2012.
- BEE & AEE (Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. & Agentur für Erneuerbare Energien) (2012): Stromversorgung 2020 - Wege in eine moderne Energiewirtschaft, Broschüre.
- BERTHOLD, P. (1990): Vogelzug. Eine kurze aktuelle Gesamtübersicht. 252 S.; Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. & REICH, M. (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an On-shore-Windenergieanlagen. – *Umwelt und Raum* 4, Cuvillier Verlag, Göttingen, 457 S.
- CRYAN, P. M. & BARCLAY, R. M. R. (2009): Causes Of Bat Fatalities At Wind Turbines: Hypotheses And Predictions. – *Journal of Mammalogy* 90(6): 1330-1340.
- CRYAN, P. & DIEHL, R. (2009): Analyzing bat migration. – In: KUNZ, T. H. & PARSONS, S. (ed.): *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. 2. Aufl. (Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.): 476-488.
- DECHMANN, D. K. N., WIKELSKI, M., VARGA, K., YOHANNES, E., FIEDLER, W., SAFI, K., BURKHARD, W.-D. & O'MARA, M. T. (2014): Tracking Post-Hibernation Behavior and Early Migration Does Not Reveal the Expected Sex-Differences in a "Female-Migrating" Bat. – *PLoS ONE* 9(12): e114810. doi: 10.1371/journal.pone.0114810.
- DÜRR, T. (2015): Zentrale Fundkartei über Anflugopfer an Windenergieanlagen (WEA). – <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.321381.de> (Stand: 2.6.2015), aufgerufen 25.11.2015.
- FLEMING, T. H. & EBY, P. (2003): Ecology of bat migration. – in: KUNZ, T. H. & FENTON, M. B. (ed.): *Bat ecology*: 156-208. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- FURKMANKIEWICZ, J. & KUCHARSKA, M. (2009): Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. – *J. Mammalogy* 90: 1310-1317.
- GREIF, S., BORISSOV, I., YOVEL, Y. & HOLLAND, R. A. (2014): A functional role of the sky's polarization pattern for orientation in the greater mouse-eared bat. – *Nature Communications* 5:4488.
- HOLLAND, R. A. & WIKELSKI, M. (2009): Studying the Migratory Behavior of Individual Bats: Current Techniques and Future Directions. – *Journal of Mammalogy* 90(6): 1324-1329.
- KRANSTAUBER, B., WEINZIERL, R., WIKELSKI, M. & SAFI, K. (2015): Global aerial flyways allow efficient travelling. – *Ecology Letters* 18(12): 1338-1345; DOI: 10.1111/ele.12528.
- HAUPT, H., LUDWIG, L., GRUTTKE, H., BINOT-HAFKE, M., OTTO, C. & PAULY, A. (Red.) (2009): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 1: Wirbeltiere*, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(1).

- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., SCHÖNBORN, S., LINDECKE, O., NIERMANN, I., VOIGT, C. C. (2014): Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. - PLoS ONE 9(8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106.
- LINDECKE, O., VOIGT, C. C., PÉTERSONS, G. & HOLLAND, R. (2015): Polarized skylight does not calibrate the compass system of a migratory bat. – Biol. Lett. 20150525. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.0525>.
- MESCHEDE, A. & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. – Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 66: 1-374.
- PÉTERSONS, G. (1990): Die Rauhhaufledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. – Nyctalus 3: 81-98.
- POPA-LISSEANU, A. G. & VOIGT, C. C. (2009): Bat on the move. – Journal of Mammalogy 90: 1283-1289.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANDŽA, B., KOVAČ, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., PARK, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J. (2015): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects - Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 133 pp. http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/publication_series_no6_english.pdf, aufgerufen 10.3.2016.
- SCHMIDT, A. (2004a): Beitrag zum Ortsverhalten der Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) nach Beringungs- und Wiederfundergebnissen aus Nordost-Deutschland. – Nyctalus 9(3): 269-294.
- SERRA-COBO, J., LOPEZ-ROIG, M., MARQUES-BONET, T. & LAHUERTA, E. (2000): Rivers as possible landmarks in the orientation flight of *Miniopterus schreibersii*. – Acta Theriologica 45: 347-352.
- SAFI, K., KÖNIG, B. & KERTH, G. (2007): Sex differences in population genetics, home range size and habitat use of the parti-colored bat (*Vespertilio murinus*, Linnaeus 1758) in Switzerland and their consequences for conservation. – Biological Conservation 137:28-36.
- SZENTKUTI, S., BONTADINA, F., SPADA, M., MORETTI, M., ZAMBELLI, N., MARTINOLI, A. & ARLETTAZ, R. (2013): Factors underlying migratory bat aggregations in chestnut groves. – Endangered Species Research 21: 105-114.
- VIERHAUS, H. (2004): *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839) – Rauhhaufledermaus. – In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 826-873.
- VOIGT, C. C., SORGEL, K. & DECHMANN, D. K. N. (2010): Refuelling while flying: foraging bats combust food rapidly and directly to power flight. – Ecology 91: 2908-2917.

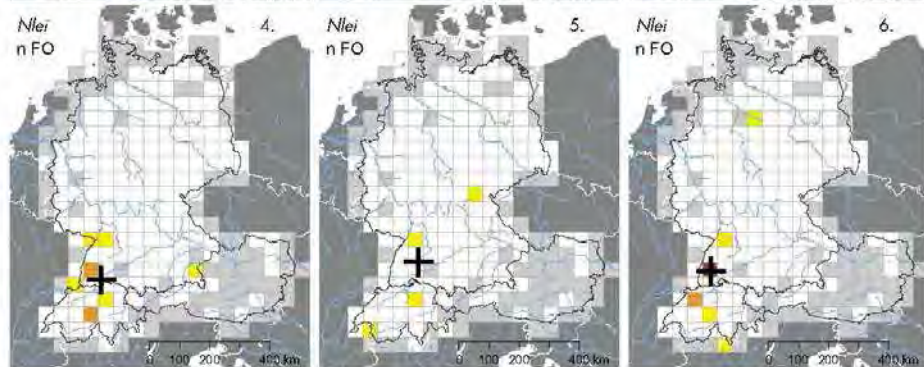
F Anhang

zu B Modul 1 – Phänologie wandernder Fledermausarten

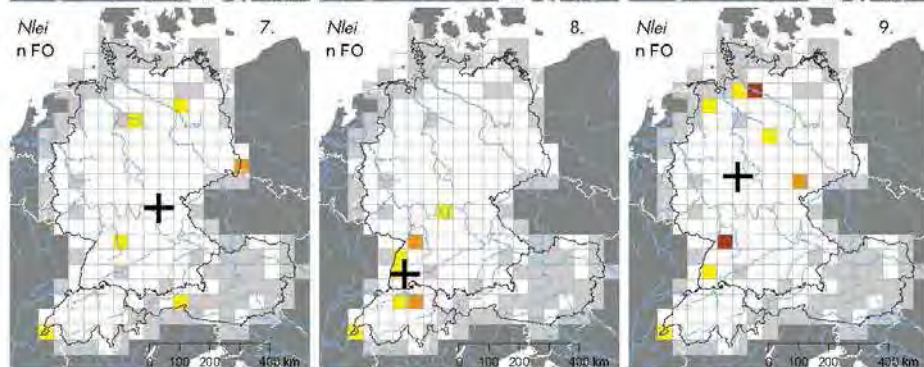
JAN



FEB



MRZ



APR

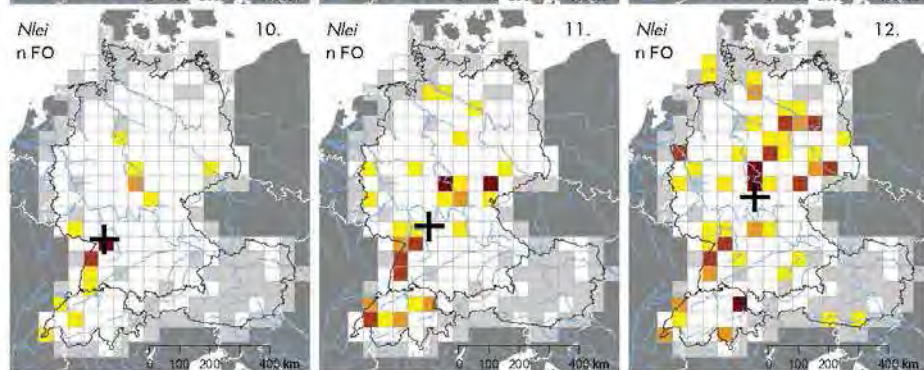
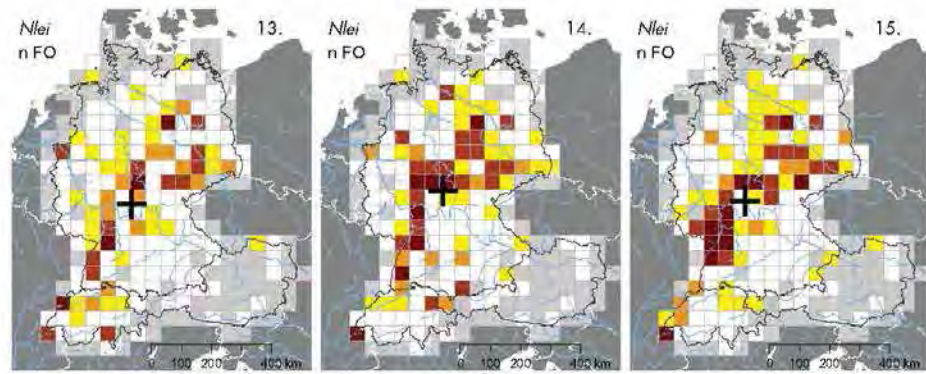


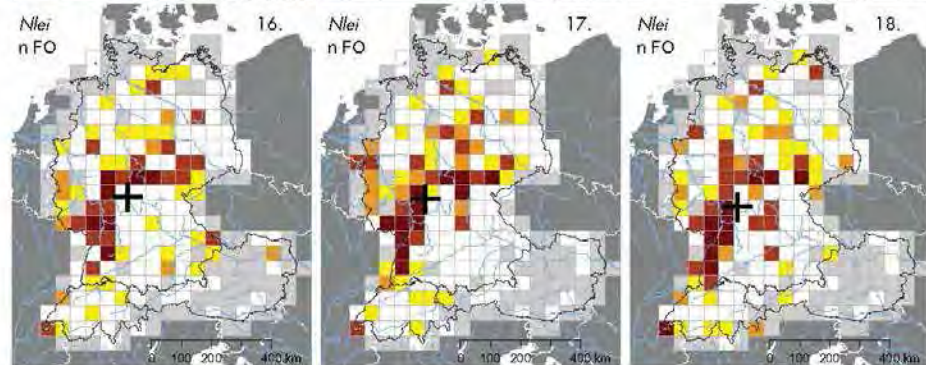
Abb. F-1: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-5 = mehr als 5 (max. 31).

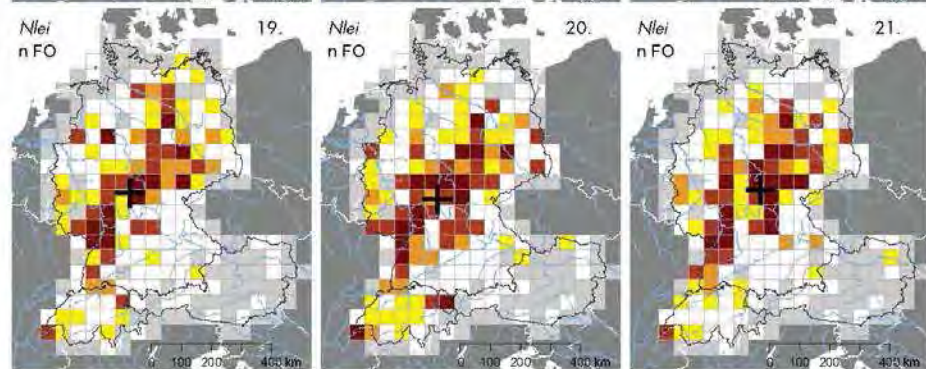
MAI



JUN



JUL



AUG

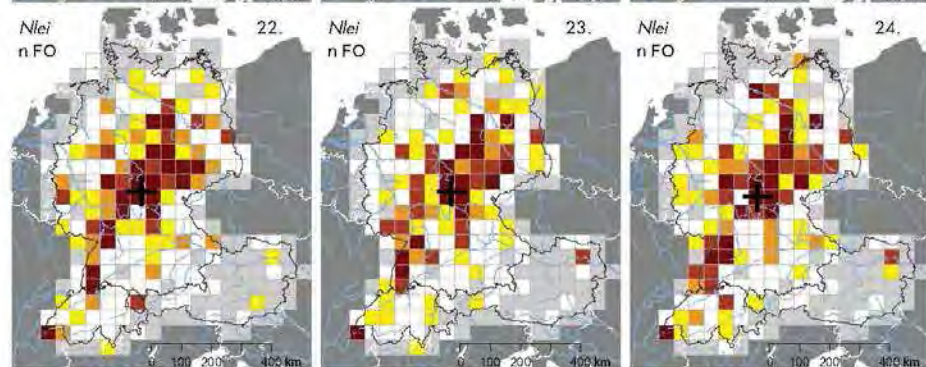
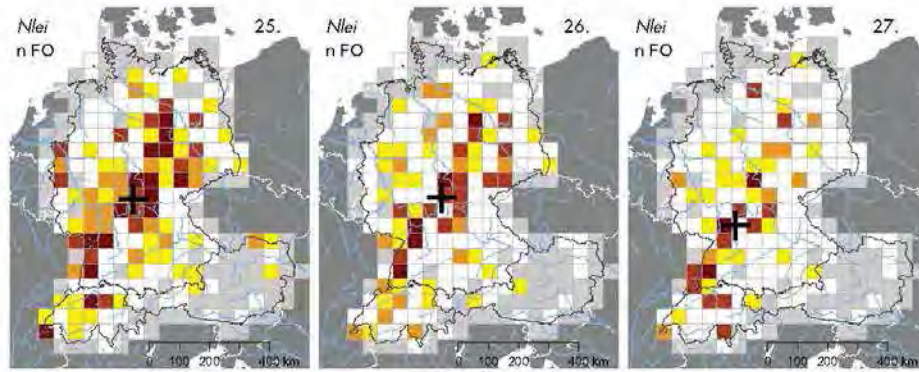


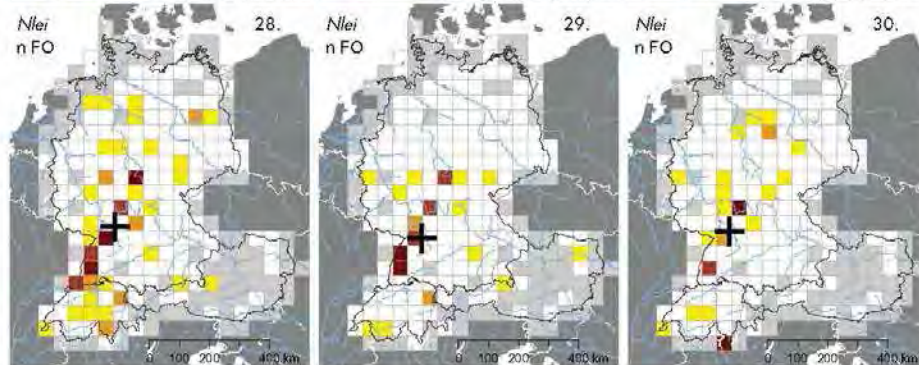
Abb. F-2: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-5 = mehr als 5 (max. 31).

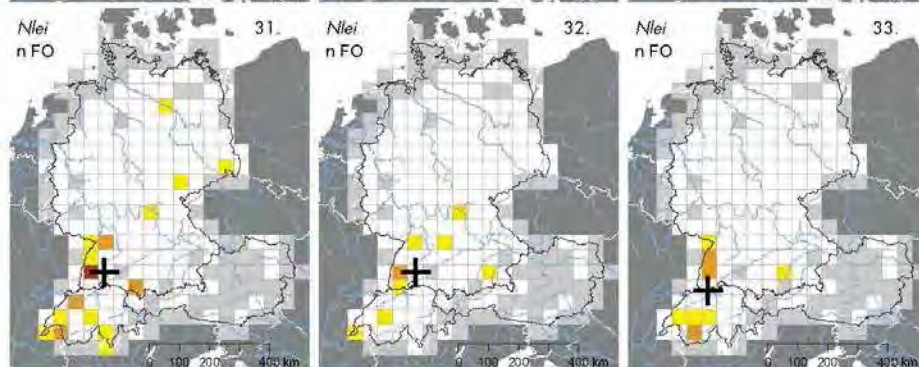
SEP



OKT



NOV



DEZ

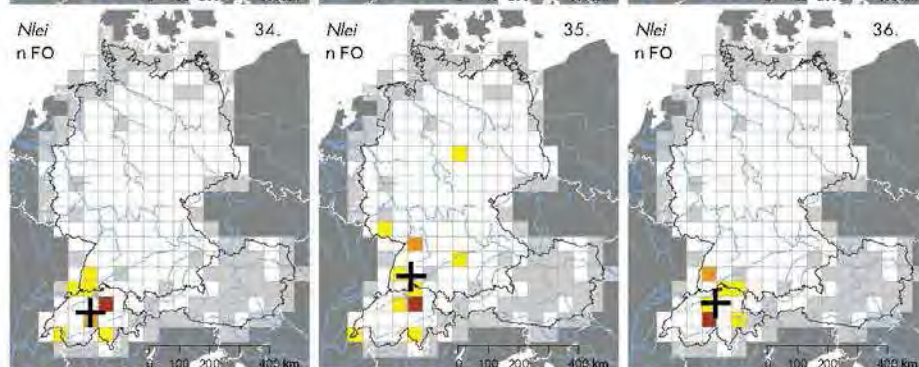
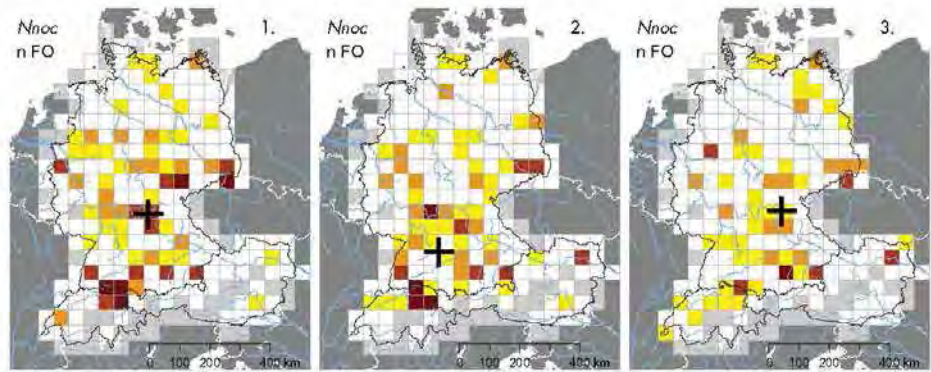


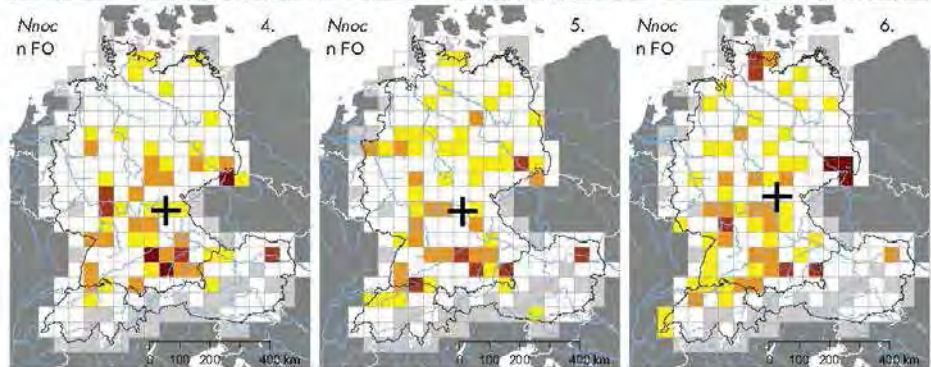
Abb. F-3: Anzahl Fundorte des Kleinen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember). Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-5 = mehr als 5 (max. 31).

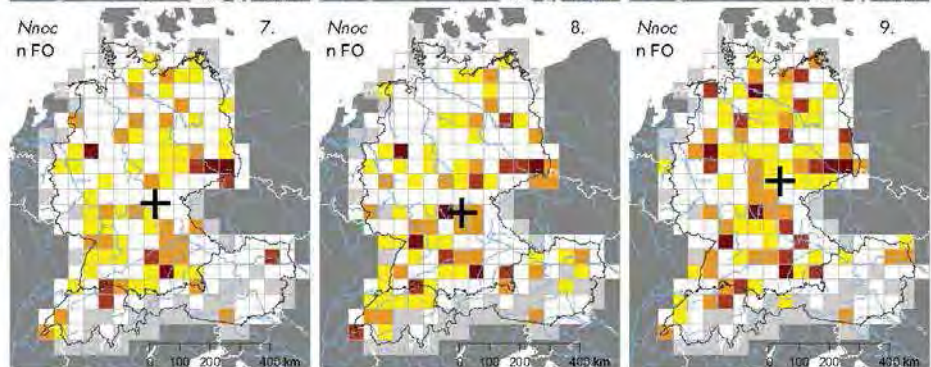
JAN



FEB



MRZ



APR

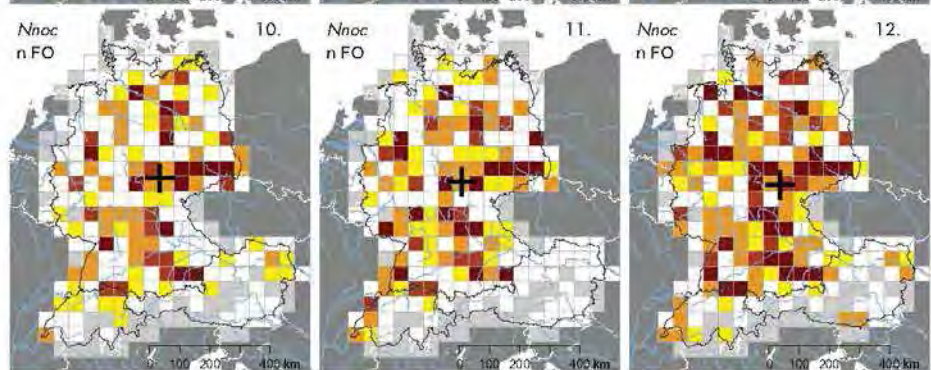
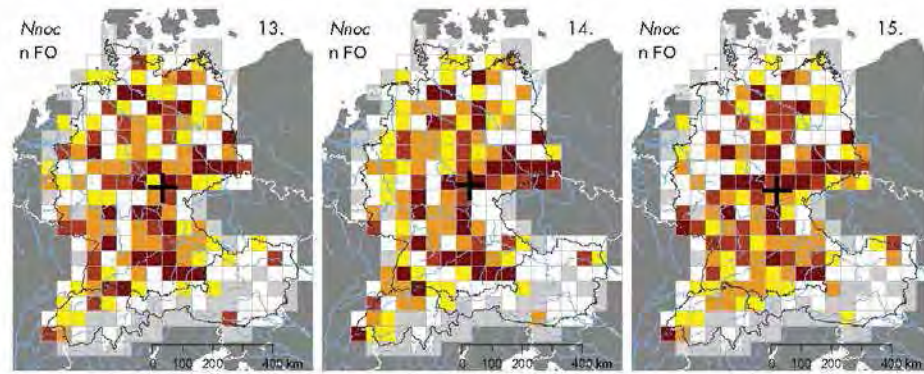


Abb. F-4: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers pro Dekade (Januar bis April).

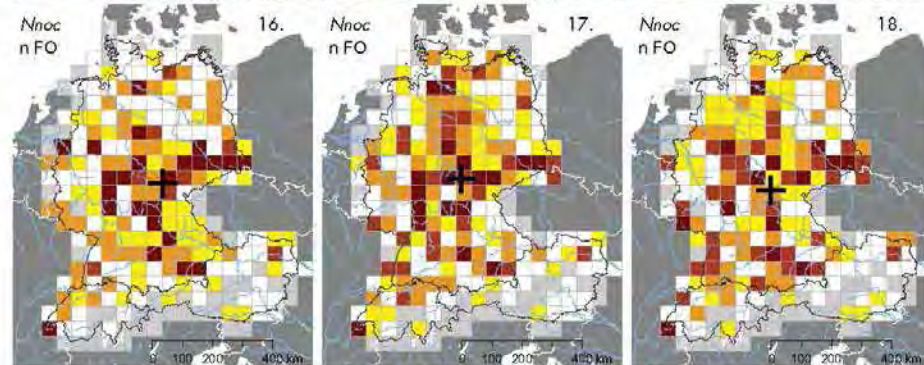
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-7 = mehr als 7 (max. 113).

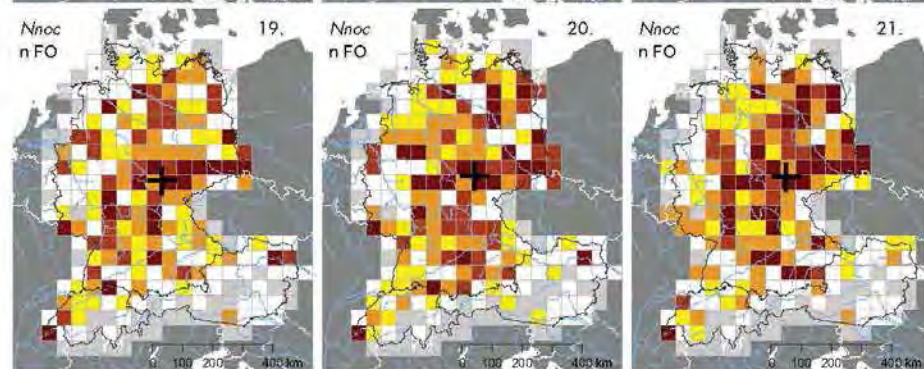
MAI



JUN



JUL



AUG

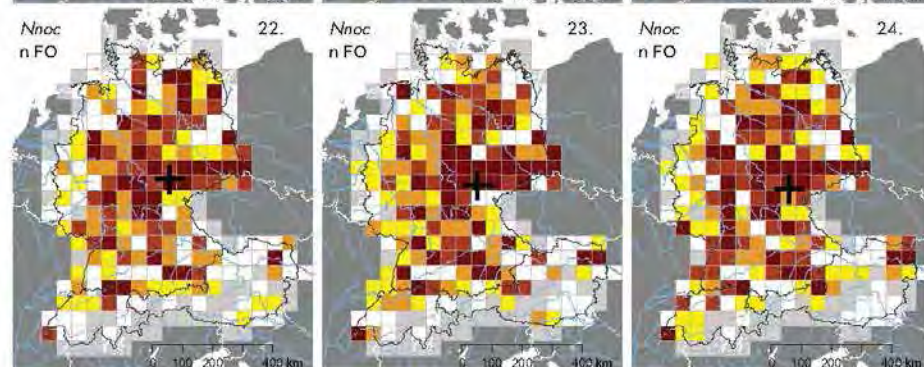
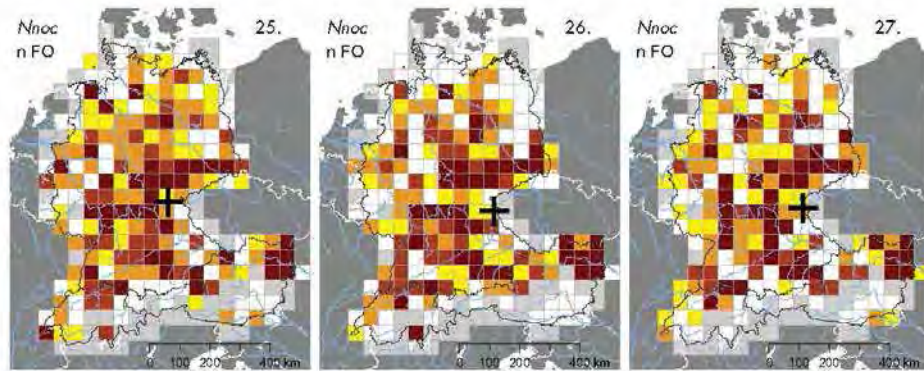


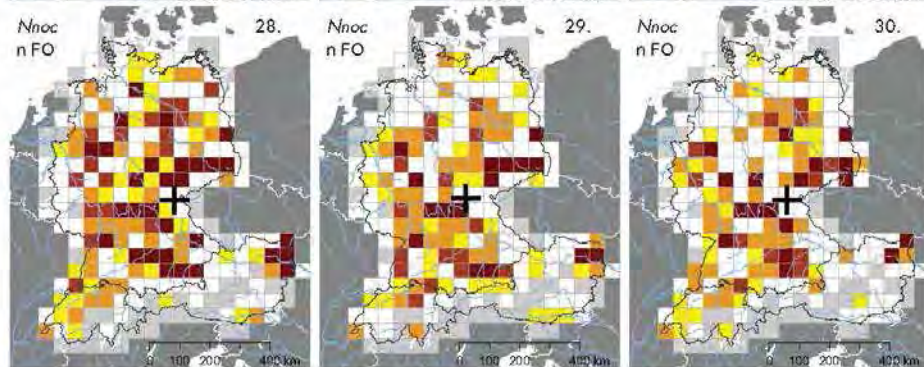
Abb. F-5: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-7 = mehr als 7 (max. 113).

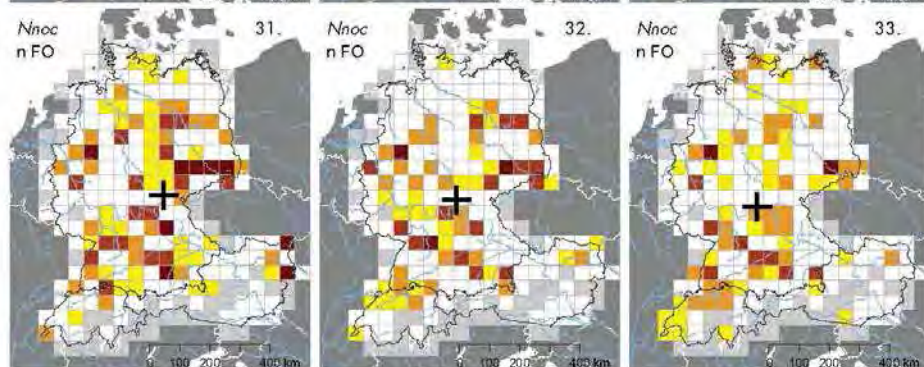
SEP



OKT



NOV



DEZ

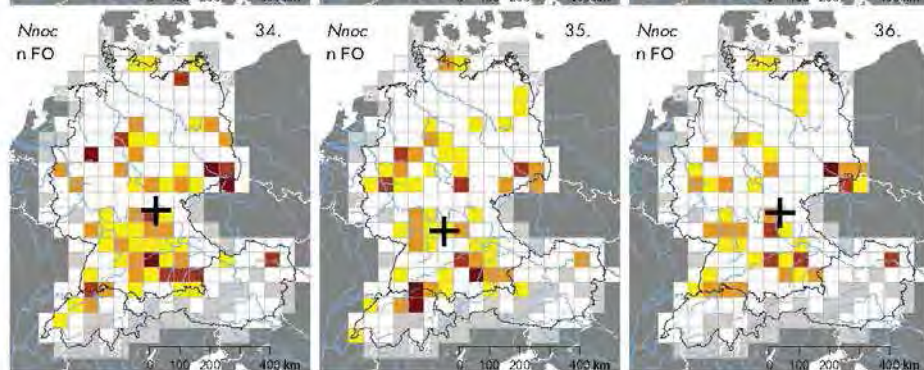
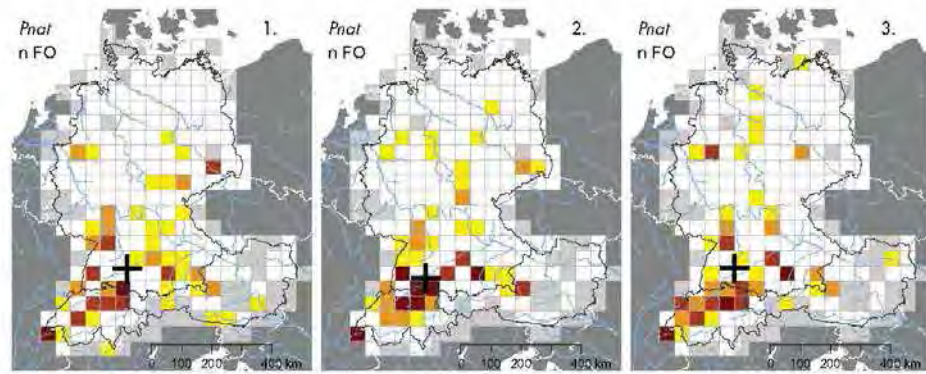


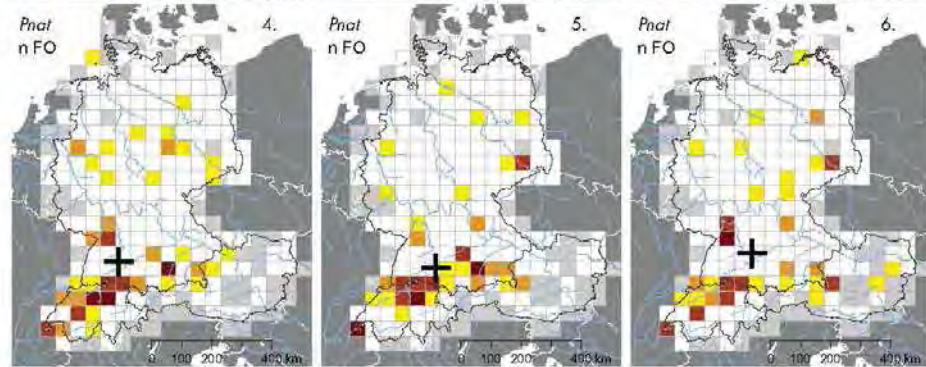
Abb. F-6: Anzahl Fundorte des Großen Abendseglers pro Dekade (September bis Dezember). Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-7 = mehr als 7 (max. 113).

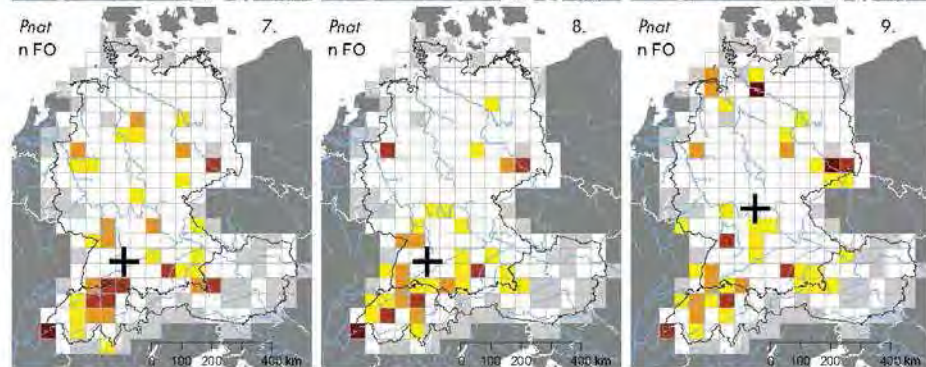
JAN



FEB



MRZ



APR

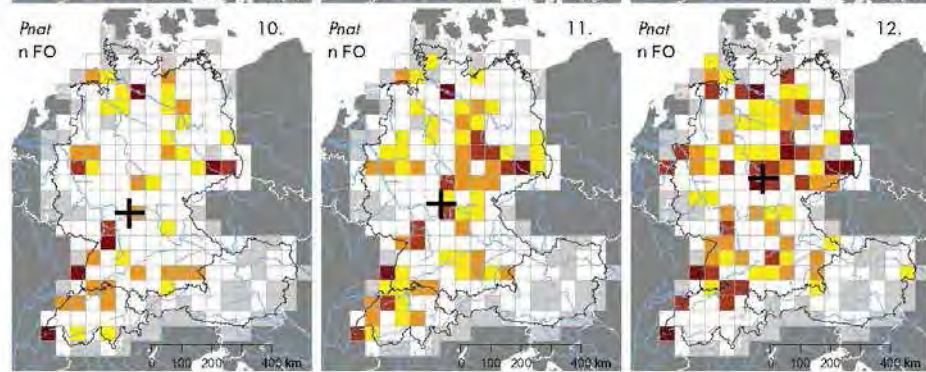
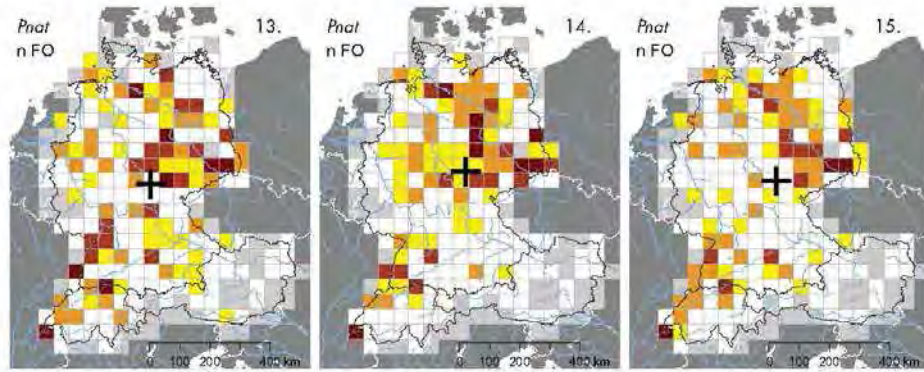


Abb. F-7: Anzahl Fundorte der Rauhaufledermaus pro Dekade (Januar bis April).

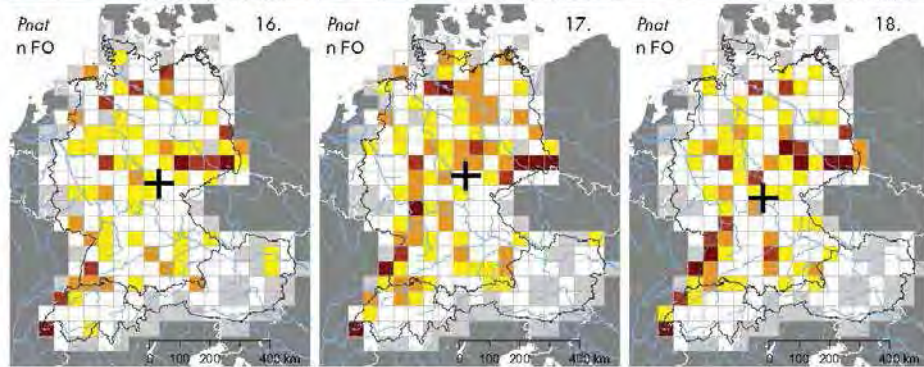
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-6 = mehr als 6 (max. 111).

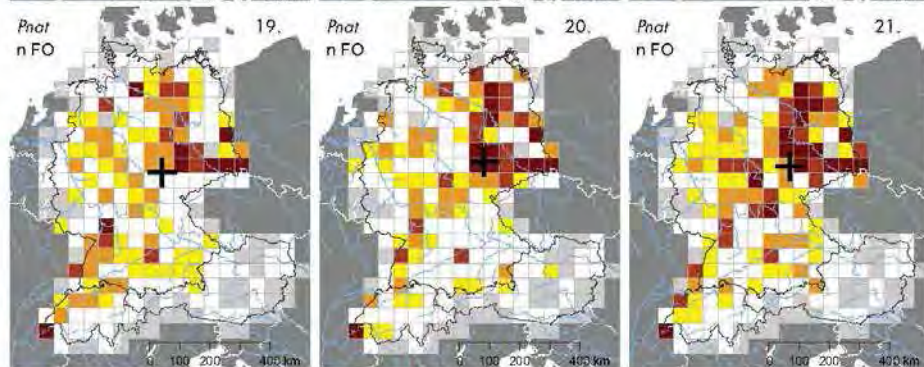
MAI



JUN



JUL



AUG

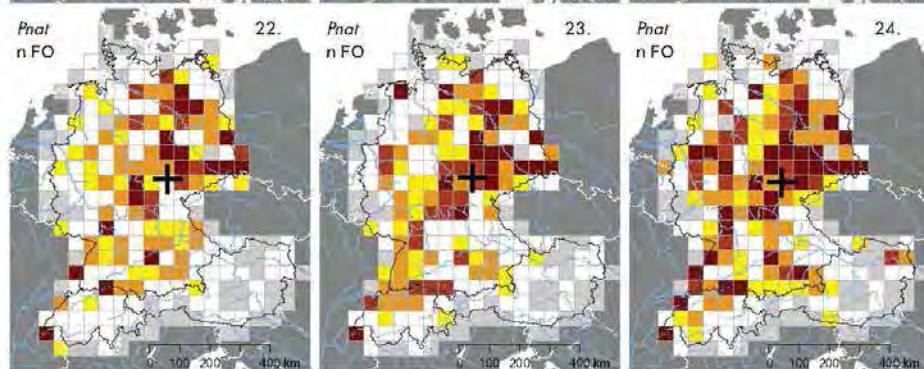
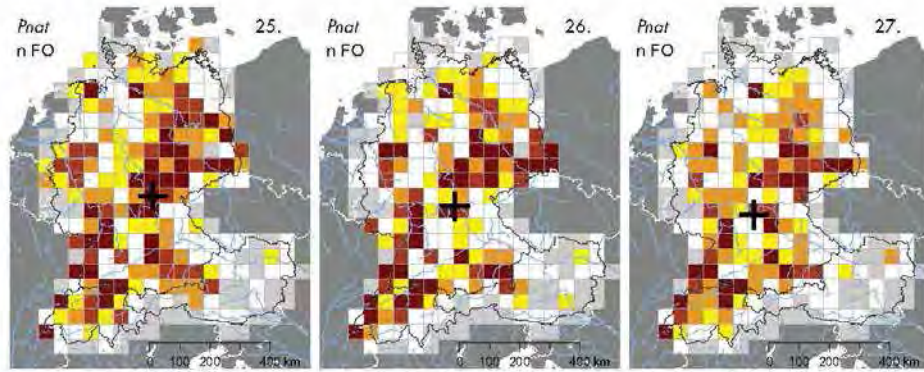


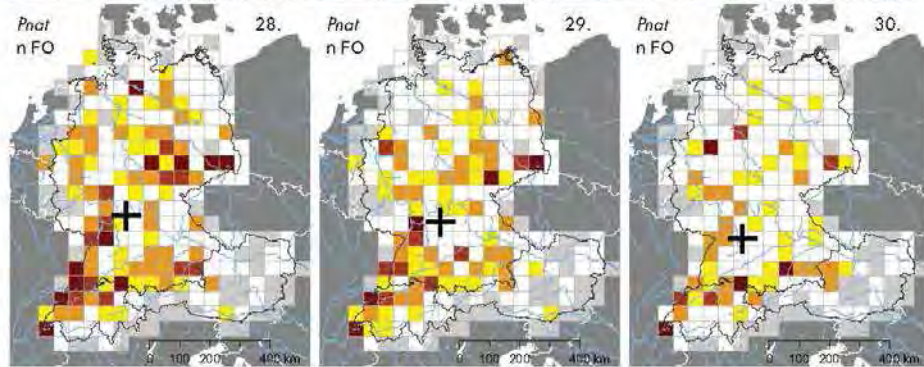
Abb. F-8: Anzahl Fundorte der Rauhaufledermaus pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-6 = mehr als 6 (max. 111).

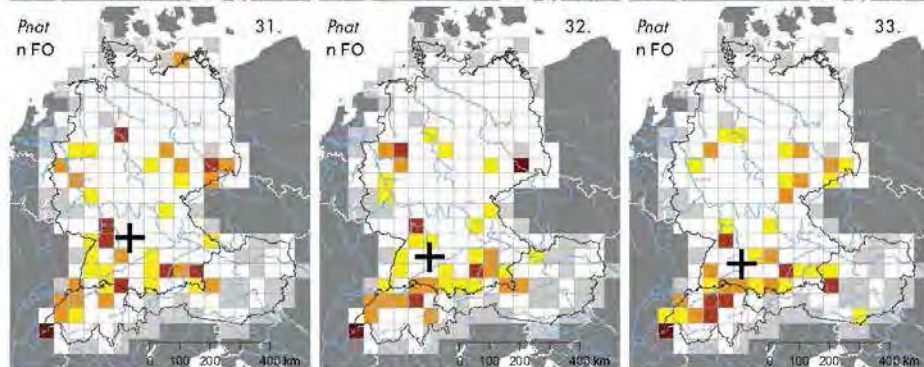
SEP



OKT



NOV



DEZ

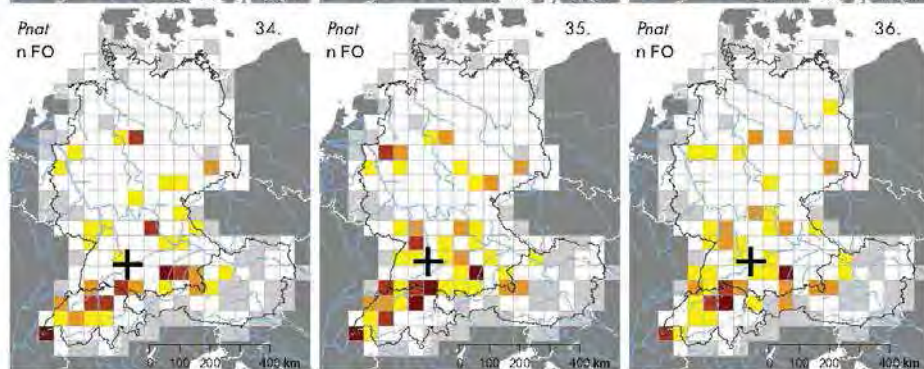
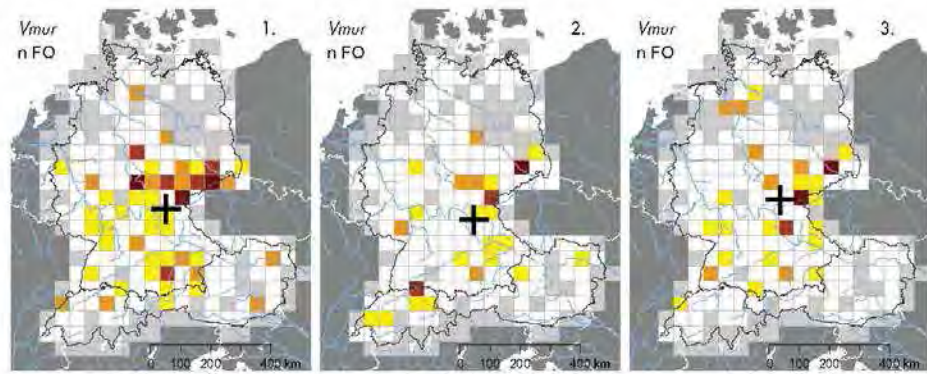


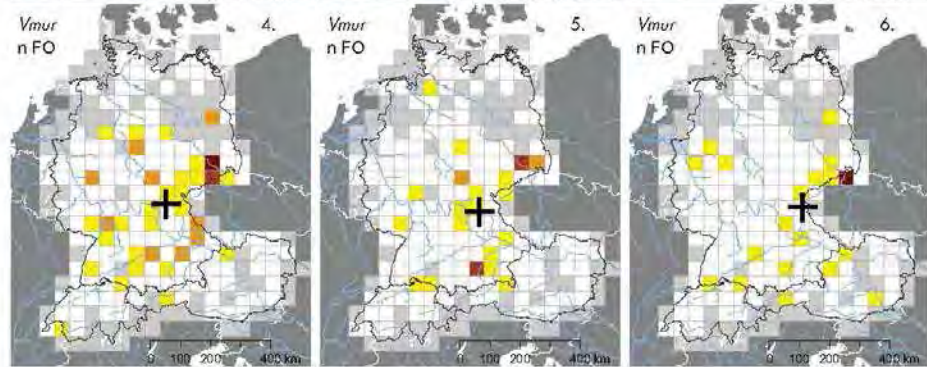
Abb. F-9: Anzahl Fundorte der Rauhaufledermaus pro Dekade (September bis Dezember).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2-3 = 4-6 = mehr als 6 (max. 111).

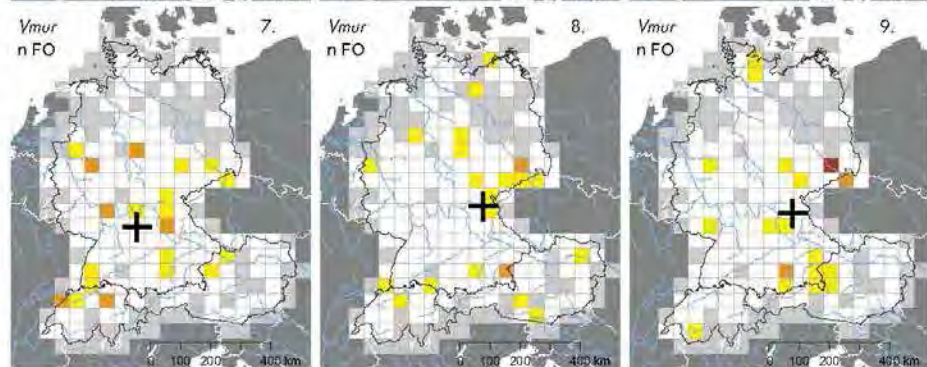
JAN



FEB



MRZ



APR

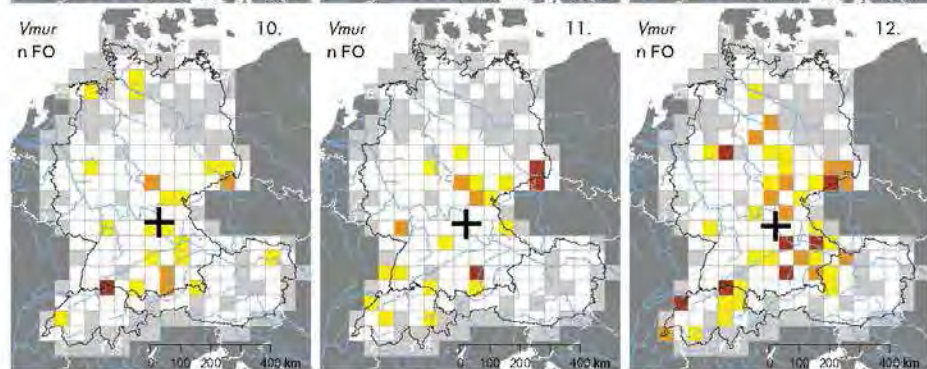
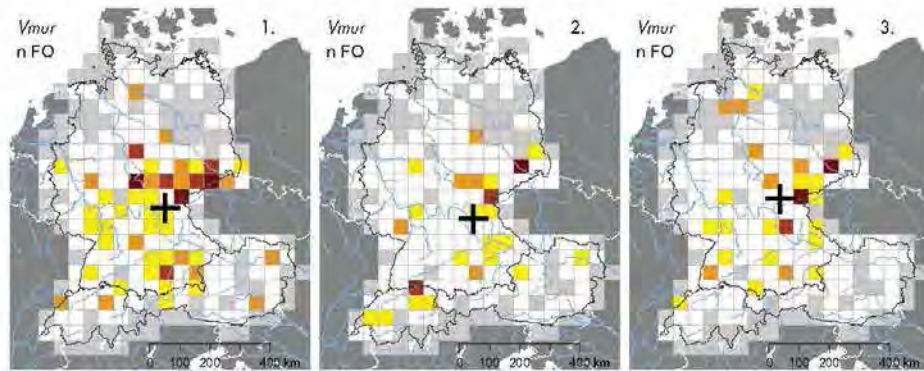


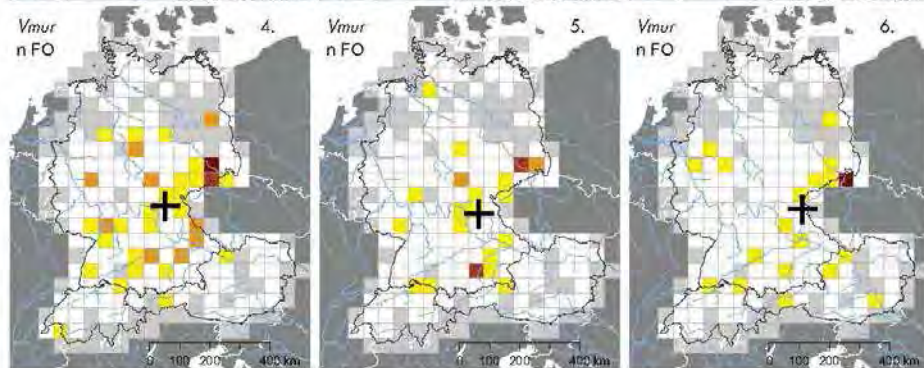
Abb. F-10: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Januar bis April).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-4 = mehr als 4 (max. 31).

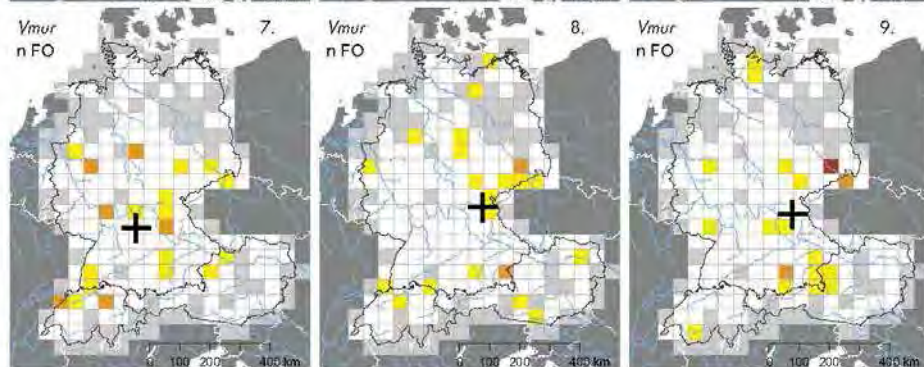
MAI



JUN



JUL



AUG

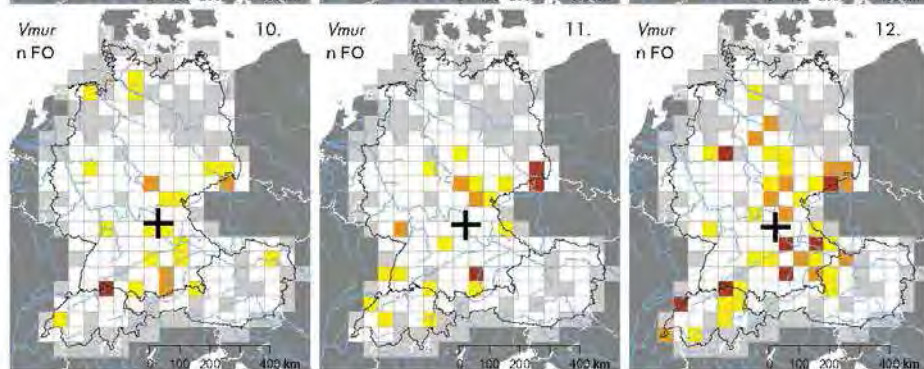
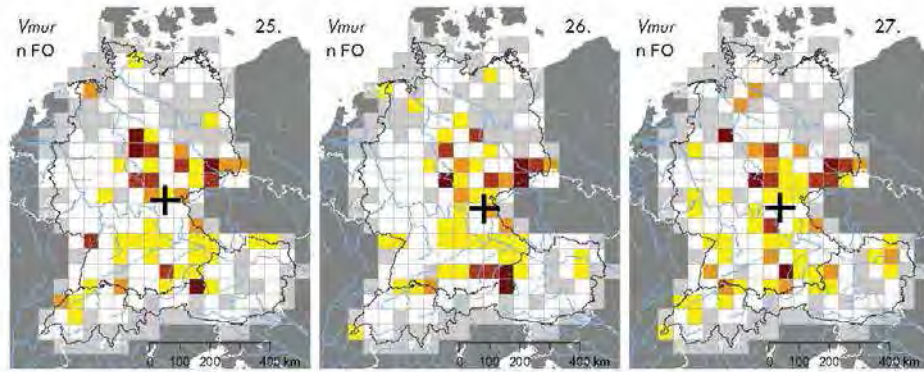


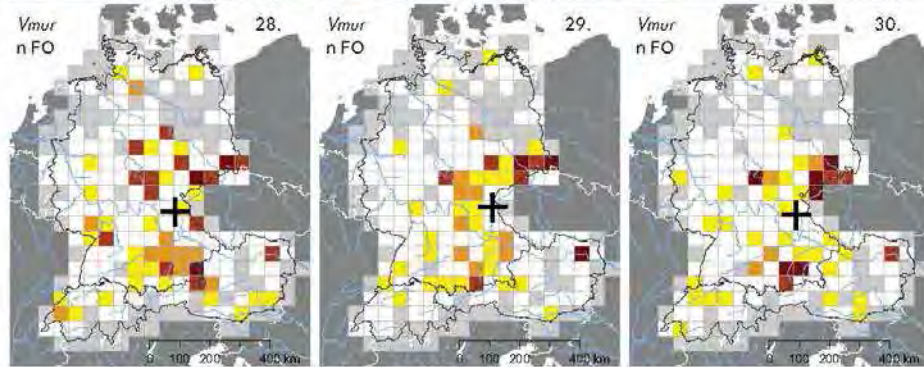
Abb. F-11: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus pro Dekade (Mai bis August).
Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes;
50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-4 = mehr als 4 (max. 31).

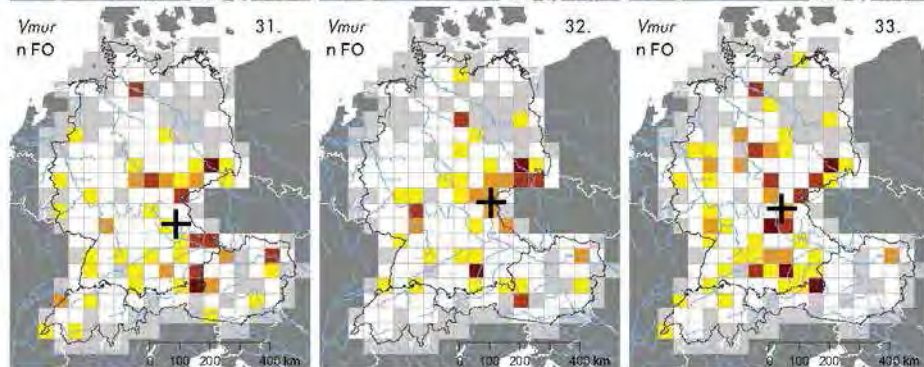
SEP



OKT



NOV



DEZ

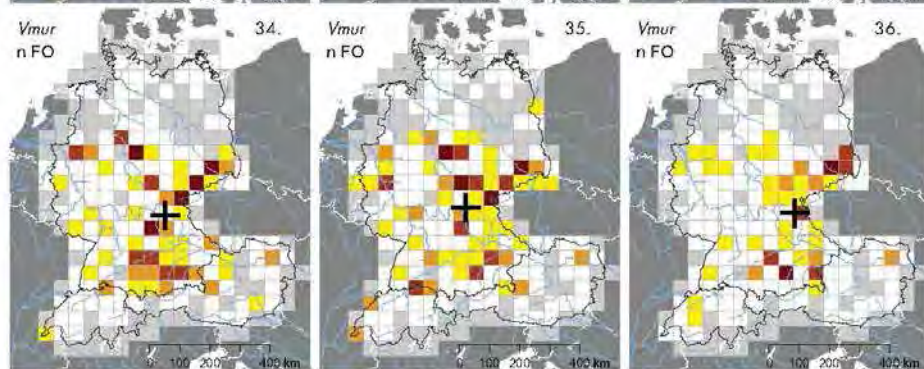


Abb. F-12: Anzahl Fundorte der Zweifarbfledermaus pro Dekade (September bis Dezember). Graue Zellen = keine Nachweise; Kreuz = geographisches Mittel des jeweiligen Dekadendatensatzes; 50x50 km UTM.

Anzahl Fundorte: = 1 = 2 = 3-4 = mehr als 4 (max. 31).

zu C.1 Akustische Untersuchungen zum Zugverhalten von Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge und Vorland

Tab. F-1: Übersicht zu Anzahl und Anteil erfasster Sequenzen aller Fledermausarten in allen UG und Standorten.

Ungeprüftes Ergebnis der Diskriminanzanalysen. Gruppeneinteilung nach Analysebaum des BatIdent (ecoObs). Die näher zu untersuchenden Gruppen/Arten zur Bestimmung von Großem Abendsegler (blau) und Rauhautfledermaus (braun) sind farbig stärker hervorgehoben. Erklärungen zu den Kürzeln in Tab. F-2.

Art	UG 1		UG 2		UG 3		UG 4	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Pipistrelloid	5.409	12,83	2.478	3,84	2.156	7,52	13.738	8,39
Ptief	232	0,55	313	0,49	160	0,56	1.192	0,73
Hsav*	155	0,37	99	0,15	58	0,2	506	0,31
Pmid	416	0,99	1.199	1,86	703	2,45	13.461	8,22
Pnat	516	1,22	1.555	2,41	953	3,32	16.230	9,92
Pkuh*	55	0,13	56	0,09	83	0,29	1.202	0,73
Phoch	188	0,45	145	0,22	60	0,21	624	0,38
Misch*	105	0,25	237	0,37	51	0,18	778	0,48
Ppip	23.623	56,04	44.679	69,26	12.745	44,46	64.712	39,53
Ppyg	27	0,06	30	0,05	23	0,08	1.010	0,62
Bbar	439	1,04	472	0,73	163	0,57	763	0,47
Plecotus	52	0,12	58	0,09	6	0,02	56	0,03
Myotis	229	0,54	873	1,35	644	2,25	616	0,38
Mkm	472	1,12	1.703	2,64	1.028	3,59	1.444	0,88
Mdau	120	0,28	379	0,59	152	0,53	335	0,2
Mbart	200	0,47	725	1,12	577	2,01	467	0,29
Mbec	7	0,02	43	0,07	44	0,15	11	0,01
Mnat	30	0,07	88	0,14	190	0,66	29	0,02
Malc*	10	0,02	63	0,1	7	0,02	55	0,03
Mmyo	24	0,06	58	0,09	59	0,21	156	0,1
Mema*	2	0	16	0,02	34	0,12	7	0
Mdas*	49	0,12	96	0,15	62	0,22	20	0,01
Nyctaloid	581	1,38	715	1,11	642	2,24	1.127	0,69
Nyctief	16	0,04	2	0	8	0,03	97	0,06
Nnoc	300	0,71	280	0,43	345	1,2	3.988	2,44
Tten*	1	0	1	0	1	0		
Enil	1.435	3,4	1.100	1,71	975	3,4	80	0,05
Nycmi	971	2,3	956	1,48	744	2,6	1.012	0,62
Nlei	11	0,03	19	0,03	9	0,03	62	0,04
Eser	5	0,01	8	0,01	21	0,07	53	0,03
Vmur	484	1,15	362	0,56	340	1,19	166	0,1
Rhinolophus					1	0		
Rfer*	1	0						
Rhoch					8	0,03	331	0,2
Spec.	5.992	14,21	5.705	8,84	5.614	19,58	39.357	24,04
Gesamtergebnis	42.157	100	64.513	100	28.666	100	163.685	100

Wichtiger Hinweis: Die in der Analyse ausgegebenen Arten mit Sternchen* Mema, Rfer, Malc, Misch, Mdas, Tten Pkuh, Hsav kommen im Untersuchungsraum nicht vor. Hier werden in der Tabelle alle ungeprüften Angaben abgebildet.

Tab. F-2: Erläuterung der Kürzel zum Analysebaum batIdent (Fa. ecoObs), s. Abb. C-11.

Kürzel	Bedeutung
Pipistrelloid	Gattungskomplex: <i>Pipistrellus</i> , <i>Hypsugo</i> , <i>Miniopterus</i>
Ptief	Tiefrufende des Gattungskomplexes
Hsav*	<i>Hypsugo savii</i> - Alpen-Fledermaus
Pmid	<i>Pipistrellus</i> mittlerer Frequenz
Pnat	<i>Pipistrellus nathusii</i> - Rauhautfledermaus
Pkuh*	<i>Pipistrellus kuhlii</i> - Weißrandfledermaus
Phoch	<i>Pipistrellus</i> hochrufend
Misch*	<i>Miniopterus schreibersii</i> - Langflügelfledermaus
Ppip	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> - Zwergfledermaus
Ppyg	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> - Mückenfledermaus
Bbar	<i>Barbastella barbastellus</i> - Mopsfledermaus
Plecotus	Gattung <i>Plecotus</i>
Myotis	Gattung <i>Myotis</i>
Mkm	kleine / mittelgroße <i>Myotis</i> -Arten
Mdau	<i>Myotis daubentonii</i> - Wasserfledermaus
Mbart	<i>Myotis brandtii/mystacinus</i> - Bartfledermäuse
Mbec	<i>Myotis bechsteinii</i> – Bechsteinfledermaus
Mnat	<i>Myotis nattereri</i> - Fransenfledermaus
Malc	<i>Myotis alcathoe</i> - Nymphenfledermaus
Mmyo	<i>Myotis myotis</i> – Großes Mausohr
Mema*	<i>Myotis emarginatus</i> – Wimpernfledermaus
Mdas*	<i>Myotis dasycneme</i> – Teichfledermaus
Nyctaloid	Gattungskomplex: <i>Nyctalus</i> , <i>Eptesicus</i> , <i>Vespertilio</i> , <i>Tadarida</i>
Nyctief	Tiefrufende des Gattungskomplexes
Nnoc	<i>Nyctalus noctula</i> – Großer Abendsegler
Tten*	<i>Tadarida tenioitis</i> – Bulldoggfledermaus
Enil	<i>Eptesicus nilssonii</i> – Nordfledermaus
Nycmi	Mittlere Nyctaloid
Nlei	<i>Nyctalus leisleri</i> – Kleiner Abendsegler
Eser	<i>Eptesicus serotinus</i> – Breitflügelfledermaus
Vmur	<i>Vespertilio murinus</i> – Zweifarbfledermaus
Rhinolophus	Gattung <i>Rhinolophus</i>
Rfer*	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> – Große Hufeisennase
Rhoch	Hochrufende Hufeisennasen
Spec.	Unbestimmte Fledermaus

Projektbearbeiter und Beteiligte

Gesamtprojektleitung



PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH
Rosenkavalierplatz 8, 81925 München

Dr. Angelika Meschede angelika.meschede@gmail.com

Daniel Fuchs daniel.fuchs@pan-gmbh.com

Mitarbeit: Werner Ackermann, Kathrin Bögelsack, Eva Butterworth, Brigitte Henatsch, Corinna Herrmann, Carolin Plötz, Anne Ruff

Projektpartner (Durchführung von Teilprojekten)



SWILD Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation
Wuhrstrasse 12, CH-8003 Zürich

Dr. Fabio Bontadina fabio.bontadina@swild.ch

Mitarbeit: Andres Beck, Stephanie Burkhard, Lucretia Desplazes, Adrian Dietrich, Ilona Imoberdorf, Claudia Kistler, Franziska Lörcher



NACHTaktiv, Biologen für Fledermauskunde GbR
Hässlerstraße 99, 99099 Erfurt

Martin Biedermann anfrage@nachtaktiv-biologen.de

Inken Karst, Wigbert Schorcht

Mitarbeit: Michael Franz

Weitere Projektpartner (beratend)



Museum für Naturkunde Berlin
Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung
Invalidenstr. 43, 10115 Berlin

PD Dr. Frieder Mayer Frieder.Mayer@mfn-berlin.de

Matthias Hammer
Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbayern
Universität Erlangen, Staudtstraße 5, 91058 Erlangen

mhammer@biologie.uni-erlangen.de

Dr. Andreas Zahn
Koordinationsstelle für Fledermausschutz Südbayern
Hermann-Löns-Straße 4, 84478 Waldkraiburg

Andreas.Zahn@iiv.de



Koordinationsstelle für Fledermausschutz
und -forschung in Österreich

Fritz-Störk-Straße 13, A-4060 Leonding

Dr. Guido Reiter Guido.Reiter@fledermausschutz.at