



# Fledermäuse und Windkraft im Wald

Johanna Hurst, Martin Biedermann, Christian Dietz, Markus Dietz, Inken Karst,  
Elena Krannich, Ruth Petermann, Wigbert Schorcht und Robert Brinkmann (Hrsg.)

**Naturschutz und Biologische Vielfalt**  
**Heft 153**

# **Fledermäuse und Windkraft im Wald**

**Ergebnisse des F+E-Vorhabens (FKZ 3512 84 0201)**  
**„Untersuchungen zur Minderung der Auswirkungen von WKA  
auf Fledermäuse, insbesondere im Wald“**

Herausgegeben von  
Johanna Hurst  
Martin Biedermann  
Christian Dietz  
Markus Dietz  
Inken Karst  
Elena Krannich  
Ruth Petermann  
Wigbert Schorcht  
Robert Brinkmann

Bundesamt für Naturschutz  
Bonn - Bad Godesberg 2016

**Titelfotos:** oben links: Eichen-Mischwald, oben Mitte: fliegende Mopsfledermaus, Mitte: Bechsteinfledermaus (alle K. Echle), oben rechts: Fledermauskasten im Buchenwald, unten links: Windkraftanlage, unten Mitte: beringter Kleinabendsegler, unten rechts: Windmessmast (alle FrInaT). Gestaltung: FrInaT GmbH.

**Adressen der Herausgeberinnen und Herausgeber sowie der Autorinnen und Autoren:**

Dr. Robert Brinkmann           Freiburger Institut für angewandte Tierökologie GmbH (FrInaT)  
Johanna Hurst                   Dunantestraße 9, 79110 Freiburg  
Dr. Claude Steck, Horst Schauer-Weissahn, Dr. Annette Kohnen, Laura Kehry, Clara Köhler, Stefanie Hartmann  
Martin Biedermann           NACHTaktiv, Häblerstr. 99, 99099 Erfurt  
Inken Karst, Wigbert Schorcht  
Dr. Markus Dietz               Institut für Tierökologie und Naturbildung (ITN)  
Elena Krannich               Altes Forsthaus, Hauptstr. 30, 35321 Gonterskirchen  
Axel Krannich  
Dr. Christian Dietz             Biologische Gutachten Dietz, Häblerstr. 99, 99099 Erfurt  
Isabel Dietz                   Südring 49, 72160 Horb  
Dr. Pius Korner-Nievergelt, oikostat GmbH, Ausserdorf 43, 6218 Ettiswil, Schweiz  
Fränzi Korner-Nievergelt  
Dr. Cornelia Ebert             SEQ-IT GmbH & Co. KG, Pfaffplatz 10, 67655 Kaiserslautern  
Ruth Petermann               Bundesamt für Naturschutz, Konstantinstr. 110, 53179 Bonn

**Fachbetreuung im BfN:**

Ruth Petermann               Fachgebiet II 1.1 „Zoologischer Artenschutz“

Die vorliegende Publikation wurde finanziert durch das F+E-Vorhaben „Untersuchungen zur Minderung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse, insbesondere im Wald“ (FKZ 3512 84 0200), gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank DNL-online ([www.dnl-online.de](http://www.dnl-online.de)).

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz (BfN)  
Konstantinstr. 110, 53179 Bonn  
URL: [www.bfn.de](http://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: Griebisch & Rochol Druck GmbH & Co. KG, Hamm

Bezug über: BfN-Schriftenvertrieb – Leserservice –  
im Landwirtschaftsverlag GmbH  
48084 Münster  
Tel.: 0 25 01/8 01-3 00, Fax: 0 25 01/8 01-3 5 1

oder im Internet:  
[www.buchweltshop.de/bfn](http://www.buchweltshop.de/bfn)

ISBN 978-3-7843-4053-1

DOI 10.19213/973153

Gedruckt auf „Circle Silk Premium White“, hergestellt aus 100% Recyclingmaterial, FSC® zertifiziert und mit dem EU Ecolabel ausgezeichnet.

Bonn - Bad Godesberg 2016



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	4
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	12
<b>Vorwort</b> .....	15
1 Fledermäuse und Windkraft im Wald: Überblick über die Ergebnisse des Forschungsvorhabens .....	17
2 Verbreitungsmodelle windkraftempfindlicher Fledermausarten als Grundlage für die Risikobewertung .....	66
3 Identifikation von Raum-Zeit-Mustern der Fledermausaktivität .....	121
4 Fledermausaktivität in verschiedenen Höhen über dem Wald .....	157
5 Aktivität und Lebensraumnutzung der Mopsfledermaus ( <i>Barbastella barbastellus</i> ) in Wochenstubengebieten .....	198
6 Aktivität der Mopsfledermaus ( <i>Barbastella barbastellus</i> ) zur Schwärmzeit an einem Winterquartier an der Thüringer Pforte .....	234
7 Aktivität der Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> ) zur Schwärmzeit am Massenwinterquartier Battertfelsen (Baden-Württemberg) .....	258
8 Raumnutzung und Aktivität des Kleinabendseglers ( <i>Nyctalus leisleri</i> ) in einem Paarungs- und Überwinterungsgebiet bei Freiburg (Baden-Württemberg) .....	278
9 Verwandtschaftsverhältnisse und Populationsstruktur in Wochenstubenkolonien, Paarungs- und Überwinterungsgruppen des Kleinabendseglers ( <i>Nyctalus leisleri</i> ) .....	327
10 Identifizierung von Schlüsselparametern für die Entwicklung von Populationsmodellen bei Fledermäusen .....	353

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Punktgenaue Artnachweise als Datengrundlage für die Habitatmodellierung.....	69
Abb. 2.2: Einfluss der sechs Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung für die Brandtfledermaus ( <i>Myotis brandtii</i> ).....	77
Abb. 2.3: Habitatmodell für die Brandtfledermaus ( <i>Myotis brandtii</i> ) in Deutschland.....	78
Abb. 2.4: Einfluss der neun Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung für die Nymphenfledermaus ( <i>Myotis alcathoe</i> ).....	80
Abb. 2.5: Habitatmodell für die Nymphenfledermaus ( <i>Myotis alcathoe</i> ) in Deutschland.....	82
Abb. 2.6: Einfluss der acht Variablen aus dem Endmodell auf die Habitateignung für die Bechsteinfledermaus ( <i>Myotis bechsteini</i> ).....	84
Abb. 2.7: Habitatmodell für die Bechsteinfledermaus ( <i>Myotis bechsteini</i> ) in Deutschland.....	85
Abb. 2.8: Einfluss der sechs Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung des Modells mit Maske für den Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> ).....	88
Abb. 2.9: Einfluss der sechs Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung des Modells ohne Maske für den Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> ).....	88
Abb. 2.10: Habitatmodell mit Maske auf Basis der Wochenstubenverbreitung für den Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> ) in Deutschland.....	90
Abb. 2.11: Habitatmodell ohne Maske auf Basis der Wochenstubenverbreitung für den Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> ) in Deutschland.....	91
Abb. 2.12: Einfluss der neun Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung für den Kleinabendsegler ( <i>Nyctalus leisleri</i> ).....	93
Abb. 2.13: Habitatmodell für den Kleinabendsegler ( <i>Nyctalus leisleri</i> ) in Deutschland.....	94
Abb. 2.14: Einfluss der neun Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung für die Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> ).....	96
Abb. 2.15: Habitatmodell für die Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> ) in Deutschland.....	97
Abb. 2.16: Einfluss der sechs Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitateignung für die Breitflügelfledermaus ( <i>Eptesicus serotinus</i> )... ..	99
Abb. 2.17: Habitatmodell für die Breitflügelfledermaus ( <i>Eptesicus serotinus</i> ) in Deutschland.....	100

Abb. 2.18: Einfluss der sechs Variablen mit dem höchsten Erklärungsgehalt auf die Habitategnung für die Nordfledermaus ( <i>Eptesicus nilssonii</i> ).....	102
Abb. 2.19: Habitatmodell für die Nordfledermaus ( <i>Eptesicus nilssonii</i> ) in Deutschland.....	103
Abb. 2.20: Diversitätskarte für waldgebundene Fledermausarten.....	105
Abb. 2.21: Diversitätskarte der kollisionsgefährdeten Fledermausarten.....	106
Abb. 3.1: Übersicht über die Lage der Projektgebiete in Deutschland, in denen die akustischen Erfassungen durchgeführt wurden. ....	123
Abb. 3.2: Anzahl der Aufnahmenächte summiert über alle Standorte verteilt auf Monate und Erfassungsjahre. ....	124
Abb. 3.3: Beispiele für die Anbringung der akustischen Erfassungsgeräte im Gelände.....	125
Abb. 3.4: Verteilung der Anzahl Aufnahmen pro Nacht bzw. Anzahl 10-min-Intervalle mit Aktivität pro Nacht auf die 120 Standorte. ....	131
Abb. 3.5: Boxplot-Diagramm der paarweisen Unterschiede in der Aufnahmezahl bzw. der Zahl der 10-min-Intervalle zwischen je zwei Standorten innerhalb eines Projekts bzw. je zwei Standorten in verschiedenen Projekten.....	132
Abb. 3.6: Anteile der verschiedenen Arten(-gruppen) an der Gesamtaktivität in den einzelnen Projekten.....	133
Abb. 3.7: Boxplotdiagramm der Verteilung der Aktivität aller Arten, der Zwergfledermaus sowie der <i>Nyctaloid</i> -Gruppe über die Monate.....	134
Abb. 3.8: Boxplotdiagramm der Verteilung der Aktivität der <i>Myotis</i> -Gruppe, der Raufhautfledermaus sowie der Mopsfledermaus über die Monate.....	135
Abb. 3.9: Nachtanteil mit Aktivität der Zwergfledermaus in Abhängigkeit von der Höhenlage in den verschiedenen Jahreszeiten.....	138
Abb. 3.10: Nachtanteil mit Aktivität der Zwergfledermaus in Abhängigkeit vom Grünlandanteil im 5-km-Umkreis in den verschiedenen Jahreszeiten. ....	138
Abb. 3.11: Nachtanteil mit Aktivität der Zwergfledermaus in Abhängigkeit vom Laubwaldanteil im 5-km-Umkreis und vom Abstand zum nächsten Gewässer .....	138
Abb. 3.12: Nachtanteil mit Aktivität der <i>Nyctaloid</i> -Gruppe in Abhängigkeit von der Höhenlage in den verschiedenen Jahreszeiten.....	139
Abb. 3.13: Nachtanteil mit Aktivität der <i>Nyctaloid</i> -Gruppe in Abhängigkeit vom Grünland-Anteil in den verschiedenen Jahreszeiten.....	139
Abb. 3.14: Nachtanteil mit Aktivität der <i>Nyctaloid</i> -Gruppe in Abhängigkeit vom Abstand zur nächsten Siedlung in den verschiedenen Jahreszeiten. ....	139

Abb. 3.15: Nachtanteil mit Aktivität der Nyctaloid-Gruppe in Abhängigkeit vom Waldanteil im 5-km-Umkreis und von der Waldart.....	140
Abb. 3.16: Nachtanteil mit Aktivität der <i>Myotis</i> -Gruppe in Abhängigkeit von der Höhenlage in den verschiedenen Jahreszeiten. ....	141
Abb. 3.17: Nachtanteil mit Aktivität der <i>Myotis</i> -Gruppe in Abhängigkeit vom Laubwaldanteil und vom Nadelwaldanteil im 1-km-Umkreis. ....	142
Abb. 3.18: Nachtanteil mit Aktivität der <i>Myotis</i> -Gruppe in Abhängigkeit vom Grünlandanteil im 1-km-Umkreis und von der Waldart. ....	142
Abb. 3.19: Nachtanteil mit Aktivität der Rauhautfledermaus in Abhängigkeit von der Höhenlage in den verschiedenen Jahreszeiten. ....	143
Abb. 3.20: Nachtanteil mit Aktivität der Rauhautfledermaus in Abhängigkeit vom Laubwaldanteil und vom Nadelwaldanteil im 1-km-Umkreis. ....	143
Abb. 3.21: Nachtanteil mit Aktivität in Abhängigkeit von der Temperatur und der Höhenlage. ....	144
Abb. 4.1: Standorte der Messmasten in Süd- und Westdeutschland.....	159
Abb. 4.2: Verteilung der Aktivität der regelmäßig nachgewiesenen Arten (-gruppen) Zwergfledermaus, Nyctaloid-Gruppe, Rauhautfledermaus und <i>Myotis</i> -Gruppe auf die verschiedenen Messhöhen.....	166
Abb. 4.3: Verteilung der Aktivität der Zwergfledermaus, der Nyctaloid-Gruppe, der Rauhautfledermaus und der <i>Myotis</i> -Gruppe über das Jahr in den drei verschiedenen Messhöhen. ....	168
Abb. 4.4: Verteilung der Aktivität der Arten(-gruppen) über die Nacht in den verschiedenen Messhöhen.....	169
Abb. 4.5: Abhängigkeit der Aktivität der Artengruppen von der Windgeschwindigkeit.....	171
Abb. 4.6: Abhängigkeit der Aktivität der verschiedenen Artengruppen von der Temperatur. ....	172
Abb. 4.7: Abhängigkeit der Aktivität von Windgeschwindigkeit und Temperatur in 100 m Höhe. ....	173
Abb. 4.8: Modellierte Wahrscheinlichkeit für Aktivität der Zwergfledermaus in einem 10-min-Intervall in den unterschiedlichen Höhenstufen. ....	174
Abb. 4.9: Modellierte Wahrscheinlichkeit für Aktivität der Nyctaloid-Gruppe in einem 10-min-Intervall in den unterschiedlichen Höhenstufen. ....	175
Abb. 4.10: Modellierte Wahrscheinlichkeit für Aktivität der Rauhautfledermaus in einem 10-min-Intervall in den unterschiedlichen Höhenstufen. ....	176

Abb. 4.11: Prozentualer Anteil der Nächte im August und September an allen sechs Standorten mit Aktivität in Bodennähe und in der Höhe, nur in Bodennähe, nur in der Höhe und weder in Bodennähe noch in der Höhe für die Zwergfledermaus, die Nyctaloid-Gruppe und die Rauhautfledermaus. ....	178
Abb. 4.12: Verteilung der Aktivität der Zwergfledermaus, der Nyctaloid-Gruppe, des Abendseglers, der Rauhautfledermaus, der <i>Myotis</i> -Gruppe und der Mopsfledermaus auf die verschiedenen Messhöhen im Hainich. ....	181
Abb. 4.13: Verteilung der Aktivität der Zwergfledermaus, der Nyctaloid-Gruppe, des Abendseglers und der Rauhautfledermaus über das Jahr im Hainich. ....	182
Abb. 4.14: Verteilung der Aktivität der <i>Myotis</i> -Gruppe und der Mopsfledermaus über das Jahr im Hainich. ....	183
Abb. 4.15: Verteilung der Aktivität der Zwergfledermaus, der Nyctaloid-Gruppe, des Abendseglers und der Mopsfledermaus über die Nacht im Hainich. ....	184
Abb. 4.16: Verteilung der Aktivität der <i>Myotis</i> -Gruppe und der Mopsfledermaus über die Nacht im Hainich. ....	185
Abb. 5.1: Lage der drei Untersuchungsstandorte in Deutschland .....	201
Abb. 5.2: Überblick über die Untersuchungsstandorte im Projektgebiet Hohe Schrecke .....	206
Abb. 5.3: Überblick über die Untersuchungsstandorte im Projektgebiet Bayerischer Wald .....	206
Abb. 5.4: Überblick über die Untersuchungsstandorte im Projektgebiet Schwarzwälder Hochwald .....	207
Abb. 5.5: Mittlere Anzahl Aufnahmen der Mopsfledermaus pro Nacht in den unterschiedlichen Höhen am Messmast in der Hohen Schrecke. ....	208
Abb. 5.6: Abhängigkeit der Aktivität der Mopsfledermaus am Messturm in der Hohen Schrecke von der Windgeschwindigkeit und der Temperatur .....	209
Abb. 5.7: Boxplot-Diagramm der Zahl der Aufnahmen der Mopsfledermaus oberhalb der Baumkronen und in Bodennähe an zehn Standorten in der Hohen Schrecke. ....	209
Abb. 5.8: Wochenstubenquartiere der Mopsfledermaus sowie akustische Aktivität im Jahresverlauf um den Messturm in der Hohen Schrecke. ....	211
Abb. 5.9: Typische Quartiere der Mopsfledermaus in der Hohen Schrecke. ....	212
Abb. 5.10: Gemittelte Anzahl Aufnahmen pro Nacht zusammengefasst für die drei Anabat-Bodenstationen .....	212
Abb. 5.11: Gemittelte Anzahl Aufnahmen pro Nacht zusammengefasst für die Batcorder-Bodenstationen .....	212

Abb. 5.12: Anzahl der Aufnahmen pro Nacht der Mopsfledermaus am Messturm im Bayerischen Wald, verteilt über die Monate.....	213
Abb. 5.13: Abhängigkeit der Aktivität der Mopsfledermaus am Messturm im Bayerischen Wald von der Windgeschwindigkeit und der Temperatur...	214
Abb. 5.14: Wochenstubenquartiere der Mopsfledermaus sowie akustische Aktivität im Umfeld um den Messturm im Bayerischen Wald.....	215
Abb. 5.15: Boxplot-Diagramm der Anzahl der Aufnahmen der Mopsfledermaus in unterschiedlichen Habitattypen pro Untersuchungsnacht im Juli 2016.....	215
Abb. 5.16: Quartierbaum und typisches Jagdhabitat der Mopsfledermaus im Bayerischen Wald .....	216
Abb. 5.17: Anzahl der Aufnahmen der Mopsfledermaus pro Nacht am Messturm im Schwarzwälder Hochwald, verteilt über die Monate .....	217
Abb. 5.18: Abhängigkeit der Aktivität der Mopsfledermaus am Messturm im Schwarzwälder Hochwald von der Windgeschwindigkeit und der Temperatur.....	218
Abb. 5.19: Boxplot-Diagramm der Zahl der Aufnahmen der Mopsfledermaus pro Messnacht oberhalb der Baumkronen und in Bodennähe an 16 Standorten im Schwarzwälder Hochwald.....	219
Abb. 5.20: Quartierbaum der Mopsfledermaus sowie ein typischer Quartierbereich im Schwarzwälder Hochwald .....	220
Abb. 5.21: Wochenstubenquartiere der Mopsfledermaus sowie akustische Aktivität im Jahresverlauf im Umfeld um den Messturm im Schwarzwälder Hochwald.....	221
Abb. 5.22: Anzahl Aufnahmen pro Nacht im Verlauf der Monate.....	222
Abb. 6.1: Lage des Untersuchungsgebiets in Thüringen und Lage des Kalksteinbruchs als Schwärm- und Winterquartier der Mopsfledermaus .....	236
Abb. 6.2: Landschaft zwischen den Höhenzügen Hohe Schrecke und Schmücke sowie Blick von oben auf den Unstrutdurchbruch .....	237
Abb. 6.3: Anabat-Installation vor einem Höhleneingang des Kalksteinbruchs und an der Abbruchkante oberhalb des Kalksteinbruchs.....	238
Abb. 6.4: Verteilung der mobilen Erfassungsgeräte im Umfeld des Kalksteinbruchs.....	240
Abb. 6.5: Links: Batcorder-Installation an einer Gehölzreihe. Rechts: Batcorder-Installation als Referenz im strukturlosen Offenland.....	241
Abb. 6.6 Ausgefahrener Hubsteiger mit Batlogger-Installation an einer Stange am Waldrand.....	241

Abb. 6.7: Übersicht über die Aktivität der Mopsfledermaus vor den Eingängen des Kalksteinbruchs (oben) und im Wochenstubegebiet Hohe Schrecke in der Nähe des dortigen Messmastes.....	244
Abb. 6.8: Vergleich der Aktivität an einer Struktur und dem jeweiligen Referenzstandort im strukturlosen Offenland für die Habitattypen Fließgewässer, Gehölzreihe, Wald und Waldrand. ....	246
Abb. 6.9: Vergleich der Aktivität an den Strukturen der vier Habitattypen Fließgewässer, Wald, Waldrand und Gehölzreihe und nächtlicher Verlauf der Aktivität der Mopsfledermaus zusammengefasst an allen Strukturstandorten .....	247
Abb. 6.10: Vergleich der Aktivität der Mopsfledermaus im Umfeld des Kalksteinbruchs in Bodennähe und in der Höhe und nächtlicher Verlauf der Aktivität der Mopsfledermaus in Bodennähe zusammengefasst für alle Habitattypen.....	248
Abb. 7.1: Die Battertfelsen inmitten eines buchendominierten Bannwalds.....	260
Abb. 7.2: Batcorder an der Spitze einer ca. 6 m langen, am Korb einer Hebebühne befestigten Stange und Blick aus der Hebebühne oberhalb der Baumkronen .....	261
Abb. 7.3: Lage der Battertfelsen und Standorte des Messmasts am Battert und in der Umgebung.....	262
Abb. 7.4: Standorte der Batcorder im Umfeld um den Battertfelsen und das Alte Schloss.....	263
Abb. 7.5: Boxplot-Diagramm zum Vergleich der Anzahl der 10-min-Intervalle mit Aktivität in einer Nacht in Bodennähe und in ca. 30 m Höhe für die Ortungsrufe und die Sozialrufe am Battert und an Referenzstandorten .....	266
Abb. 7.6: Modellvorhersagen eines generalisierten linearen Modells für die Anzahl der mit Aktivität besetzten 10-min-Intervalle pro Nacht in Abhängigkeit von der Temperatur jeweils am Battert und an den Referenzstandorten in Bodennähe und in ca. 30 m Höhe.....	267
Abb. 7.7: Boxplot-Diagramm der Anzahl der Aufnahmen am Boden im nächtlichen Verlauf. ....	268
Abb. 7.8: Vergleich der Anzahl der 10-min-Intervalle mit Aktivität in einer Nacht an einem Messstandort an Wegrändern sowie im Bestand für die Echoortungsrufe und die Sozialrufe. ....	269
Abb. 7.9: Modellvorhersagen eines generalisierten linearen Modells für die Anzahl der mit Aktivität besetzten 10-min-Intervalle pro Nacht in Abhängigkeit von der Temperatur an Standorten direkt am Weg und im Bestand.....	270

Abb. 8.1: Lage der kontrollierten Fledermauskästen im Waldgebiet bei Gundelfingen.....	281
Abb. 8.2: Fledermauskasten 10 im Kastengebiet „blau“ abgebildet und ein in einem Kasten vorgefundener Kleinabendsegler mit Unterarmklammer..	282
Abb. 8.3: Überblick über die Standorte der akustischen Erfassungsgeräte gegenüber von Fledermauskästen und in Baumkronen.....	283
Abb. 8.4: Mikrofon des Anabat SD2 über der Spitze einer Douglasie deutlich oberhalb der Baumkronen.....	285
Abb. 8.5: Beispiele für die am häufigsten aufgenommenen Sozialrufe der beiden Abendseglerarten.....	287
Abb. 8.6: Für alle Individuen, die mindestens einmal wiedergefunden wurden, ist getrennt nach Geschlecht dargestellt, welcher Prozentsatz der Tiere in welcher Saison anwesend war .....	292
Abb. 8.7: Anzahl der pro Kontrolltermin vorgefundenen Kleinabendsegler .....	293
Abb. 8.8: Anzahl besetzter Kästen während der Kontrolltermine .....	293
Abb. 8.9: Nebenhodenfüllung der Männchen und Ausprägung der Buccaldrüsen aller in den Kästen vorgefundener Tiere .....	294
Abb. 8.10: Durchschnittliches Gewicht der in den Kästen vorgefundenen Männchen und Weibchen im Jahresverlauf .....	295
Abb. 8.11: Durchschnittlicher Mindestabstand zwischen bei den Kontrollen vorgefundenen Männchen an den jeweiligen Kontrollterminen zur Paarungszeit und im Winter.....	295
Abb. 8.12: Anzahl Aufnahmen pro Nacht mit Echoortungsrufen und Sozialrufen vom Kleinabendsegler in den verschiedenen Aufnahmemonaten .....	297
Abb. 8.13: Anzahl Aufnahmen mit Echoortungsrufen und Sozialrufen vom Kleinabendsegler im Nachtverlauf.....	298
Abb. 8.14: Phänologie des Auftretens von Echoortungsrufen und Sozialrufen des Kleinabendseglers.....	299
Abb. 8.15: Jahreszeitliche Übersicht über die durchschnittlichen Temperaturbedingungen während der Nächte mit aufnahmebereitem Detektor und während der Aktivität von Kleinabendseglern.....	300
Abb. 8.16: Anzahl Aufnahmen mit Echoortungsrufen und Sozialrufen pro Nacht im Vergleich für jeweils eine Nacht vor und eine nach einem Kontrolltermin.....	301
Abb. 8.17: Anzahl Aufnahmen mit Echoortungsrufen pro Nacht oberhalb der Baumkronen und in Bodennähe in den verschiedenen Monaten .....	301
Abb. 8.18: Anzahl Aufnahmen mit Echoortungsrufen vom Kleinabendsegler oberhalb der Baumkronen und in Bodennähe im Nachtverlauf.....	302

Abb. 8.19: Ergebnisse des generalisierten linearen Modells. ....	303
Abb. 8.20: Verteilung der Aufnahmen mit Echoortungs- bzw. Sozialrufen während des gesamten Aufnahmezeitraums auf Tag- und Nachtzeiten in den verschiedenen Monaten. ....	304
Abb. 8.21: 100 %-Minimum-Konvex-Polygon (MCP) der vier telemetrierten Männchen (blau) und Weibchen (rot) sowie aller Tiere.....	306
Abb. 8.22: Übersicht über die Lage der Tagesquartiere der telemetrierten Kleinabendsegler-Männchen (oben) und Weibchen (unten).....	307
Abb. 9.1: Lage der Untersuchungsgebiete mit Wochenstuben des Kleinabendseglers in Thüringen und in der Rheinebene sowie mit Paarungs- und Winterquartieren im Gundelfinger Wald.....	330
Abb. 9.2: Häufigkeiten des mittleren paarweisen Verwandtschaftsindex R.....	338
Abb. 9.3: Direkte Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb und zwischen den Wochenstubenkolonien des Kleinabendseglers in der Rheinebene.....	339
Abb. 9.4: Ergebnisse der Structure-Analyse für die mögliche Anzahl an Clustern $K = 2$ und $K = 4$ für die sechs Kolonien und die Tiere aus dem Gundelfinger Wald .....	341

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1:	Überblick über die Bedeutung von Wald für die verschiedenen Fledermausarten.....	28
Tab. 1.2:	Überblick über die empfohlenen Erfassungen an Waldstandorten vor und nach Errichtung der WEA.....	41
Tab. 1.3:	Vorschlag für den Ausgleichsbedarf für Lebensstättenverluste in Abhängigkeit von der Eingriffsschwere.....	46
Tab. 1.4:	Überblick über Maßnahmen zur Vermeidung und zum Ausgleich von Beeinträchtigungen durch Lebensraumverluste und Kollisionsrisiko.....	53
Tab. 1.5:	Überblick über weiteren Forschungsbedarf.....	55
Tab. 2.1:	Anzahl der Datenpunkte als Grundlage für die Habitatmodellierung.....	70
Tab. 2.2:	Anzahl der Nachweise (n) zur Nymphenfledermaus, die in das Modell eingingen.....	71
Tab. 2.3:	Verwendete ATKIS-Objektarten.....	72
Tab. 2.4:	Einflussvariablen für die Berechnung der Verbreitungsmodelle und ihre Spezifikation.....	73
Tab. 2.5:	Verwendete Einflussvariablen für die Modellberechnung der acht Fledermausarten und ihr Anteil am Endmodell.....	76
Tab. 3.1:	Bestimmungskategorien für die Zuordnung der Aufnahmen der akustischen Dauererfassung zu Arten bzw. Artengruppen.....	126
Tab. 3.2:	Überblick über die Zahl der Aufnahmen sowie der 10-min-Intervalle mit Aktivität für die verschiedenen Arten(-gruppen).....	130
Tab. 3.3:	Ergebnisse der generalisierten linearen Modelle (GLM) für die Zwergfledermaus und die Nyctaloid-Gruppe.....	137
Tab. 3.4:	Ergebnisse der generalisierten linearen Modelle (GLM) für die <i>Myotis</i> -Gruppe und die Rauhautfledermaus.....	141
Tab. 3.5:	Ergebnisse des generalisierten additiven gemischten Modells (GAM) zur Ermittlung der Effekte der Temperatur in Interaktion mit der Höhe auf die Fledermausaktivität.....	144
Tab. 4.1:	Überblick über die sieben Messstandorte.....	160
Tab. 4.2:	Bestimmungskategorien für die Zuordnung der Aufnahmen der akustischen Dauer-Erfassung zu bestimmten Arten bzw. Artengruppen.....	162
Tab. 4.3:	Übersicht über die Ergebnisse der Aktivitätserfassungen.....	165
Tab. 4.4:	Überblick über die Modellschätzwerte und die z-Werte für die Schätzung der Wahrscheinlichkeit für Aktivität der Arten(-gruppen) Zwergfledermaus, Nyctaloid und Rauhautfledermaus in der Höhe innerhalb einer Nacht.....	177

Tab. 4.5:	Übersicht über die Ergebnisse der Aktivitätserfassungen im Hainich. ....	179
Tab. 4.6:	Überblick über die Modellschätzwerte und die z-Werte des Modells für die Wahrscheinlichkeit für Aktivität der Arten(-gruppen) Zwergfledermaus, Nyctaloid und Raufhautfledermaus in einem 10-min-Intervall.....	197
Tab. 5.1:	Überblick über die Messungen am Messmast an den drei Standorten. ....	202
Tab. 5.2:	Überblick über die Messungen in Baumkronenhöhe.....	203
Tab. 5.3:	Überblick über die Dauererfassungen in Bodennähe. ....	203
Tab. 6.1:	Überblick über die Laufzeiten der Dauer-Erfassungseinheiten am Kalksteinbruch.....	238
Tab. 6.2:	Verteilung der Batcorder-Standorte in fünf Nächten in den fünf verschiedenen Habitattypen im Umfeld des Kalksteinbruchs und die jeweiligen Referenzstandorte im Offenland. ....	239
Tab. 6.3:	Verteilung der Hubsteigerstandorte in fünf Nächten in den fünf verschiedenen Habitaten im Umfeld des Kalksteinbruchs. ....	242
Tab. 6.4:	Netzfangergebnisse am Schwärmquartier Kalksteinbruch.....	248
Tab. 7.1:	Ergebnisse der vergleichenden Messungen in Bodennähe und in ca. 30 m Höhe am Battert und an den Referenzstandorten.....	265
Tab. 7.2:	Statistik eines generalisierten linearen Modells, das den Einfluss von Messhöhe, Standort, Temperatur, Wind und Interaktion von Messhöhe mit Standort auf die Anzahl der 10-min-Intervalle mit Aktivität pro Nacht zeigt.....	267
Tab. 7.3:	Ergebnisse der akustischen Erfassungen mit und ohne Leistrukturen im Umfeld um die Battertfelsen. ....	269
Tab. 7.4:	Statistik eines generalisierten linearen Modells, das den Einfluss von Struktur, Abstand von den Battertfelsen, Abstand von Siedlungsbereichen, Temperatur und Wind auf die Anzahl der 10-min-Intervalle pro Nacht zeigt. ....	270
Tab. 8.1:	Überblick über Aufnahmezeitraum und Zahl der Aufnahme Nächte an den einzelnen Messstandorten. ....	284
Tab. 8.2:	Übersicht über die verwendeten Parameter für die Erkennung von Rufen der Artengruppe „Nyctaloid“ im Programm AnalookW. ....	285
Tab. 8.3:	Überblick über die Funde von Kleinabendseglern und die Anzahl der beringten Individuen.....	290
Tab. 8.4:	Überblick über die Anzahl der Individuen, die mehrfach in den Kästen vorgefunden wurden.....	291
Tab. 8.5:	Überblick über die Ergebnisse der akustischen Erfassungen. ....	296

Tab. 8.6:	Übersicht über die Ergebnisse des generalisierten linearen Modells zur Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Aktivität von Kleinabendseglern in einer Nacht. ....	303
Tab. 8.7:	Überblick über die Sendertiere.....	304
Tab. 8.8:	Überblick über verschiedene Parameter des Aktivitätsverhaltens der telemetrierten Männchen und Weibchen. ....	305
Tab. 8.9:	Überblick über die Fundhistorie der 14 Individuen (mit Angabe der Ringnummer), die mehr als fünf Mal gefunden wurden. ....	325
Tab. 9.1:	Verwendete Primer nach BOSTON et al. (2009). ....	332
Tab. 9.2:	Anzahl, Alter und Geschlecht der beprobten Kleinabendsegler aus den Wochenstubenkolonien und dem Gundelfinger Wald. ....	335
Tab. 9.3:	Längenbereich, Anzahl der Allele, beobachtete Heterozygotie, erwartete Heterozygotie, Auftreten von Nullallelen und Frequenz von Nullallelen im Datensatz der Kleinabendsegler. ....	335
Tab. 9.4:	Abweichung vom Hardy-Weinberg-Gleichgewicht (HWE) in den Wochenstubenkolonien und bei den Tieren vom Gundelfinger Wald .....	336
Tab. 9.5:	Mittlerer Verwandtschaftsindex (R) innerhalb der Kolonien.....	337
Tab. 9.6:	Paarweise $F_{ST}$ -Werte zwischen den Wochenstubengebieten und dem Gundelfinger Wald.....	340

## Vorwort

Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2007) fordert einen naturverträglichen Ausbau der Erneuerbaren Energien. Gleichzeitig setzte sich die Bundesregierung mit der Verabschiedung der Strategie das Ziel, die Bestände aller zu dem Zeitpunkt gefährdeten Arten zu sichern bzw. den Rückgang von Arten zu stoppen. Alle in Deutschland vorkommenden Fledermausarten sind in Anhang IV der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie aufgeführt und nach dem Bundesnaturschutzgesetz besonders und streng geschützt. Viele von ihnen fallen in eine Gefährdungskategorie der Roten Liste. Um die Ausbauziele der Bundesregierung im Bereich der Erneuerbaren Energien zu erreichen, werden seit mehreren Jahren vermehrt auch Waldstandorte für die Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) genutzt. Hinsichtlich der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt bestanden und bestehen hier allerdings noch Kenntnislücken. 2012 startete das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F+E) „Untersuchungen zur Minderung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse insbesondere im Wald“, mit dessen Hilfe einige der offenen Fragen beantwortet werden sollten. Eine Gefährdung durch WEA für Fledermäuse durch Kollision mit den Rotorblättern war aus dem Offenland bereits bekannt. Der Wald spielt für die meisten Fledermausarten als mindestens zeitweiliger Lebensraum – als Quartier- oder Jagdgebiet – eine besonders große Rolle. EUROBATS, das Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen, empfiehlt daher sogar, Wälder mit einer Pufferzone von 200 m von WEA freizuhalten. Es ist denkbar, dass im Wald neben einem Lebensraumverlust durch die Errichtung von WEA auch ein im Vergleich zum Offenland erweitertes Spektrum von Fledermausarten durch das Risiko von Kollisionen betroffen sein könnte.

Im vorliegenden F+E wurden in verschiedenen Auswertungen und Feldstudien mehrere Aspekte dazu untersucht, u.a. die Aktivität in verschiedenen Höhen über dem Wald, die mögliche Betroffenheit bestimmter Arten sowie eine mögliche Abstufung der Betroffenheit in bestimmten Räumen zu bestimmten Zeiten (Raum-Zeit-Aktivitätsmuster). Auch wurde anhand von Literaturrecherchen und einer Expertenbefragung analysiert, ob auf der derzeitigen Datengrundlage eine Einschätzung der Gefährdung für Fledermauspopulationen möglich ist.

Viele der in diesem Band vorgelegten Ergebnisse sind hierbei von grundlegendem Interesse für den Fledermausschutz. Auf ihrer Basis werden fundiertere Empfehlungen für Erfassungen und Maßnahmen zur Betrachtung der Fledermäuse an Waldstandorten abgeleitet. Diese können unter Beachtung des Artenschutzes dazu beitragen, die Konflikte zwischen dem Artenschutz und der Windkraftnutzung zu versachlichen bzw. zu vermindern, und sich so dem Ziel eines naturverträglichen Ausbaus der Erneuerbaren Energien weiter zu nähern.

Prof. Dr. Beate Jessel  
Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz



# 1 Fledermäuse und Windkraft im Wald: Überblick über die Ergebnisse des Forschungsvorhabens

JOHANNA HURST, MARTIN BIEDERMANN, CHRISTIAN DIETZ, MARKUS DIETZ, INKEN KARST, ELENA KRANNICH, RUTH PETERMANN, WIGBERT SCHORCHT und ROBERT BRINKMANN

## 1.1 Einleitung

Deutschland hat sich den naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien vor dem Hintergrund des Klimaschutzes zum Ziel gesetzt (BMU 2007). Ihr Anteil am Bruttostromverbrauch soll gemäß dem im Jahr 2010 verabschiedeten Nationalen Energiekonzept bis zum Jahr 2020 auf 35 % gesteigert werden, bis zum Jahr 2050 sogar auf 80 % (BUNDESREGIERUNG 2011). Vor allem die Windkraft an Land, die bereits die Spitzenposition bei der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien innehat, wird derzeit weiter massiv ausgebaut. Aus Sicht des Artenschutzes war die Windkraftnutzung im Wald lange Zeit auszuschließen (z.B. HÖTKER et al. 2005). Die derzeitigen ambitionierten Zielsetzungen der Bundesregierung und der walddreichen Bundesländer Mittel- und Süddeutschlands bewirken aber, dass Windenergieanlagen (WEA) zunehmend auch in Wäldern errichtet werden.

In den vergangenen Jahren zeigte sich, dass die Errichtung und der Betrieb von WEA eine erhebliche Beeinträchtigung für Fledermäuse darstellen kann (z.B. BRINKMANN et al. 2011b; VOIGT et al. 2015). Alle 25 in Deutschland heimischen Fledermausarten sind in Anhang IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) (DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 1992) aufgeführt und damit gemäß § 7 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) besonders und streng geschützt. Mehrere Arten, die auf den Wald als Lebensraum angewiesen sind, wie die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) und die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*), werden darüber hinaus in der Roten Liste als stark gefährdet eingestuft (MEINIG et al. 2009) und befinden sich nach dem nationalen FFH-Bericht 2013 in einem ungünstigen Erhaltungszustand (BFN 2013b). Aus diesen Gründen müssen Fledermäuse bei der Standortplanung von WEA berücksichtigt werden.

Zentral zu betrachten sind dabei die Kollisionen von Fledermäusen mit den Rotorblättern von WEA. So konnte im Rahmen der bislang umfassendsten Studie an über 70 WEA verteilt in ganz Deutschland (Forschungsvorhaben RENEBAT I) gezeigt werden, dass pro WEA und Jahr im Schnitt mehr als zehn Fledermäuse verunglücken (KORNER-NIEVERGELT et al. 2011). Betroffen sind dabei fast ausschließlich Arten, die gewöhnlich im freien Luftraum fliegen und jagen oder zumindest dazu in der Lage sind: Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Zwergfledermaus (*P. pipistrellus*), Kleinabendsegler (*N. leisleri*), Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), Mückenfledermaus (*P. pygmaeus*) und Breitflügelfledermaus

(*Eptesicus serotinus*) sind in absteigender Reihenfolge die regelmäßig in Deutschland als Schlagopfer aufgefundenen Arten (NIERMANN et al. 2011; DÜRR 2015). In der Diskussion um den Bau von WEA in Wäldern wird davon ausgegangen, dass an diesen Standorten einerseits ein höheres Kollisionsrisiko herrscht als an Offenlandstandorten und andererseits weitere Arten betroffen sein könnten (BFN 2011). So könnte beispielsweise die Nähe zu Quartieren im Wald zu einem stark erhöhten Kollisionsrisiko führen. Untersuchungen hierzu sind aber noch selten (NIERMANN et al. 2012).

Bei der Errichtung von WEA im Wald stellt der Lebensraumverlust eine zweite wichtige Gefährdungsursache dar. Pro WEA-Standort im Wald wird derzeit eine Fläche von etwa einem Hektar beansprucht. In Vorkommensgebieten von Fledermausarten, die in Bäumen, z.B. in Spechthöhlen oder Stammrissen, Quartier beziehen, sind Beeinträchtigungen durch Lebensstättenverluste zu erwarten. Vor allem Wochenstubenkolonien, in denen sich reproduktive Weibchen sammeln, um ihre Jungtiere zu gebären und großzuziehen, sind auf ein dichtes Netz an potentiellen Quartieren angewiesen und sensibel gegenüber Eingriffen. Aber auch in Paarungs- und Überwinterungsgebieten können Quartierverluste erhebliche Beeinträchtigungen für Fledermäuse darstellen, da sehr gut geeignete Quartiere in der Regel nur in geringer Zahl vorhanden sind. Weiterhin können im Umfeld von Wochenstubenquartieren Jagdhabitats der Arten verloren gehen, die vielschichtige und geschlossene Wälder zur Jagd bevorzugen. Auch Störungseffekte durch den Anlagenbetrieb, z.B. aufgrund von Schallemissionen, sind denkbar, wurden bisher aber nicht näher untersucht.

Der Klimawandel ist ein Grund für den derzeit voranschreitenden Verlust der Biodiversität (BELLARD et al. 2012) und entsprechend dienen Maßnahmen gegen den Klimawandel auch dem Schutz der Biodiversität. Es ist jedoch zugleich ein erklärtes Ziel der Bundesregierung, den Ausbau der erneuerbaren Energien nicht zu Lasten des Artenschutzes voranzubringen (BMU 2007). Zudem müssen die europäischen und deutschen Naturschutzgesetze und -richtlinien bei der Planung von WEA berücksichtigt werden. Um diese teilweise gegenläufigen Ziele erreichen zu können, ist es gerade an Waldstandorten wichtig, bereits in der Standortplanung, aber auch bei der Entwicklung von Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen die potentiellen Beeinträchtigungen für Fledermäuse gut abzuschätzen und wirksame Maßnahmen zu entwickeln. Dazu müssen die Biologie und die ökologischen Ansprüche der einzelnen Fledermausarten möglichst detailliert bekannt sein.

Um Waldstandorte bezüglich ihres Gefährdungspotentials für Fledermäuse in Zukunft besser bewerten zu können, wurde durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit das F+E-Vorhaben „Untersuchung zur Minderung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse, insbesondere im Wald“ konzipiert und beauftragt, dessen Ziel darin besteht, Kenntnislücken in der Ökologie der in Deutschland vorkommenden Fledermausarten aufzudecken und diesen nachzugehen. Der Schwerpunkt liegt dabei

auf Fragestellungen, die für die Beurteilung von Windkraftprojekten in Wäldern besonders relevant sind.

## 1.2 Inhalte des Forschungsvorhabens

In einem ersten Schritt wurde die Bedeutung des Lebensraums Wald in seinen verschiedenen Funktionen als Quartier- und Jagdgebiet für die in Deutschland heimischen Fledermausarten in einer Literaturrecherche ermittelt. Die Ergebnisse der Literaturrecherche können detailliert in Form von Artsteckbriefen auf der Website [www.frinat.de](http://www.frinat.de) eingesehen werden. Dort sind in jedem Steckbrief die Verbreitung der Art, die Bedeutung von Wald als Quartier- und Jagdgebiet, mögliche Beeinträchtigungen durch Bau und Betrieb von WEA im Wald, Erfassungsmethoden und Maßnahmen beschrieben; in diesem Artikel werden wesentliche Erkenntnisse zusammengefasst. Auf Grundlage der Ergebnisse der Literaturrecherche wurden offene Fragen identifiziert, deren Klärung die Planung von WEA im Einklang mit den Zielen des Fledermausschutzes vereinfachen könnte:

- Wie sind Fledermäuse über Raum und Zeit verteilt? Wo befinden sich die Schwerpunkte der Wochenstuben, Paarungsgebiete und Winterquartiere verschiedener Arten? Können Gebiete in Deutschland identifiziert werden, in denen beim Bau von WEA mit geringen Konflikten zu rechnen ist?
- Welche Rolle spielt der freie Luftraum oberhalb der Baumkronen in Wäldern für die Jagd verschiedener Arten? Sind in Wäldern auch Arten, die im Offenland wenig im freien Luftraum nachgewiesen werden, über den Baumkronen zu erwarten? Ist für die seltene Mopsfledermaus mit einem erhöhten Kollisionsrisiko an Waldstandorten zu rechnen?
- Ist im Umfeld um Quartiere kollisionsgefährdeter Arten in Wäldern (Wochenstuben, Paarungs- und Schwärmquartiere) mit einer höheren Aktivität über dem Wald zu rechnen als an vergleichbaren Standorten ohne Quartiere?
- Wie häufig wechseln die waldbewohnenden Arten ihre Quartiere (Wochenstuben, Paarungsquartiere)? Auf welchem Raum befinden sich die genutzten Quartiere?
- Wie setzen sich Sommer- und Winterpopulationen ziehender Arten zusammen? Lassen sich Schlüsselparameter für Populationsmodelle so gut bestimmen, dass Gefährdungsprognosen möglich sind?

Auf Grundlage dieser offenen Fragen wurden verschiedene Fallstudien entwickelt, in denen unterschiedliche Aspekte der Waldnutzung durch Fledermäuse intensiv untersucht wurden.

Die insgesamt sechs Fallstudien, die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens durchgeführt wurden, lassen sich in zwei thematische Blöcke gliedern:

Zum einen wurden in drei Metaanalysen unterschiedliche Daten zu Vorkommen von Fledermäusen in Wäldern übergreifend ausgewertet:

1. **Verbreitungsmodelle windkraftempfindlicher Arten:** Ziel dieser Studie war es, sich ein besseres Bild über die Vorkommen von Wochenstuben verschiedener Arten in Deutschland zu verschaffen und auf dieser Basis Gebiete mit höherem Konfliktpotential zu identifizieren. Anhand von Punktdaten zu Wochenstubenkolonien des bundesweiten FFH-Stichprobenmonitorings wurden für Arten, die durch Kollisionen und/oder Lebensraumverluste bedroht sind, Verbreitungsmodelle entwickelt. Diese wurden zu Diversitätskarten überlagert (Kapitel 2 in diesem Band).
2. **Raum-Zeit-Muster der Fledermausaktivität:** In dieser Fallstudie wurde untersucht, welche Habitatfaktoren zu welchen Jahreszeiten die Anwesenheit von Fledermäusen beeinflussen. Auch diese Ergebnisse können dienlich sein, besonders konfliktreiche WEA-Standorte zu identifizieren. Hierfür wurde ein großer Datensatz akustischer Dauererfassungen ausgewertet (Kapitel 3 in diesem Band).
3. **Fledermausaktivität in verschiedenen Höhen über dem Wald:** In dieser Studie wurde der Frage nachgegangen, welche Arten zu welcher Zeit im Jahr im freien Luftraum über den Baumkronen aktiv sind. Aus den Ergebnissen wurden Hinweise zum Kollisionsrisiko an Waldstandorten abgeleitet. Dazu wurden die Daten aus akustischen Messungen in verschiedenen Höhen über dem Wald sowie in Bodennähe an mehreren Standorten hinsichtlich Unterschieden bezüglich der Artenzusammensetzung, Phänologie sowie der Abhängigkeit der Aktivität von klimatischen Faktoren in den unterschiedlichen Messhöhen analysiert (Kapitel 4 in diesem Band).

Zum anderen wurden in drei Feldstudien die Funktion und Nutzung des Waldes für bestimmte Fledermausarten mit besonderem Fokus auf die Aktivität über dem Wald detailliert untersucht:

4. **Aktivität und Lebensraumnutzung der Mopsfledermaus in drei Wochenstubegebieten und an einem Winterquartier zur Schwärmzeit:** In diesen Studien sollte in erster Linie die Frage beantwortet werden, ob für die Mopsfledermaus in Quartiernähe (Wochenstuben- und Winterquartiere) mit Höhenaktivität und damit mit einer erhöhten Kollisionsgefahr gerechnet werden kann. Die Ergebnisse erlauben aber auch Rückschlüsse auf die Bewertung von Lebensstättenverlusten der Mopsfledermaus in Quartiergebieten. Dazu wurde in drei Wochenstubegebieten und an einem Winterquartier mittels Messmasten die Höhenaktivität untersucht und die Quartiernutzung durch Telemetrie ermittelt (Kapitel 5 und 6 in diesem Band).
5. **Aktivität der Zwergfledermaus an einem Massenwinterquartier zur Schwärmzeit:** In dieser Fallstudie sollte untersucht werden, ob an einem Winter-

quartier der stark kollisionsgefährdeten Zwergfledermaus zur Schwärmzeit mit einer im Vergleich zur Umgebung höheren Höhenaktivität und damit auch einem höheren Kollisionsrisiko zu rechnen ist. Dazu wurde an einem bekannten Massenwinterquartier, wo jedes Jahr bis zu 1.000 Tiere überwintern, sowie an Referenzstandorten in der Umgebung mittels mobiler Messmasten die Höhenaktivität der Zwergfledermaus untersucht (Kapitel 7 in diesem Band).

- 6. Raumnutzung und Aktivität des Kleinabendseglers in einem Paarungs- und Überwinterungsgebiet sowie Verwandtschaftsverhältnisse und Populationsstruktur:** Ziel dieser Fallstudien war es, die Phänologie und die Quartiernutzung von Kleinabendseglern in einem Paarungs- und Überwinterungsgebiet zu untersuchen. Auch hier fanden Höhenmessungen statt, um herauszufinden, zu welcher Zeit im Jahr besonders mit Höhenaktivität gerechnet werden kann, und damit das Kollisionsrisiko einzuschätzen. Zudem sollte ermittelt werden, woher die Tiere stammen, die sich in dem Gebiet paaren bzw. überwintern. Die Herkunft der Tiere wurde durch Beringungen der in Kästen vorgefundenen Individuen und genetische Analysen untersucht (Kapitel 8 und 9 in diesem Band).

Zusätzlich wurde anhand von Literaturrecherchen und einer Expertenbefragung analysiert, ob die derzeitige Datengrundlage eine Einschätzung der Gefährdung für Fledermauspopulationen zuließe. Dazu wurden zunächst Schlüsselparameter identifiziert, anhand derer die Eingriffswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermauspopulationen abgeschätzt werden könnten. Für die einzelnen Schlüsselparameter wurde abgeschätzt, ob sich diese mit ausreichender Sicherheit bestimmen lassen (Kapitel 10 in diesem Band).

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden aktuelle Länderempfehlungen zur Erfassung von Fledermäusen bei der Planung von WEA an Waldstandorten ausgewertet und davon ausgehend eigene Empfehlungen entwickelt. Die Ergebnisse dieser Auswertung wurden bereits veröffentlicht (HURST et al. 2015) und werden in diesem Band daher nur in Auszügen wiedergegeben.

In diesem Übersichtskapitel werden die wesentlichen Ergebnisse des Forschungsvorhabens hinsichtlich der verschiedenen Funktionen von Wald für Fledermäuse und der Auswirkungen durch Bau und Betrieb von WEA im Wald zusammengefasst. Aus den Ergebnissen werden Hinweise für Erfassungen und Maßnahmen an Waldstandorten abgeleitet.

## **1.3 Bedeutung von Wäldern für Fledermäuse**

### **1.3.1 Wald als Wochenstubengebiet**

Annähernd alle in Deutschland vorkommenden Fledermausarten nutzen während ihres Lebenszyklus Baumquartiere als Fortpflanzungs- und/oder Ruhestätte, etwa die Hälfte der Arten bildet obligat Wochenstubenkolonien in Baumquartieren wie Specht- und

Fäulnishöhlen, Spaltenquartieren oder hinter abplatzender Borke (BOYE & DIETZ 2005; DIETZ 2007). Meist in Baumquartieren zu finden sind die Wochenstuben der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*), Nymphenfledermaus (*M. alcathoe*), Brandtfledermaus (*M. brandtii*), Bechsteinfledermaus, Fransenfledermaus (*M. nattereri*), der beiden Abendsegler-Arten, der Rauhautfledermaus, Mückenfledermaus, des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*) und der Mopsfledermaus (vgl. Tab. 1.1). Gelegentlich oder in Ausnahmefällen treten Wochenstuben von Bartfledermaus (*M. mystacinus*), Zwergfledermaus und Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) in Baumquartieren auf.

Die verschiedenen Fledermausarten unterscheiden sich bezüglich ihrer Habitatansprüche. Daher können Verbreitungsmodelle helfen, Waldgebiete zu identifizieren, in denen eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, Wochenstuben bestimmter Arten anzutreffen. Im Forschungsvorhaben wurden für die Arten Bechsteinfledermaus, Brandtfledermaus, Abendsegler, Kleinabendsegler, Nymphenfledermaus, Zwergfledermaus und Nordfledermaus Verbreitungsmodelle für das Vorkommen von Wochenstuben erstellt (vgl. Kapitel 2 in diesem Band). Als wichtiger limitierender Faktor für die Eignung eines Waldes als Wochenstubengebiet erwies sich dabei für viele Arten die Höhenlage respektive das Klima (vgl. auch DIETZ 2010). Die Wochenstuben von Bechsteinfledermaus, Nymphenfledermaus und den beiden Abendsegler-Arten kommen bevorzugt in wärmegetönten, niederen Höhenlagen vor, für die Nordfledermaus sind höhere Lagen für ein Vorkommen von Bedeutung. Für einige Arten spielt auch die geografische Lage eines Standorts eine wichtige Rolle. So ist das Wochenstubengebiet des Abendseglers auf den Norden und Osten Europas konzentriert. In Deutschland gibt es daher Wochenstuben des Abendseglers vor allem in den nordöstlichen Bundesländern, was jedoch einzelne Kolonien in den mittleren und südlichen Bundesländern nicht ausschließt.

Die Bechsteinfledermaus und die Nymphenfledermaus zeigten in den Habitatmodellen zudem eine enge Bindung an Laubwald. Die Vorliebe vieler Fledermausarten für Laub- und Laubmischwälder hängt damit zusammen, dass in diesen Waldtypen ein vergleichsweise hohes Quartierpotential eng mit einem insektenreichen Nahrungsangebot verzahnt ist. Gerade für Arten, die überwiegend Baumhöhlen beziehen, wie die Bechsteinfledermaus oder die Abendsegler-Arten, bieten Laubwälder ein erheblich besseres Habitatpotential als die in Deutschland meist sehr stark durchforsteten Nadelwälder. Ein charakteristisches Merkmal der Arten, die ihre Wochenstuben in Baumquartieren beziehen, ist es zudem, dass Quartiere sehr häufig, teilweise sogar täglich gewechselt werden. Für diese Arten besteht somit ein großer Bedarf an geeigneten Quartieren auf kleinem Raum. MESCHÉDE & HELLER (2000) schätzen, dass in Quartiergebietern wenigstens sieben bis zehn geeignete Höhlenbäume je Hektar vorhanden sein müssen (vgl. auch DIETZ et al. 2013b). Für Wochenstuben z.B. der Bechsteinfledermaus sollten in Kernbereichen von wenigen Hektar mindestens 100 Habitatbäume zur Verfügung stehen (STECK & BRINKMANN 2015). In dem Internethand-

buch des BfN zu den Arten der FFH-Richtlinie Anhang IV werden für den Kleinabendsegler sogar bis zu 20 potentielle Quartierbäume pro ha gefordert (BFN 2013a).

Die Studie zur Aktivität der Mopsfledermaus in Wochenstubengebieten stellte dies eindrücklich unter Beweis (vgl. Kapitel 5 in diesem Band): In drei verschiedenen Wochenstubengebieten nutzten die Tiere innerhalb einer Untersuchungsperiode von 10 bis 15 Tagen im Schnitt 21 verschiedene Quartierbäume. Dabei zeigten sie ein klassisches Fission-Fusion-Verhalten (KERTH & KÖNIG 1999), bei dem sich die Kolonien auf mehrere Quartiere aufteilen und somit in ständig wechselnden Gruppengrößen auftreten. Die Tatsache, dass die Mopsfledermaus Kolonien mit hohen Individuendichten in völlig verschiedenen Waldtypen bildet, weist darauf hin, dass die Baumartenzusammensetzung für die Eignung eines Waldes als Wochenstubengebiet der Mopsfledermaus weniger entscheidend ist. Wichtig ist vielmehr, dass ausreichend ältere Bäume mit potentiellen Quartieren vorhanden sind. Für die spaltenbewohnende Mopsfledermaus bieten daher auch die naturnahen Nadelwälder des Bayerischen Waldes ideale Habitatbedingungen.

Einen im Vergleich zu den anderen Fledermausarten besonders hohen Anspruch an ihr Wochenstubenhabitat hat die Nymphenfledermaus. Sie besiedelt nach derzeitigen Erkenntnissen ausschließlich sehr altholzreiche feuchte Laub- und Laubmischwälder mit deutlicher Dominanz der Eiche, die waldwirtschaftlich wenig beeinträchtigt werden (HELVERSEN 2004; BRINKMANN et al. 2015; DIETZ & DIETZ 2015; KARST et al. 2015). Dieses enge Habitatspektrum führt dazu, dass die Art sehr selten ist. Allerdings kann auch davon ausgegangen werden, dass noch nicht alle Vorkommen der Nymphenfledermaus in Deutschland identifiziert wurden. Auch hier können Habitatmodelle eine Hilfestellung bieten, da gezielt in Gebieten gesucht werden kann, die sich als sehr gut geeignet herausstellen. So ergab sich für die Nymphenfledermaus eine hohe Habitat-eignung beispielsweise für die Gebiete Pfälzer Bergland, Taunus, Kraichgau und Mainfränkische Platte (vgl. Kapitel 2 in diesem Band).

### **1.3.2 Wald als Paarungsgebiet**

Für die meisten Fledermausarten ist das Paarungsgeschehen nur schlecht dokumentiert und die Funktion des Waldes dementsprechend schwierig einzuschätzen. Bei vielen Arten findet die Paarung in den Quartieren der Männchen statt (ZAHN & DIPPEL 1997; ROSSITER et al. 2002), so dass die Einzelquartiernutzung einen guten Hinweis darauf geben kann, ob Baumquartiere im Wald eine Rolle als Paarungsquartiere spielen. Insgesamt ist die Wissenslage bezüglich der Paarungsquartiere aber erheblich schlechter als bei den Wochenstubenquartieren.

Eine häufige Nutzung von Paarungsquartieren in Wäldern ist für die Arten Kleinabendsegler, Abendsegler, Rauhaufledermaus, Zwergfledermaus und Mückenfledermaus dokumentiert (vgl. Tab. 1.1). Diese Arten zeigen ein auffälliges Balzverhalten und sind dadurch relativ leicht nachzuweisen. Die Männchen besetzen zur Paarungs-

zeit im Spätsommer und Herbst Balzquartiere, die territorial verteidigt werden (KRONWITTER 1988; OHLENDORF & OHLENDORF 1998; ARNOLD & BRAUN 2002; SCHORCHT 2005). Durch im Flug geäußerte Sozialrufe sowie stationäre Rufe aus dem Quartier heraus machen sie auf sich aufmerksam und locken Weibchen in ihre Quartiere. Möglicherweise ist das auffällige Balzverhalten durch das Zugverhalten einiger dieser Arten bedingt. Da sich Paarungsgebiete häufig im Bereich der Zugstrecken befinden, könnten die lauten Rufe dazu dienen, nicht ortskundige Weibchen gezielt in die Quartiere zu locken. Wichtige Paarungsgebiete dieser Arten liegen vor allem im Bereich großer Seen und Flusstäler in den Auwäldern und altholzreichen Laub- und Laubmischwäldern, häufig auch in exponierter Lage (OHLENDORF & OHLENDORF 1998; HÄUSSLER & NAGEL 2003). Die Zwergfledermaus ist als nicht ziehende Art gemäß der Verbreitung ihrer Wochenstuben auch in Bergwäldern anzutreffen (SACHTELEBEN et al. 2004).

Bei fast allen anderen Arten ist die Bedeutung von Baumquartieren als Paarungsquartiere derzeit noch schwer einzuschätzen. Einzelnachweise von Paarungsgruppen in Baumhöhlen oder Nistkästen gibt es häufig bei der Mopsfledermaus, dem Braunen Langohr, der Wasserfledermaus, der Bechsteinfledermaus und der Fransenfledermaus (vgl. Tab. 1.1). Auch Arten, deren Wochenstubenquartiere fast ausschließlich in Gebäuden zu finden sind, werden zur Paarung häufiger in Baumquartieren oder Nistkästen entdeckt, hier sind vor allem das Mausohr (*Myotis myotis*), die Breitflügelfledermaus und auch die Teichfledermaus (*M. dasycneme*) zu nennen. Die Paarungsquartiere können sich in der Umgebung von Wochenstuben, aber auch in der Umgebung von Überwinterungsquartieren befinden. Diese liegen insbesondere bei der Gattung *Myotis* häufig in alten Bergwerksstollen oder Höhlen in bewaldeten Mittelgebirgslagen und werden bereits im Spätsommer und Frühherbst zum sogenannten Schwärmen aufgesucht. Sie dienen damit auch als Treffpunkt für Tiere unterschiedlicher Kolonien, die diese Orte zur Paarung nutzen (KERTH et al. 2003; KRETZSCHMAR et al. 2004; RIVERS et al. 2005; STECK & BRINKMANN 2015).

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden intensive Untersuchungen in einem Paarungsgebiet des Kleinabendseglers in Süddeutschland durchgeführt (vgl. Kapitel 8 in diesem Band). Die Paarungszeit, in der Harems gebildet werden, lag hier zwischen August und Oktober. Durch Kastenkontrollen sowie die Telemetrie einiger Männchen konnte gezeigt werden, dass auch innerhalb der Paarungszeit die Quartiere häufig gewechselt werden; allerdings auf relativ kleinem Raum, da benachbarte Territorien durch andere Männchen besetzt waren. Auch in Paarungsgebieten dürfte somit eine ausreichende Dichte von Baumquartieren ein wichtiger Habitatfaktor sein. Die telemetrierten Weibchen dagegen besetzten Quartiere auch außerhalb des Untersuchungsgebiets. Die durchschnittliche Entfernung zwischen von Männchen besetzten Kästen betrug während der Paarungszeit etwa 100 m. Auch das nächtliche Aktivitätsverhalten wurde durch die Telemetrie sowie akustische Erfassungen untersucht. Dabei jagten die Männchen zunächst im Umfeld um die Paarungsquartiere und zeigten Balzverhalten

verstärkt in der zweiten Nachthälfte. Telemetrierte Weibchen dagegen hatten einen viel größeren Aktionsradius und kehrten häufig erst spät in der Nacht zu ihren Quartieren zurück.

### 1.3.3 Wald als Überwinterungsgebiet

Die Bedeutung von Baumquartieren als Winterquartiere ist am schwierigsten zu beurteilen, da im Winter die Fledermausaktivität sehr gering ist und die Tiere dadurch nicht auffallen. Die meisten Winternachweise von Fledermäusen in Baumquartieren stammen dementsprechend aus Baumfällungen, bei denen Fledermäuse in hohlen Bäumen entdeckt wurden (GEBHARD 1996; ZAHN et al. 2004).

Die Mückenfledermaus sowie die ziehenden Arten Kleinabendsegler, Abendsegler und Rauhaufledermaus überwintern vermutlich regelmäßig in Baumquartieren (vgl. Tab. 1.1). Dabei werden auch Massenquartiere mit mehreren Hundert Tieren in Bäumen besetzt. Häufig werden solche Quartiere in den Parkanlagen von Städten, wo zahlreiche sehr alte und höhlenreiche Bäume stehen, gefunden (DIETZ et al. 2013c). Die Ansprüche an solche Baumquartiere sind relativ hoch, da das Quartier in der Regel frostsicher sein sollte. Nach SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) muss die Wanddicke eines geeigneten Winterquartiers 10 cm betragen, für die kleineren Arten deuten die meisten Funde eher auf Wandstärken von 20 cm und mehr hin. Nur sehr individuenreiche Winterkolonien sind in der Lage, den Winter in dünnwandigen Baumhöhlen zu überdauern. Es ist daher davon auszugehen, dass frostsichere Winterquartiere eine sehr begrenzte Ressource darstellen. Auch weitere Arten wurden in Einzelfällen bereits im Winter in Baumquartieren entdeckt: Wasserfledermaus, Fransenfledermaus, Mausohr, Zwergfledermaus, Mopsfledermaus und Braunes Langohr (vgl. Tab. 1.1). Es ist unklar, inwieweit Baumquartiere bei diesen Arten regelmäßig als Winterquartier genutzt werden. Möglicherweise werden sie nur in zeitweise wärmeren Perioden aufgesucht (PODANY 1995; STEINHAUSER et al. 2002; DOLCH 2003).

Die Verbreitung der Wintergebiete der ziehenden Arten ist aufgrund der methodischen Schwierigkeiten bei der Erfassung der Zugwege noch wenig erforscht. Vom Kleinabendsegler sind Überwinterungen von Süddeutschland bis in die Mittelmeerregionen bekannt (DIETZ et al. 2007). Es ist aber unklar, welche Populationen an welchen Orten überwintern. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde auch die Winterbesetzung in einem Kastengebiet des Kleinabendseglers in Süddeutschland intensiv untersucht. Es zeigte sich, dass im Winter zahlreiche Tiere zuwandern, sowohl Männchen als auch Weibchen (vgl. Kapitel 8 in diesem Band). Dabei nutzten die gleichen Tiere das Gebiet über einen Winter, teils auch über zwei Winter hinweg. Einige Männchen blieben auch das ganze Jahr über im Gebiet. Zusammenhänge zu Wochenstuben in der Nähe konnten aber weder durch Beringungen noch durch genetische Methoden festgestellt werden. Die genetische Strukturierung der Tiere glich vielmehr einer Wochenstuben-

population aus Thüringen. Es ist also wahrscheinlich, dass die Tiere aus nordöstlicher Richtung in das Gebiet zufliegen (vgl. Kapitel 8 und 9 in diesem Band).

### 1.3.4 Wald als Jagdhabitat

Wälder werden von fast allen Fledermausarten in unterschiedlicher Intensität als Jagdgebiet genutzt (vgl. Tab. 1.1). Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde ein großer Datensatz akustischer Messungen hinsichtlich der Frage ausgewertet, welche Habitatfaktoren eine hohe akustische Aktivität begünstigen (vgl. Kapitel 3 in diesem Band). Dabei wurde für alle ausgewerteten Arten(-gruppen) ein positiver Effekt des Waldanteils in der Umgebung gefunden. Allerdings zeigten sich auch deutliche Unterschiede, die im Jagdverhalten der Arten begründet liegen:

So nahm die Aktivität der sogenannten Nyctaloid-Gruppe, zu der alle Arten mit nyctaloidem Ruftyp gehören (Nordfledermaus, Breitflügelfledermaus, Abendsegler, Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus), mit zunehmendem Waldanteil im 5-km-Umkreis zwar zu, allerdings wurde am meisten Aktivität an Randstrukturen im Offenland aufgezeichnet (ebd.). Dies hängt damit zusammen, dass die meisten Arten der Nyctaloid-Gruppe, wie auch die Zwergfledermaus und die Rauhauffledermaus, vor allem im Bereich von Waldkanten und im freien Luftraum und damit über dem Wald jagen. Häufig wird über einen längeren Zeitraum hinweg entlang linearer Strukturen patrouilliert. Für diese Arten sind weniger der Waldtyp oder dessen Strukturierung von Bedeutung, vielmehr ist die lokale Insektenverfügbarkeit für die Aktivität verantwortlich (KUSCH et al. 2004; MÜLLER et al. 2012). Diese Insektenverfügbarkeit hängt indirekt aber wieder mit der Waldstruktur zusammen; höchste Insektenverfügbarkeiten treten in Mitteleuropa in reich strukturierten, wenig bewirtschafteten und standorttypischen Laubwäldern auf (DIETZ 2010).

Bei der *Myotis*-Gruppe dagegen nahm die Aktivität bei zunehmendem Laubwaldanteil im Umkreis zu, ein zunehmender Nadelwaldanteil hatte den gegenteiligen Effekt (vgl. Kapitel 3 in diesem Band). Es wurde zudem mehr Aktivität an Laubwald-Standorten als in anderen Waldtypen oder im Offenland aufgezeichnet. Für einige Arten der *Myotis*-Gruppe (Nymphenfledermaus, Fransenfledermaus und Bechsteinfledermaus) ist das „gleaning“, das Absammeln von Beutetieren im Flug z.B. von Blättern, die Hauptjagdstrategie. Sie finden in Laubwäldern oder auch Laubmischwäldern gewöhnlich eine größere Strukturvielfalt und damit auch geeignetere Jagdbedingungen vor als in sehr intensiv forstwirtschaftlich genutzten Nadelwäldern. Eine besondere Jagdstrategie zeigt das Mausohr. Diese Art ist darauf spezialisiert Beute vom Boden abzulesen. Sie ist daher auf eher lichte Wälder mit freiem Zugang zum Boden angewiesen (RUDOLPH et al. 2004).

Nur wenige Arten sind in ihrer Jagdhabitatwahl relativ unabhängig von Waldstandorten, dazu zählen die Teichfledermaus, Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) und Zweifarbfledermaus (vgl. Tab. 1.1). Die Teichfledermaus jagt im waldarmen Norden Deutsch-

lands vor allem über Gewässern. Alpen- und Zweifarbfledermaus jagen fast ausschließlich im freien Luftraum und sind damit zwar auf Wald nicht angewiesen, über Waldgebieten aber dennoch zu erwarten.

Im Wesentlichen werden diejenigen Wälder als Jagdgebiete genutzt, die sich in der Umgebung von Quartieren befinden. Arten, die eher im Tiefland zu finden sind, suchen dort also auch ihre Jagdgebiete auf. Die Höhenlage hatte einen besonders großen Einfluss auf die Aktivität der Nyctaloid-Gruppe (vgl. Kapitel 3 in diesem Band). Vor allem die Kleinabendsegler, von denen neben Abendsegler und Breitflügelfledermaus vermutlich ein Großteil der Rufe stammte, suchen sich ihre Wochenstubenquartiere und damit auch ihre Jagdgebiete eher im Tiefland.

Bezüglich des Raumnutzungsverhaltens unterscheiden sich die Fledermausarten deutlich. Besonders geringe Distanzen von nur ca. 1 km legen z.B. Bechsteinfledermaus und Braunes Langohr während der Wochenstubenzeit zu ihren Jagdgebieten zurück (FUHRMANN 1991; STEINHAUSER et al. 2002; DIETZ & PIR 2011; STECK & BRINKMANN 2015), allerdings können bei allen Arten Einzeltiere durchaus auch weiter entfernt gelegene Jagdgebiete aufsuchen. Das Mausohr legt regelmäßig Strecken bis zu 25 km zurück (ARLETTAZ 1999). Obwohl die Wochenstuben dieser Art eher in tiefen Lagen zu finden sind, jagen daher auch zur Wochenstubenzeit zahlreiche Tiere in höheren Lagen (GÜTTINGER et al. 2001).

Die Habitatnutzung kann sich im Jahresverlauf stark verändern. Dies hängt mit der Verschiebung der Aktionsräume nach Auflösen der Wochenstubenquartiere zusammen. Es ist naheliegend, dass beispielsweise bei Arten, die Schwärm- und Winterquartiere in Mittelgebirgslagen aufsuchen, auch höher gelegene Wälder als Jagdhabitat an Bedeutung gewinnen. Auch die Witterung kann zu erheblichen Aktivitätsunterschieden im Jahresverlauf führen. So konnte für die Zwergfledermaus gezeigt werden, dass vor der Wochenstubenzeit im Frühjahr die Aktivität mit der Höhenlage abnimmt (vgl. Kapitel 3 in diesem Band). Weiterhin gibt es auch Studien, die zeigen, dass der Wald an sich im Jahresverlauf unterschiedlich bedeutsam ist. So verschieben Wasserfledermäuse in den Rheinauen in Nordbaden im Sommer ihren Jagdschwerpunkt vom Gewässer in den Wald (ARNOLD 1999). Das Mausohr jagt im Frühjahr fast ausschließlich im Wald und verschiebt seine Jagdhabitats im Sommer mehr ins Offenland, wo vor allem abgemähte Wiesen ein reiches Beuteangebot haben (GÜTTINGER 1997; ZAHN et al. 2005).

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Habitatansprüche der verschiedenen Fledermausarten ist somit in allen Wäldern mit jagenden Fledermäusen zu rechnen. In Wäldern mit großem Struktureichtum und mehrschichtigem Waldaufbau ist aber von einer größeren Artenvielfalt und einer höheren Aktivität auszugehen.

Tab. 1.1: Überblick über die Bedeutung von Wald für die verschiedenen Fledermausarten. Nutzung von Baumquartieren durch Wochenstuben (WoStu), Paarungsgruppen und als Überwinterungsgebiet, sowie Nutzung als Jagdhabitat (+++ fast ausschließlich, ++ regelmäßig, + gelegentlich, – unbedeutend, ? unbekannt/Forschungsbedarf) und Jagdverhalten (Wi Waldesinnere, vn vegetationsnah, Wk Waldkanten und üW über Wald) und daraus abgeleitete Gefährdungsprognosen bezüglich Lebensraumverlusten und Kollisionen beim Bau von WEA im Wald (+++ sehr hoch, ++ hoch, + mäßig, – unwahrscheinlich). Detailliertere Infos können den Artsteckbriefen auf der Website [www.frinat.de](http://www.frinat.de) entnommen werden. \*Die Einteilung des Kollisionsrisikos bezieht sich auf die üblichen Anlagen mit Abstand von mehr als 50 m von der Waldoberkante. Bei Anlagen, deren Rotor näher an die Waldoberkante heranreicht, sind gelegentliche Kollisionen auch für die sonst ungefährdeten Arten möglich.

Fledermausart	Nutzung von Baumquartieren			Nutzung von Wald als		Gefährdung durch Bau von WEA im Wald	
	WoStu	Paarung	Winter	Jagdhabitat	Jagdverhalten	Lebensraum	Kollision
Große Hufeisennase	–	–	–	++	Wi, vn	+	–*
Kleine Hufeisennase	–	–	–	+++	vn	+	–*
Wasserfledermaus	+++	+	+	+	Wi	++	–*
Teichfledermaus	–	+	–	–	–	–	–*
Nymphenfledermaus	+++	?	?	+++	Wi, vn	+++	–*
Brandfledermaus	++	+	–	++	Wi, Wk	++	–*
Bartfledermaus	+	+	–	++	Wi, Wk	+	–*
Wimperfledermaus	–	?	–	++	Wi, vn	+	–*
Bechsteinfledermaus	+++	?	?	+++	Wi, vn, Bj	+++	–*
Fransenfledermaus	++	+	+	++	Wi, vn	++	–*
Mausohr	–	+	+	+++	Wi, Bj	+	–*
Kleinabendsegler	+++	+++	+++	+	üW, Wk	+++	+++
Abendsegler	+++	+++	+++	+	üW	+++	+++
Weißrandfledermaus	–	–	–	+	üW, Wk	–	++
Rauhautfledermaus	++	+++	+++	+	Wk, Wi, üW	++	+++
Zwergfledermaus	+	++	+	++	Wi, Wk, üW	+	+++
Mückenfledermaus	++	++	++	++	Wi, Wk	++	++
Alpenfledermaus	–	–	–	–	üW	–	++
Zweifarbige Fledermaus	–	?	–	–	üW	–	++
Nordfledermaus	+	?	?	++	Wk, üW	–	+++
Breitflügelfledermaus	–	?	–	+	Wk, Wi	–	++
Mopsfledermaus	+++	++	+	+++	Wi, Wk	+++	–*
Braunes Langohr	++	+	+	++	Wi, vn	+++	–*

Fledermausart	Nutzung von Baumquartieren			Nutzung von Wald als		Gefährdung durch Bau von WEA im Wald	
	WoStu	Paarung	Winter	Jagdhabitat	Jagdverhalten	Lebensraum	Kollision
Graues Langohr	–	–	–	+	Wi, vn	–	–*
Langflügelfledermaus	–	–	–	+	Wi, Wk, üW	–	++

## 1.4 Auswirkungen von WEA in Wäldern auf Fledermäuse

### 1.4.1 Rechtliche Grundlagen zur Beurteilung der Auswirkungen

Bei der Beurteilung möglicher Auswirkungen durch den Bau und den Betrieb von WEA sind immer die Artenschutzregelungen der §§ 44 und 45 BNatSchG und die Eingriffsregelung nach § 15 Abs. 2 BNatSchG zu berücksichtigen. Die Verträglichkeit von Standortplanungen in Natura 2000-Gebieten und in deren Umgebung (sofern Auswirkungen auf Schutzgüter der Natura 2000-Gebiete bestehen können) sind zusätzlich nach den §§ 33 und 34 BNatSchG zu prüfen. Das BfN empfiehlt, grundsätzlich keine Windenergieanlagen in Natura 2000-Gebieten zu errichten (BfN 2011), u.a. weil dort neben Fledermäusen zahlreiche weitere Schutzgüter durch Bau und Betrieb der Anlagen beeinträchtigt werden können.

Von besonderer Relevanz sind die Artenschutzregelungen, da alle in Deutschland heimischen Fledermausarten zu den nach BNatSchG besonders und streng geschützten Arten zählen und daher im Rahmen einer speziellen Artenschutzprüfung berücksichtigt werden müssen. Zur Interpretation der zu berücksichtigenden Verbotstatbestände nach § 44 Abs. 1 BNatSchG hat sich auf Basis verschiedener Fachgutachten (z.B. RUNGE et al. 2010; LANA 2010) und Gerichtsurteilen eine Konvention entwickelt, wie die Verbotstatbestände auszulegen sind.

Besonders bedeutend für Windparkprojekte ist die individuenbezogene Auslegung des Tötungsverbots nach § 44 Abs.1 Nr.1. Allerdings ist der Verbotstatbestand erst dann erfüllt, wenn sich das Tötungsrisiko signifikant erhöht. Daher muss das Tötungsrisiko über dem Risikobereich liegen, der in dem jeweiligen Naturraum immer gegeben ist. Für das Kollisionsrisiko an WEA ist dies regelmäßig der Fall, da an vielen Standorten kollisionsgefährdete Fledermäuse in relativ hoher Anzahl vorkommen und die Rotoren der WEA aufgrund ihrer Geschwindigkeit nicht als Gefahr erkannt werden (ITN 2015). Um Tötungen zu vermeiden, müssen daher konfliktarme Standorte gesucht und Vermeidungsmaßnahmen in Form von Abschaltzeiten festgelegt werden. In einigen Leitfäden der Bundesländer zur Berücksichtigung der Fledermäuse bei WEA-Planungen werden dabei konkrete Schwellenwerte (zwischen 0,5 und 2 tote Fledermäuse pro Jahr und Anlage) zur Definition einer signifikanten Erhöhung angegeben (z.B. LAND RHEINLAND-PFALZ 2012; LUBW 2014; ITN 2015). Neben der Tötung von Fle-