



Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft Teil 3: Schlussfolgerungen aus dem Gondelmonitoring

Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses



natur



**Arbeitshilfe
Fledermausschutz und Windkraft
Teil 3: Schlussfolgerungen aus dem
Gondelmonitoring**

Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses

Impressum

Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft – Teil 3: Schlussfolgerungen aus dem Gondelmonitoring
Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

Fax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/

Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Referat 55, Bernd-Ulrich Rudolph unter Mitarbeit von Anika Großhans und Matthias Brummer

Bildnachweis:

LfU

Titelbild: Denklingen im Landkreis. Landsberg/Lech; Bernd-Ulrich Rudolph

Veröffentlichung als Teil 3 der Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft:

Mai 2017

Stand:

November 2016

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Übersicht über die ausgewerteten Anlagen	6
2.1	Anlagentypen	6
2.2	Naturraum und Standort	8
2.2.1	Naturräume	8
2.2.2	Standorte	8
2.3	Aufnahmegерäte und Einstellungen	9
3	Ergebnisse der Auswertung	10
3.1	Zahl der aufgezeichneten Rufe	10
3.2	„Schwärmereignisse“	12
3.3	Jahreszeitliches Auftreten	12
3.3.1	Erster und letzter Fledermauskontakt im Jahr	12
3.3.2	Erster und letzter Fledermauskontakt in der Nacht	13
3.3.3	Hauptaktivität und Einzelereignisse	13
3.4	Höhenaktivitäten in Abhängigkeit von Temperatur und Windgeschwindigkeit	15
3.4.1	Temperatur	15
3.4.2	Windgeschwindigkeit	16
4	Modellierung bzw. Abschätzung des Tötungsrisikos	18
4.1	Gutachten mit Modellierungen / Berechnungen des Tötungsrisikos	18
4.2	Gutachten ohne Modellierungen / Berechnungen des Tötungsrisikos	19
5	Schlussfolgerungen	20

1 Einleitung

Die Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA), die gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Finanzen, für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 20. Dezember 2011 (Az.: IIB5-4112.79-057/11, B4-K5106-12c/28037, 33/16/15-L 3300-077-47280/11, VI/2-6282/756, 72a-U8721.0-2011/63-1 und E6-7235.3-1/396; kurz „**Windkrafteerlass Bayern**“) sehen vor, für Fledermäuse unter bestimmten Voraussetzungen ein so genanntes Gondelmonitoring durchzuführen. Unter Gondelmonitoring¹ werden Messungen der Fledermausaktivität in Höhe der Turbinen (Gondeln, Naben) der WKA anhand von Rufaufzeichnungen verstanden. Die Vorgehensweise für das Gondelmonitoring (GM) sind in einem Forschungsvorhaben des BMU² erprobt worden, auf das der Windkrafteerlass (WKE) Bezug nimmt. Eine Arbeitshilfe des LfU („Fachliche Erläuterungen zum Windkrafteerlass Bayern. Verringerung des Kollisionsrisikos durch fledermausfreundlichen Betrieb der Anlagen“, Stand Februar 2013) erläutert die Durchführung der Berechnungen. Die Auswertung der Ergebnisse des Gondelmonitorings können seit dem Jahr 2014 mit Hilfe des frei verfügbaren Programms Probat (<http://www.windbat.techfak.fau.de/tools/>) erfolgen. Davor waren diese Auswertungen trotz der Arbeitshilfe des LfU nur wenigen spezialisierten Büros oder Fachkräften möglich.

Inzwischen liegen zahlreiche GM-Untersuchungen aus Bayern vor. Viele Anfragen von Landratsämtern und Regierungen erreichen das LfU, die zeigen, dass in Anbetracht der komplexen Thematik und speziellen Fragestellungen immer noch Unsicherheiten bezüglich der Interpretation der Ergebnisse von GM-Untersuchungen und der Vorgehensweise bei der Implementierung möglicher, in den Modellen vorgeschlagener Abschaltalgorithmen bestehen. Immer wieder kommt es auch vor, dass Gutachter sich von den Vorgaben des Windkrafteerlasses lösen und ihren Auftraggebern und den Landratsämtern als zuständigen Genehmigungsbehörden davon abweichende Folgerungen vorschlagen.

Das LfU hat daher die ihm bis Frühjahr 2015 vorliegenden GM-Gutachten aus Bayern bezüglich verschiedener Parameter und Qualitätsstandards anonymisiert ausgewertet. Diese Auswertungen sollen dazu beitragen, die Ergebnisse einzelner Untersuchungen und in Bezug auf einzelne Standorte besser einschätzen zu können. Die Heterogenität der Gutachten und die für einzelne Fragestellungen geringen Stichprobengrößen haben zur Folge, dass die Auswertungen teilweise einen Übersichtscharakter aufweisen. Die Analysen zeigen auch beträchtliche Qualitätsunterschiede der GM-Gutachten auf und geben daher Hinweise auf bestimmte Standards für einschlägige Untersuchungen, auf die bei den einzelnen Auswertungen direkt hingewiesen wird. Diese Hinweise richten sich sowohl an Naturschutzbehörden als auch an Gutachter.

Das LfU dankt allen Naturschutzbehörden, die einschlägige Unterlagen übersandt haben.

¹ „Gondelmonitoring“ ist also kein Monitoring im sonst gebräuchlichen Sinn des Begriffes, das die Untersuchung der Auswirkung einer Maßnahme oder eines Eingriffes auf ein bestimmtes Schutzgut zum Gegenstand hat. Vielmehr handelt es sich um eine nachgelagerte Datenerfassung, die erst nach dem Bau der Anlage am Eingriffsort, also in Rotorhöhe, durchgeführt werden kann.

² „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an On-Shore-Windenergieanlagen“ (R. Brinkmann, O. Behr, I. Niemann und M. Reich 2011. Göttingen, Cuvillier Verlag, Umwelt und Raum Bd. 4).

2 Übersicht über die ausgewerteten Anlagen

Dieser Bericht fasst die Ergebnisse von 56 ausgewerteten Gondelmonitoringgutachten seit 2012 zusammen. Es lagen Gutachten aus fünf der sieben Regierungsbezirke Bayerns vor (Tab. 1). Dabei sind einige Anlagen allerdings doppelt aufgeführt, da es sich um Gutachten aus verschiedenen Jahren, aber um ein und dieselbe Anlage handelt. Die tatsächliche Anzahl an untersuchten Anlagen ohne die Mehrfachnennungen (34) ist in Tab. 2 in der zweiten Spalte aufgeführt.

Regierungsbezirk		
Unterfranken	28	Main-Spessart (9), Bad Kissingen (4), Kitzingen (7), Schweinfurt (4), Würzburg (4)
Mittelfranken	12	Ansbach (1), Nürnberger Land (1), Weißenburg-Gunzenhausen (10)
Oberpfalz	6	Amberg-Sulzbach (6)
Oberfranken	6	Kulmbach (2), Wunsiedel (4)
Schwaben	4	Ostallgäu (3), Augsburg (1)

Tab. 1:
Übersicht über die Anzahl der Gutachten aus den verschiedenen Regierungsbezirken und Landkreisen

Damit erscheint eine ausreichende Repräsentativität bzgl. der landesweiten Abdeckung der Standorte zumindest in Nordbayern erreicht. Südbayern ist mit vier Gutachten etwas unterrepräsentiert, allerdings ist die Anzahl an WKA in Südbayern auch deutlich geringer als in Nordbayern.

2.1 Anlagentypen

In 51 Gutachten gibt es Angaben zu den Anlagentypen mit Informationen zur Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser. Wie die Tab. 2 zeigt, handelt es sich bei den meisten untersuchten Windkraftanlagen um Anlagen mit einer Nabenhöhe von 105 bis 110 Metern und einem Rotordurchmesser von 80 bis 90 Metern (26). Von kleineren Anlagen (Nabenhöhe 73-74 m / Ø 53 m) sind drei Gutachten vorhanden, über größere 23 (Nabenhöhe ca. 140 m / Ø 82–117 m). In fünf Gutachten sind keine Aussagen dazu getroffen worden.

Tab. 2: Anzahl und Art der verschiedenen Anlagentypen. Anzahl Gutachten und Anzahl WKA weichen voneinander ab, da von einigen WKA mehrere Gutachten aus verschiedenen Jahren vorliegen.

Anzahl Gutachten (56)	Anzahl WKA (34)	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]
4	2	Enercon E 82 E2 / 2,3 MW	108,38	82
2	1	Enercon E 115	135,4	115
3	2	Enercon E 82 E2 / 2,3 MW	138,38	82
1	1	Enercon E 53 (800kW)	73	53
2	1	Enercon	74	53
1	1	Enercon E 101	135	101
22	14	Vestas V90 (2.0 MW)	105	90
8	4	Vestas V112 (3 MW)	140	112
3	3	Nordex N117 (2,4 MW)	140,6	117
4	2	Nordex N100 (2,5 MW)	140	99,8
1	1	Vestas V126 (3,3 MW)	137	126
5	2	Keine Angabe	?	?

Hinweis an Naturschutzbehörden und Gutachter:

Die GM-Gutachten sollten die wichtigsten technischen Angaben zu den untersuchten Anlagen enthalten.

2.2 Naturraum und Standort

2.2.1 Naturräume

Die begutachteten 34 WKA verteilen sich auf zwölf verschiedene Naturräume (Tab. 3). Sowohl Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Frankenalb) als auch „Ebenen“ (Schotterplatten, Mainfränkische Platten) sind vertreten. Damit erscheint eine ausreichende Repräsentativität bzgl. der naturräumlichen Abdeckung der Standorte gegeben.

Anzahl	Naturraum
1	Mittelfränkisches Becken
4	Vorland der südlichen Frankenalb
1	Selb-Wunsiedeler Hochfläche
6	Mittlere Frankenalb
3	Iller-Lech-Schotterplatten
5	Wern-Lauer-Platte
3	Gäuplatten im Maindreieck
1	Steigerwaldvorland
5	Marktheidenfelder Platte
2	Hesselbacher Waldland
1	Münchberger Hochfläche
2	Südliche Frankenalb

Tab. 3:
Naturräume, in denen die untersuchten WKA liegen

2.2.2 Standorte

Zwölf der 34 Anlagen stehen im Wald, zwölf auf mehr oder weniger ausgeräumter Ackerflur, sechs grenzen an Wald an. Zu vier Standorten liegen keine Angaben vor.

Bezüglich der Fledermausaktivität an den unterschiedlichen Standorten sind 49 Gutachten auf der Basis von Batcorder-Messungen auswertbar. Dasjenige mit der höchsten Anzahl an Aufnahmen (s. 3.1) wird bei einigen Auswertungen weggelassen, da es die Aussagen ansonsten zu stark verzerrt. Von etlichen Standorten liegt mehr als ein Gutachten vor, weshalb deren Zahl höher ist als die der Anlagen.

Die Anzahl der Rufe pro Nacht an den verschiedenen Standorten zeigt Tab. 4. Große Unterschiede zwischen den verschiedenen Standorten sind nicht erkennbar. Selbst der Standort mit der höchsten Zahl an Aufnahmen (s. 3.1) war ein Ackerstandort.

	Acker (n = 23)	Waldrand (n=12)	Wald (n=12)	? (n = 4)
Mittelwert	8,3	9,9	8,4	3,6
Spanne	0,7-226,2	1,8-27,0	2,9-20,2	0,4-11,2

Tab. 4:
Fledermausaktivität (Anzahl Aufnahmen pro Nacht) an verschiedenen Standorten von Windkraftanlagen. Eine Unterscheidung nach den Einstellungen der Batcorder wurde nicht vorgenommen.

Hinweis an Naturschutzbehörden und Gutachter:

Die GM-Gutachten sollten die wichtigsten standörtlichen Angaben zu den untersuchten Anlagen enthalten.

2.3 Aufnahmegeräte und Einstellungen

Nahezu in jedem (52 von 56, 93 %) der GM-Gutachten wurde ein Batcorder der Firma ecoObs (batcorder 2.0 oder 3.0) verwendet. In den restlichen vier Fällen war es zweimal an einer Anlage der Anabat SD2-Detektor (Titley Scientific) und zweimal ein Batdetektor der Firma Laar bioacoustics.

Zur Einstellung der Empfindlichkeit lagen nur in 36 Gutachten (64 %) Angaben vor. 22-mal wurde die Einstellung -36 dB vorgenommen, 13-mal -27 dB; in neunzehn Gutachten fehlen Angaben zur Empfindlichkeitseinstellung bzw. zweimal wechselte die Einstellung von -36 dB über -30 dB auf -27 dB.

Bei der Verwendung der Software bcAdmin muss die Zeiteinstellung beachtet werden, da es bei der Auswertung die aktuelle Zeit ansetzt. Erfolgt eine Auswertung im Winter, werden die im Sommer bei Sommerzeit aufgezeichneten Rufe eine Stunde zu früh dargestellt.

Dies gilt auch für andere Messgrößen: Bei den meisten Windenergieanlagen werden die ermittelten Windgeschwindigkeiten auf die Winterzeit bezogen, was bei der Analyse in *ProBat* berücksichtigt werden muss.

Hinweise an Naturschutzbehörden und Gutachter:

- Die verwendeten Einstellungen der verwendeten Geräte müssen in den GM-Gutachten genannt werden. Laut WKE sind nur die in dem Forschungsvorhaben des Bundes verwendeten Geräte geeignet. Darüber hinaus steht seit Kurzem ein Gerät einer dritten Firma für GM-Messungen zur Verfügung, das in Zusammenarbeit mit den Forschungsnehmern entwickelt worden ist.
- Die Einstellung der Batcorder-Empfindlichkeit hängt auch vom Anlagentyp der WKA ab, da einige Anlagen bei der empfindlichen Einstellung -36 dB sehr viele Störgeräusche verursachen, die von der Anlage stammen. Die Software Probat kann mit beiden Einstellungen (-27 dB, -36 dB) rechnen.
- Bei der Auswertung muss die Zeiteinstellung beachtet werden (Sommer-/Winterzeit, Abb. 2).

3 Ergebnisse der Auswertung

3.1 Zahl der aufgezeichneten Rufe

Der Startzeitpunkt der ausgewerteten Untersuchungen schwankt zwischen 31. Januar und 18. Juni, das Ende zwischen 30. Oktober und 15. Dezember. Laut bayerischem Windkrafterlass sind die Erfassungsgeräte von 15. März bis 31. Oktober zu betreiben. Dieser Zeitraum wird allerdings nur in 16 von 56 Fällen (28,5 %) vollständig abgedeckt. Erfassungen, die noch im März (ab 24.03.) beginnen und wenigstens bis 30. Oktober dauern, liegen zumindest weitere elf Male vor. Einschränkend muss man allerdings sagen, dass bei einem Teil der Anlagen die Bescheide aus der Zeit vor dem Inkrafttreten des Windkrafterlasses sind und deswegen z. T. kürzere oder andere Zeiträume vorgeben waren.

Die Anzahl der erfassten und auswertbaren Nächte schwankt zwischen 136 und 303; da teilweise Messungen im Februar und Dezember ohne Fledermausaktivität enthalten sind, wurde hier nur der Zeitraum 15.03. bis 15.11. verwendet, d. h. maximal 246 Nächte.

Die Zahl der aufgenommenen Sequenzen von Fledermausrufen³ streut sehr stark. Die beiden Standorte mit der geringsten Aktivität wiesen 0,008 bzw. 0,11 Aufnahmen pro Nacht auf (Aufnahmen nicht mit Batcorder, sondern mit Batdetektor – möglicherweise ein Geräteartefakt), die Anlagen mit den meisten Aktivitäten rund 226,2 bzw. 51,5 Aufnahmen pro Nacht (Lkr. KT 2013, 52.941 Aufnahmen; Lkr. KG 2012, 11.319 Aufnahmen). Der Grund für die hohe Aktivität an dem Standort im Landkreis Kitzingen mit fast 53.000 Aufnahmen ist nicht ersichtlich, ein Schwärmereignis (s. 3.2) lag ihm im Unterschied zu dem Standort mit der zweithöchsten Zahl an Rufaufnahmen nicht zu Grunde. Vier Gutachten enthielten keine Angaben zu der Menge der aufgezeichneten Aufnahmen.

Für die weiteren Vergleiche der Fledermausaktivitäten wurden nur die Untersuchungen mittels Batcordern verwendet. Lässt man die beiden Messungen mit den höchsten Werten (s. o.) als Ausnahmen weg, so liegt der Median pro Untersuchung bei 7,2 und der Mittelwert bei 7,41 Aufnahmen pro Nacht (N = 48 Gutachten). Diese Zahlen besagen noch wenig, denn die Einstellung der Empfindlichkeit beim Batcorder (-27 dB, -36 dB) hat einen erheblichen Einfluss auf die Anzahl der aufgenommenen Sequenzen pro Nacht. Die Mittelwerte der Zahl der Aufnahmen unterscheiden sich zwischen diesen beiden Einstellungen um mehr als das Doppelte, der Median um das Drei- bis Vierfache (Tab. 5).

Ein erheblicher Teil der Gutachten (27 %) macht keine Angaben zur eingestellten Empfindlichkeit des verwendeten Geräts. Dem Mittelwert und Median dieses Teils der Untersuchungen (Spalte 4 in Tab. 5) zufolge wurden sie vermutlich mehrheitlich mit der Werkseinstellung bei -27 dB betrieben. Wie stark die Zahl der Aufnahmen von der Empfindlichkeitseinstellung des Batcorders beeinflusst wird, zeigt ein Beispiel einer Anlage in der Oberpfalz, an der drei Jahre lang gemessen wurde:

- 2012 235 Nächte bei -27 dB (Posttrigger⁴ 400 ms): 897 Aufnahmen
- 2013 215 Nächte bei -36 dB (Posttrigger 200 ms): 4.338 Aufnahmen
- 2014 204 Nächte bei -27 dB (Posttrigger 200 ms): 528 Aufnahmen

³ In den Gutachten werden unterschiedliche Begriffe verwendet. Hier sprechen wir von Aufnahmen (Rufsequenzen), d. h. den Rufdateien des Aufnahmegeräts. Die Aufnahme/Sequenz kann aus einem oder mehreren Fledermausrufen bestehen. Oft werden Aufnahmen auch als „Kontakte“ oder „Registrierungen in Gondelhöhe“ bezeichnet und Rufaufnahmen pro fünf oder zehn Minuten zusammengefasst. Manchen Auswertungen liegen offenbar auch die tatsächlichen Anzahlen an einzelnen Fledermausrufen zugrunde, was daraus ersichtlich wird, dass es viel mehr sind als die Anzahl an „Registrierungen“.

⁴ Posttrigger bezeichnet die Zeit zwischen zwei Fledermausrufen, ab der eine neue Aufnahme beginnt.

Die Daten in Tab. 5 geben Hinweise auf die Bandbreite der Fledermausaktivitäten in Gondelhöhe. Natürlich sind die Aktivitäten jahreszeitlich unterschiedlich verteilt (s. Abb. 1), d. h. die Aktivitäten sind im Sommer/Frühherbst in den meisten Fällen höher als im Mai oder Oktober. Daher gibt diese Auswertung nur einen groben Anhaltspunkt wieder – eine feinere Auswertung ist nicht möglich, da die Gutachten die Zahl der Aufnahmen nicht nach Monaten differenzieren.

Messungen, die deutlich unter den hier vorgestellten Mittelwerten bzw. Medianwerten liegen, sollten kritisch überprüft werden, um auszuschließen, dass Artefakte wie eine mangelhafte Mikrofonempfindlichkeit oder Fehleinstellungen die Ergebnisse beeinflusst haben.

Tab. 5: Mittels Batcordern gemessene Fledermausaktivitäten (Rufsequenzen = Aufnahmen) an 48 WKA, normiert auf die jeweils auswertbaren Untersuchungsächte zwischen Mitte März und Mitte November. Beachte: die beiden höchsten Werte mit 52.941 bzw. 11.319 Aufnahmen bei Einstellung -36 dB sowie die Untersuchungen mit Schwärmereignissen (s. 3.2) wurden nicht berücksichtigt. Den Messungen liegen durchschnittlich 212 Nächte (Spanne 136-244) zugrunde.

Aufnahmen pro Nacht	Empfindlichkeit -27 dB (N = 12)	Empfindlichkeit -36 dB (N = 21)	Einstellung unbekannt (N = 13) oder mit Wechsel der Empfindlichkeit (N = 2)
Maximum	9,80	27,03	22,55
Minimum	0,39	0,80	0,98
Mittelwert	4,70	10,26	5,85
Median	3,33	9,01	2,41

Hinweise an Naturschutzbehörden und Gutachter:

- Auf die vollständige Abdeckung des im WKE genannten Zeitraumes für die Messungen ist zu achten. Anstatt kürzere Perioden zu wählen, sollte ggf. der Zeitraum bis Mitte/Ende November ausgedehnt werden, da es je nach Witterung im November noch zu gewissen Fledermausaktivitäten, möglicherweise sogar zu Schwärmereignissen (s. 3.2) kommen kann.
- Messungen mit anderen als den unter Abschnitt 2.3 genannte Geräten sind unbrauchbar.
- Die Geräteeinstellungen sowie die Zahl der Aufnahmen müssen angegeben werden.
- Die Gutachter müssen die Funktionsfähigkeit ihrer Geräte und die Kalibrierung der Mikrofone garantieren.
- Für die Aufnahmen sollte eine eindeutige Bezeichnung verwendet und diese im Gutachten definiert werden (s. Fußnote S. 10). Auswertungen oder Darstellungen in Bezug auf Einzelrufe haben keine Aussagekraft, da die Anzahl an Rufen pro Aufnahme je nach Entfernung der Fledermaus zum Mikrofon und Verhalten des Tieres (Vorbeiflug, längerer Aufenthalt in Mikrofonnähe) schwanken kann; die Aufnahme ist daher quasi die Maßeinheit für die Anwesenheit einer Fledermaus in Rotor-/Turbinenhöhe. Eine Aussage, wie lange es sich im Rotorbereich aufhält, lässt sich nicht treffen.
- Bei deutlichen Abweichungen der Messergebnisse von den hier dargestellten Durchschnittswerten und Medianen nach unten sollten die Ergebnisse und der Versuchsaufbau kritisch hinterfragt werden.

3.2 „Schwärmereignisse“

Einzelne Nächte mit plötzlich stark erhöhter Fledermausaktivität, hier als „Schwärmereignisse“ bezeichnet, wurden bei insgesamt sieben Untersuchungen festgestellt. Der Begriff Schwärmen bezieht sich dabei auf das Verhalten der Tiere in Form einer regen Flugaktivität, nicht um das Auftreten in Schwärmen (Trupps). Eine erhöhte Flugaktivität ist mit einer erhöhten Schlaggefährdung der Fledermäuse gleichzusetzen. GM-Untersuchungen werden u. a. deswegen durchgeführt, um auch solche Schwärmereignisse beim Betrieb der Anlagen berücksichtigen zu können. Keinesfalls dürfen Schwärmereignisse als „unerklärliche Ausreißer“ aus der Auswertung ausgeschlossen werden.

Bei diesen Ereignissen handelte es sich immer um Zwergfledermäuse, und mit einer Ausnahme (Mitte September) fanden diese Ereignisse in einer oder wenigen (bis sieben) Nächten Mitte bis Ende Oktober statt. Es ist nicht bekannt, wie viele Tiere zu diesen erhöhten Rufaktivitäten beitragen – theoretisch kann es sich nur um ein Individuum handeln, das sich permanent in Mikrofonnähe aufhält, aber auch um mehrere Tiere gleichzeitig oder in zeitlichem Abstand. Als biologischer Grund wird für dieses Verhalten v. a. die Erkundung von potenziellen Quartieren angeführt.

Der Anteil der Aufnahmen bei Schwärmereignissen an der Gesamtzahl der Aufnahmen schwankt zwischen 42 und 93 % (sechs Untersuchungen auswertbar). Die Ereignisse dauerten 1-7 Nächte (im Mittel 3), die mittlere Zahl an Aufnahmen in diesen Nächten betrug 2.812 (522-4.814), wobei zweimal bei -36 dB gemessen wurde (3.651 bzw. 4.814 in diesen Nächten) und viermal keine Angaben zur Empfindlichkeit getroffen wurden (Mittelwert 2.102, Spanne 522-4.497). Das Zeitfenster der Schwärmereignisse wurde möglicherweise nicht immer vollständig erfasst, da die Messungen in fünf dieser Fälle am 31.10. endeten, dreimal aber noch am 30.10. eine erhöhte Aktivität der Zwergfledermaus festgestellt wurde.

Hinweis an Naturschutzbehörden und Gutachter:

Hinweise auf derartige Schwärmereignisse in den Aufnahmen sollten exakt beschrieben und dargestellt werden.

3.3 Jahreszeitliches Auftreten

3.3.1 Erster und letzter Fledermauskontakt im Jahr

Für diese Auswertung stehen aufgrund der vielen verzögerten Untersuchungsbeginne für das Frühjahr 38 Messungen zur Verfügung, die wenigstens Anfang April begannen. Für den Herbst sind es 43 Messungen, die wenigstens bis Ende Oktober dauerten. Die ersten bzw. letzten Fledermausaufnahmen verteilen sich wie folgt:

Monatsdrittel	Frühjahr	Herbst
Ende März	1	
Anfang April	7	
Mitte April	17	
Ende April	5	
Anfang Mai	3	
Mitte Mai	3	
Mitte Juni	2	
Mitte September		1
Ende September		0
Anfang Oktober		3
Mitte Oktober		26
Ende Oktober		9
Anfang-Ende November		4

Tab. 6:
Erste und letzte Fledermauskontakte in Gondelhöhe bei 34 auswertbaren Gutachten für das Frühjahr bzw. 45 für den Herbst.

Jahreszeitlich gesehen ist mit den ersten Fledermauskontakten also regelmäßig ab Anfang April zu rechnen, die letzten Kontakte erfolgten mehrheitlich Ende Oktober. Allerdings geht dies auch oft mit dem Zeitpunkt des Starts und Endes der Erfassung einher, so dass vermutlich nicht die volle Aktivitätsphase der Tiere erfasst worden ist. Zu beachten ist jedenfalls, dass die Monate März und November aufgrund viel geringerer Stichprobenzahlen nicht repräsentativ erfasst sind.

3.3.2 Erster und letzter Fledermauskontakt in der Nacht

Aus 39 Gutachten lassen sich die Zeiten der ersten und letzten Rufaufnahmen pro Nacht ablesen. Fünfmal erfolgte der erste Rufnachweis zwischen 15 und 16 Uhr, siebenmal zwischen 16 und 17 Uhr, jeweils also deutlich vor Sonnenuntergang (s. auch Abb. 2), Punkte oberhalb der oberen grünen Linie). Allerdings können diesen Angaben auch auswertungsbedingte Zeitfehler bezüglich der Sommerzeit zu Grunde liegen, s. Abschn. 2.3).

Insgesamt werden so frühe Rufe nur relativ selten (an einzelnen Abenden) aufgezeichnet, überwiegend beginnt die Fledermausaktivität bis 1,5 Stunden vor Sonnenuntergang. In mindestens einem Fall erfolgte der erste Kontakt bis drei Stunden vor Sonnenuntergang. Als Monat mit der meisten früh-abendlichen/nachmittäglichen Aktivität kristallisiert sich der September heraus. Juli, August und Oktober folgen danach etwa gleichrangig.

Die letzten Aufnahmen erfolgten bis auf wenige Ausnahmen vor Sonnenaufgang.

3.3.3 Hauptaktivität und Einzelereignisse

Die Bestimmung der Aktivitätsdichte kann nur sehr vereinfacht in zwei Kategorien erfolgen, da in den Gutachten keine Aufteilung der Anzahl der Aufnahmen auf die einzelnen Monate vorgenommen wird. Anhand der üblichen Abbildungen über die Verteilung der Kontakte im Jahresverlauf in den meisten Gutachten (s. Abb. 2) ist aber eine einfache Unterteilung in die Kategorien „Hauptaktivität“ und „Einzelereignisse“ möglich. Einzelereignisse sind dabei weniger als etwa 20 Aufnahmen pro Monat. Diese Unterscheidung ist wichtig, da immer wieder Gutachter mit Hinweis auf „geringe Fledermausaktivitäten“ Monate vorschlagen, die aus den weiteren Betrachtungen einschließlich der Modellierungen ausgeschlossen werden können.

Ein weiterer Grund für diese grobe Auswertung ist, dass einige Gutachter die Aktivität im Jahresverlauf in Form von Fünf- oder Zehnminutenintervallen darstellen (also Anzahl Aufnahmen pro fünf Minuten) und in den Diagrammen nicht erkennbar ist, wie viele Sequenzen sich dahinter jeweils verbergen.

In allen Monaten zwischen März (30.03.) und Ende November wurde Fledermausaktivität in Nabenhöhe registriert (Abb. 1). Die Grafik stellt dar, bei wie vielen Gondelmonitoring-Untersuchungen die Monate März bis November als „Hauptaktivitätszeit“ oder als Monat mit Einzelereignissen zählten. In 48 von 56 Fällen ließen sich die Hauptaktivitätszeit und die Monate mit den Einzelereignissen bestimmen. Wie das Diagramm zeigt, fallen August und September immer in die Hauptaktivitätszeit, die Monate Juni, Juli und September mehrheitlich (63-87 %). Im Frühjahr (April und Mai) wurde in 18 % bzw. 40 % der Messungen Aktivität festgestellt, die nicht mehr als Einzelereignisse bezeichnet werden können, im März nur einmal geringe Aktivitäten. Januar (0 Messungen), Februar (fünf Messungen) und Dezember (drei Messungen) sind in der Grafik nicht dargestellt, da in diesen drei Monaten keine Aktivität stattfand. Im November wurde zweimal den ganzen Monat, elfmal den halben Monat und sechsmal zwischen fünf und sieben Nächten gemessen; dabei wurde viermal Fledermausaktivität (einmal noch Ende November) beobachtet.

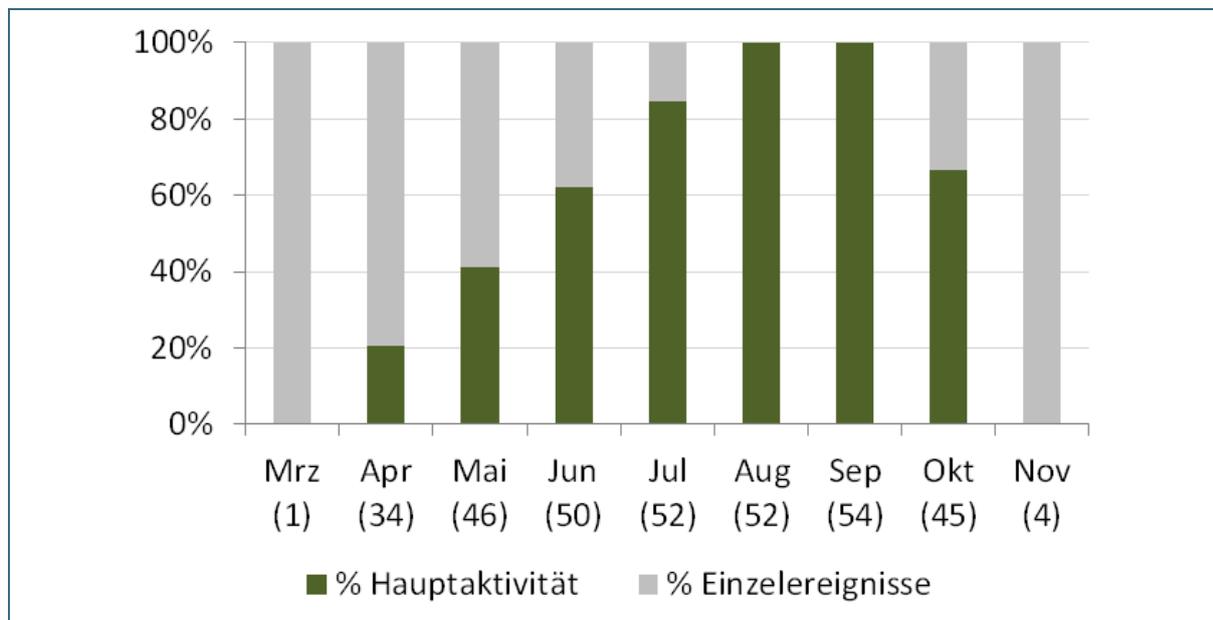


Abb. 1: Verteilung der Hauptaktivitätszeit und Einzelereignisse auf die Monate März bis November. In Klammern die Zahl der Monate, aus denen Messungen vorliegen.

Hinweise an Naturschutzbehörden und Gutachter:

- Die Aktivität der Fledermäuse im Jahresverlauf sollte hinreichend genau beschrieben/ abgebildet werden, z. B. Datum des ersten Kontaktes und Zeiträume mit erhöhter Aktivität. Wünschenswert wäre eine monatliche Aufschlüsselung der gemessenen Aktivitäten.
- Bei der Darstellung der Rufaktivität in Fünf- bzw. Zehnminutenintervallen ist auf Nachvollziehbarkeit der eigentlichen Aktivität zu achten.
- Werden zwei Untersuchungsjahre in einem Bericht behandelt, sollte neben einer gemeinsamen Darstellung der Phänologie im Jahresverlauf beide Jahre getrennt abgebildet werden. Als beste Grafik hat sich die in Abb. 2 gezeigte Form der Darstellung bewährt.
- Auf die korrekte Zeiteinstellung an den Geräten ist zu achten. Es dürfen keine Sommer-/ Winterzeit-Fehler wie in Abb. 2 auftreten (s. Abschn. 2.3).

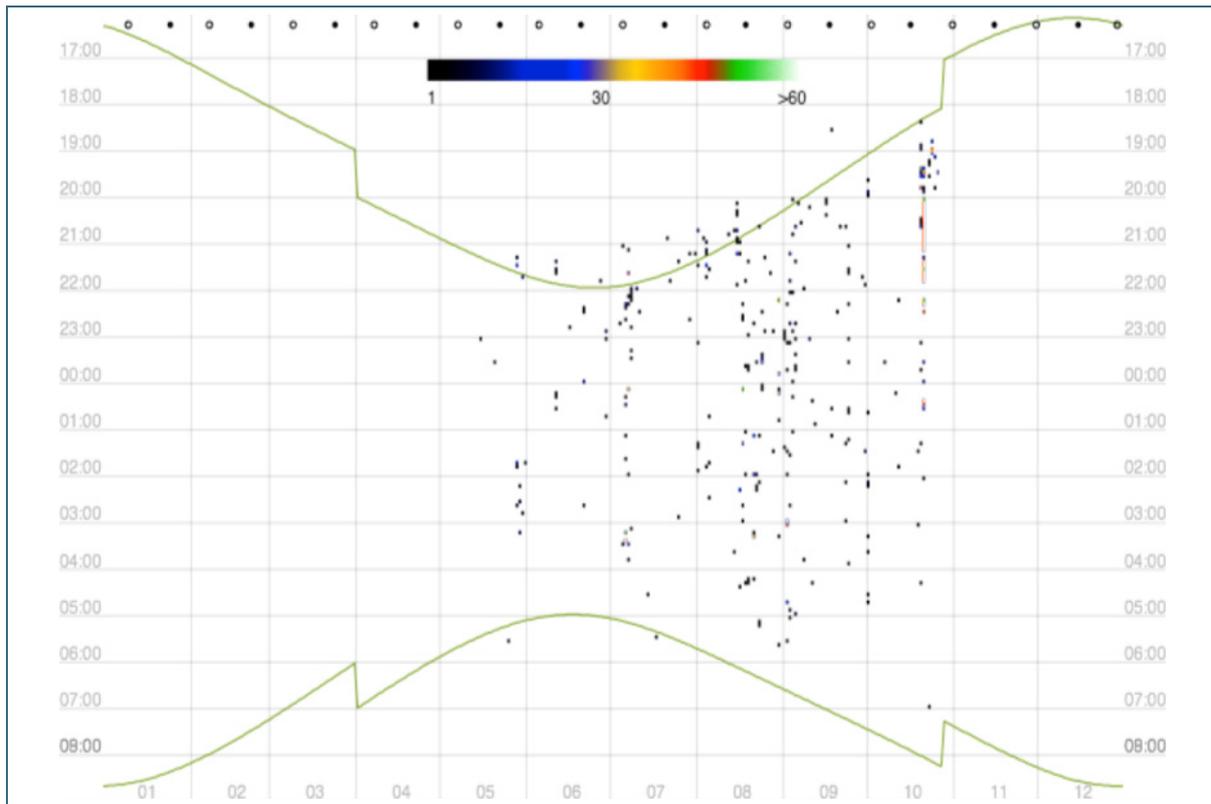


Abb. 2: Beispiel für eine Abbildung der jahreszeitlichen/nächtlichen Verteilung aufgezeichneter Höhenaktivitäten an einer bayerischen Windenergieanlage 2012 aus einem Gondelmonitoringgutachten. Ein Punkt stellt in diesem Fall eine Rufsequenz dar (in anderen Gutachten Rufsequenzen pro fünf Minuten), die grünen Linien den Sonnenauf- bzw. -untergang. Die Farbskala steht für die Aktivitätsdichte (Zahl der Rufsequenzen); Farben sind in den Abbildungen gewöhnlich aber nicht unterscheidbar.

Gleichzeitig wird in dieser Abbildung ein häufig auftretender Fehler in Zusammenhang mit der Sommer-/Winterzeit erkennbar: Die Aufnahmen sind relativ zum Sonnenuntergang eine Stunde zu früh dargestellt, was möglicherweise auf die Auswertungssoftware zurückgeht (s. Abschn. 2.3).

3.4 Höhenaktivitäten in Abhängigkeit von Temperatur und Windgeschwindigkeit

3.4.1 Temperatur

22 Gutachten machen Angaben zur Temperaturschwelle, ab der Fledermausaktivität feststellbar war. Diese Temperaturschwelle, unterhalb der keine Aktivitäten mehr festgestellt wurden, reicht von 0,0 bis 10,5 °C, überwiegend bewegt sie sich zwischen 5,0 und 9,5 °C (Abb. 3). In fünf Fällen wurde Fledermausaktivität um oder nahe dem Gefrierpunkt (bei 0 bis +1 °C) gemessen.

Diese Temperaturschwellen der Fledermausaktivitäten variieren von Monat zu Monat. Im Frühjahr und Herbst sind sie in Ermangelung wärmerer Nächte und wegen der biologischen Notwendigkeit, auch bei tieferen Temperaturen Nahrung aufnehmen zu müssen (z. B. in Vorbereitung des Winterschlafs) im Allgemeinen tiefer als im Sommer. Ein Gutachten, das diese Werte nach Monaten differenziert hat, gibt beispielsweise folgende 90 %-Untergrenzen (d. h. 90 % der gesamten Rufaktivität pro Monat wurden oberhalb dieser Schwelle festgestellt) an: Juli 18 °C, August 16,5 °C, September 14 °C und Oktober 8 °C. Wegen dieser monatlichen Unterschiede sind kumulative Auswertungen der Temperaturschwelle wenig aussagekräftig, da die 90 %-Aktivitätsgrenze in Anbetracht der höheren Temperaturen im Sommer fast immer im zweistelligen Temperaturbereich zu liegen kommt. Den Fledermausaktivitäten im Frühjahr oder im Oktober wird dies nicht gerecht.

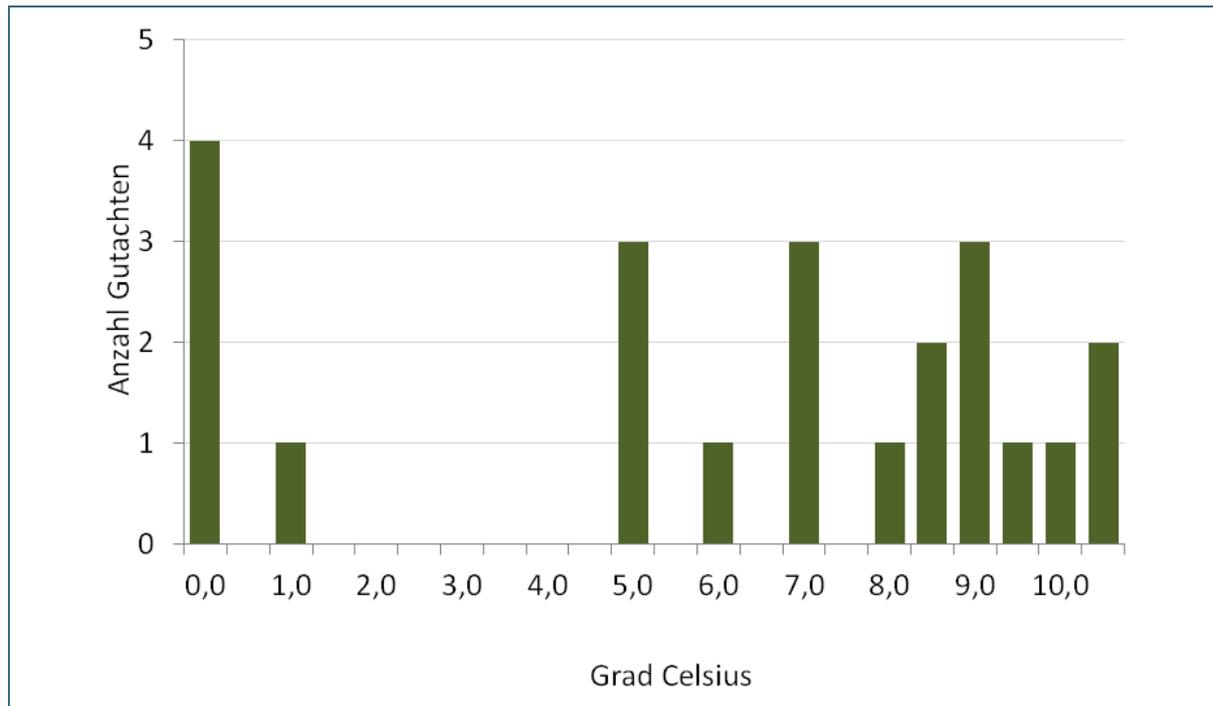


Abb. 3: Minimale Temperaturen mit Fledermausaktivität in Gondelhöhe (Anzahl ausgewerteter Gutachten: N = 22).

3.4.2 Windgeschwindigkeit

Eine Übersicht über die Höhenaktivität in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit war in 42 Gutachten vorhanden. Auch hier ist die 90 %-Grenze das Vergleichskriterium. Sie zeigt die Windgeschwindigkeitsgrenze an, unterhalb derer 90 % der gesamten Aktivität der Fledermäuse stattfand. Als weitere Größe wird in 36 Gutachten die maximale Windgeschwindigkeit dargestellt, bis zu der die Tiere aktiv waren.

Die 90 %-Grenze der Fledermausaktivität bewegt sich zwischen 4,0 und 7,8 m/s, wobei sie sich überwiegend (38 von 42 Fällen) im Bereich zwischen 4,5 und 6,3 m/s findet (Abb. 4).

Damit wird deutlich, dass die in Anlage 5 des Windkrafterlasses angegebene Schwelle von 6 m/s richtig gewählt wurde.

Die höchsten Windgeschwindigkeiten, bei denen noch Aktivität festgestellt wurde, schwanken zwischen 6,8 und 14,5 m/s. In 24 von 36 Aufzeichnungen liegt sie allerdings im Bereich zwischen 9,0 und 13,0 m/s (Abb. 4).

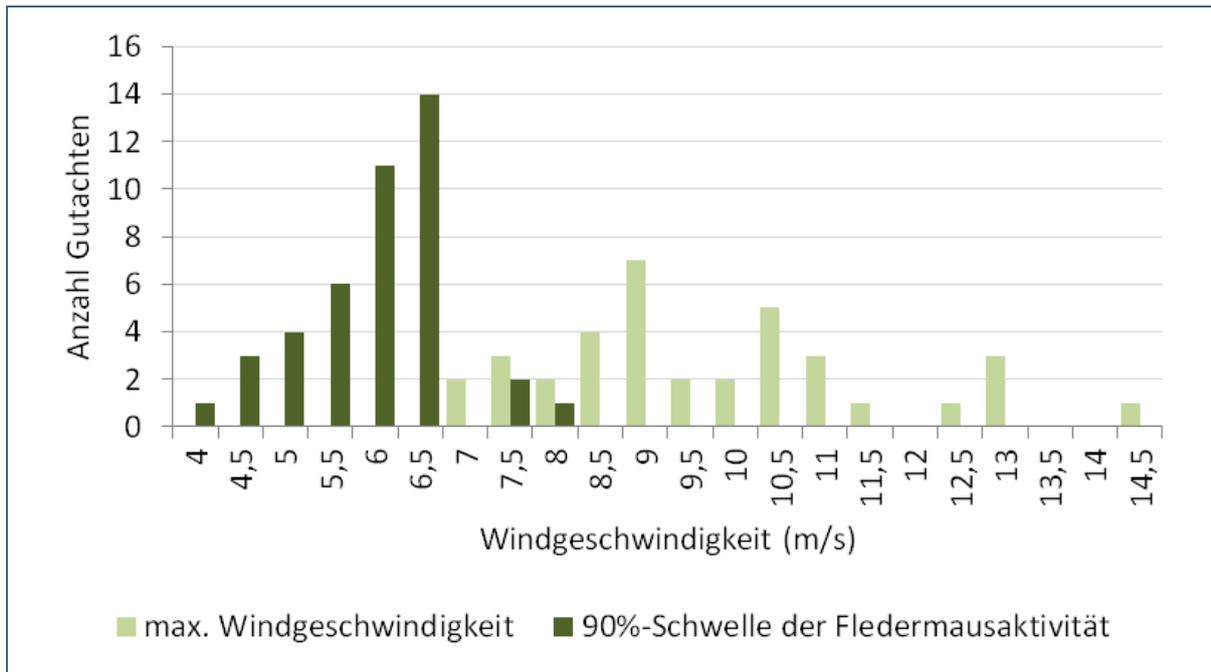


Abb. 4: Maximale Windgeschwindigkeit, bis zu der Fledermäuse aktiv waren (hellgrün, n = 36 Gutachten) sowie 90%-Grenze der Fledermausaktivität bezüglich der Windgeschwindigkeit (dunkel, n = 42 Gutachten)

Hinweise an Naturschutzbehörden und Gutachter:

- Entsprechende Angaben zu den Abhängigkeiten der Fledermausaktivität von der Temperatur und Windgeschwindigkeit in Gondelhöhe sollten in den Gutachten erfolgen und grafisch aufbereitet werden.
- Aussagen zur 90 %-Aktivitätsgrenze der Fledermäuse sollten nur auf die kalten Monate bezogen werden (z. B. März-Mai, September-Oktober).
- Bei der Analyse in *ProBat* muss ein Zeitabgleich zwischen den Rufaufnahmen und den Messzeiten der Windgeschwindigkeiten erfolgen (Sommer-/Winterzeitproblematik, s. Abschn. 2.3).

4 Modellierung bzw. Abschätzung des Tötungsrisikos

28 Gutachten berechneten gemäß Windkrafterlass mit Hilfe des Modells des BMU-Forschungsvorhabens auf Basis der gemessenen Rufaufnahmen das Kollisionsrisiko. 26 Gutachten enthalten keine Modellierung, zwei Auswertungen sind nach Ansicht der zuständigen unteren Naturschutzbehörde nicht zufriedenstellend.

4.1 Gutachten mit Modellierungen / Berechnungen des Tötungsrisikos

Von 28 Berechnungen des Tötungsrisikos beruhen zwei auf Messungen mit dem Anabat und 26 auf Batcorder-Messungen. Das Anabat-Gerät zeichnete im ersten Jahr 1,81, im zweiten Jahr 4,68 Aufnahmen pro Nacht auf. Die Modellierung ergab insgesamt 6,9 Kollisionen pro Jahr bei dieser Anlage.

Von den Messungen mit Batcorder erfolgten 20 bei der Einstellung -36 dB; die entsprechenden Modellierungen des Tötungsrisikos prognostizieren im Mittel 11,0 Kollisionen bei einer Spanne von 4,9 bis 20,6 Individuen pro Anlage und Jahr (Abb. 5). Zwei Gutachten mit Schwärmereignissen differenzieren das Tötungsrisiko und geben auch die Werte ohne die Nächte mit Schwärmen an – der Unterschied beträgt jeweils drei Individuen, der Durchschnittswert verändert sich unter Berücksichtigung dieser Auswertungen auf 10,7 getötete Fledermäuse pro Anlage und Jahr. Drei Modellierungen basieren auf Batcorder-Messungen bei -27 dB, einmal ist die Einstellung unbekannt. Diese Modelle berechneten im Mittel 10,1 Kollisionen (7,8-16,2), unter Berücksichtigung einer Messung mit Schwärmereignissen im Mittel 9,4 Kollisionen.

In allen 28 Fällen mit Modellierungen empfehlen die Gutachter die Anwendung eines Abschaltalgorithmus.

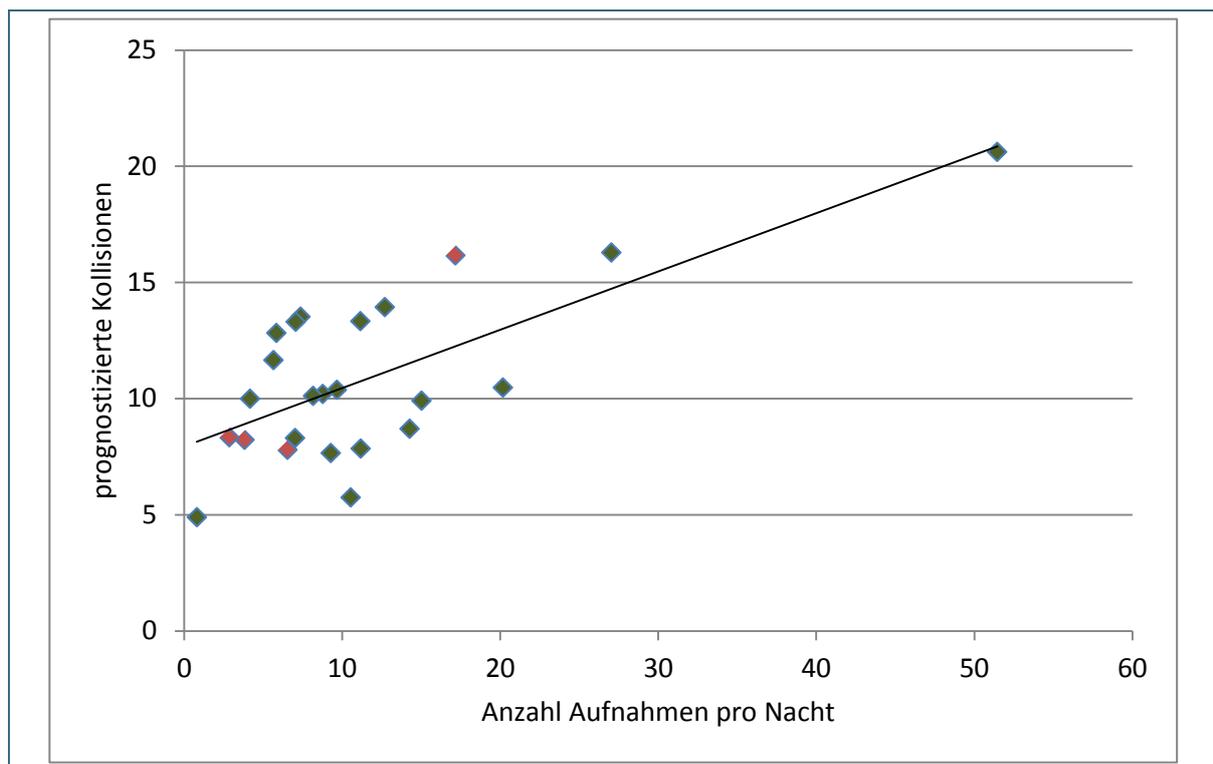


Abb. 5: Beziehung zwischen der Anzahl an Aufnahmen pro Nacht und der vom Modell prognostizierten Anzahl an Kollisionen, n = 20 (grün: Messungen bei -36 dB, rot: bei -27 dB bzw. einmal ohne Angabe). Der höchste Wert an Aufnahmen ist weggelassen, da er die Kurve zu sehr verzerren würde (52.941 Aufnahmen insgesamt, 226 Aufnahmen pro Nacht, 15,3 berechnete Kollisionen).

4.2 Gutachten ohne Modellierungen / Berechnungen des Tötungsrisikos

Drei der 28 Gutachten ohne Modellierungen bzw. mit nicht zufriedenstellender Auswertung sind für diese Fragestellung nicht auswertbar. 15 der verbleibenden 25 Gutachten stammen aus den Jahren 2009-2011, in denen es noch kein Berechnungsmodul für die Modellierung gab. In diesen Fällen wurde einmal ein Abschaltalgorithmus vorgeschlagen, in den anderen unter Verweis auf geringe oder mittlere Fledermausaktivitäten keiner. Die Einschätzungen der Fledermausaktivitäten erfolgten subjektiv durch die Gutachter, z. T. angelehnt an Festlegungen aus Brandenburg. Die Fledermausaktivitäten in diesen Untersuchungen (elf mit verwertbaren Daten) umfassen im Durchschnitt 5,4 (0,98-22,55, Einstellungen unbekannt) Aufnahmen pro Nacht (vgl. Tab. 6).

Die verbleibenden zehn Fälle ohne Modellierung stammen von den Jahren 2012 bis 2014, in denen es möglich und laut WKE gefordert war, die Modellierung laut BMU-Forschungsvorhaben anzuwenden. Von diesen hat wiederum ein Gutachter einmal einen eigenen, subjektiven Kriterien entsprechenden Algorithmus vorgeschlagen, der im Ergebnis allerdings den berechneten Algorithmen in anderen Untersuchungen nahe kommt. Die übrigen neun Fälle weisen Fledermausaktivitäten von durchschnittlich 6,50 Aufnahmen pro Nacht auf (0,68-9,80; bei -27 dB, n = 6) bzw. 7,98 Aufnahmen (4,82-9,91; Einstellung unbekannt, n = 3).

In den Fällen ohne Berechnungen des Tötungsrisikos wäre bei Anwendung des Modells wohl durchschnittlich mit etwa 10 Kollisionen pro Jahr zu rechnen (Abb. 6). Der laut WKE vorgegebene Grenzwert beträgt unter zwei Kollisionen pro Anlage und Jahr.

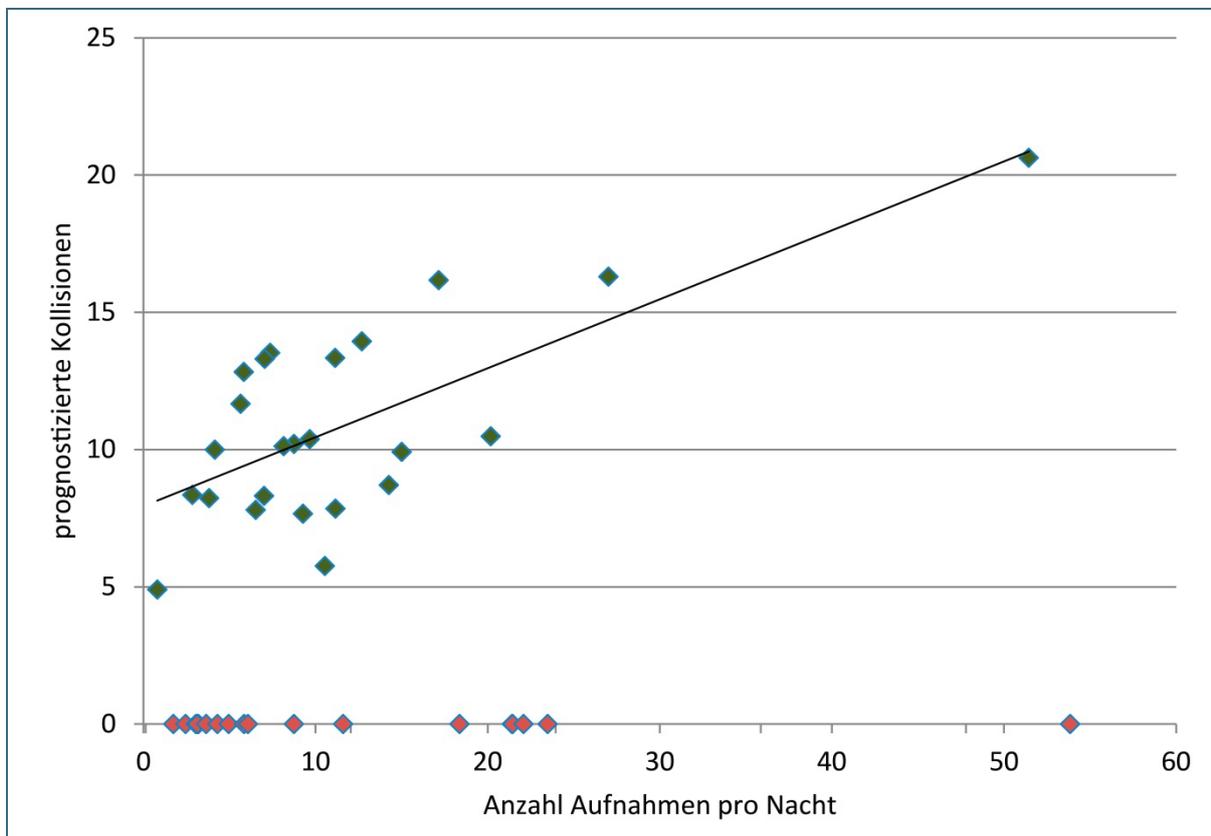


Abb. 6: Beziehung zwischen der Anzahl an Aufnahmen pro Nacht und der vom Modell prognostizierten Anzahl an Kollisionen (vgl. Abb. 5). Die roten Symbole kennzeichnen die Zahl der Aufnahmen pro Nacht bei GM-Gutachten ohne Modellierung. Der Blick auf die Trendlinie gibt einen Anhaltspunkt dafür, mit wie vielen Kollisionen in diesen Fällen bei erfolgter Modellierung zu rechnen wäre.

Hinweise an Naturschutzbehörden und Gutachter:

- Die Anwendung des Berechnungstools für das prognostizierte Tötungsrisiko (Programm Probat) ist Stand der Technik und muss laut WKE erfolgen. Einschätzungen der Gutachter auf Basis von Hinweisen anderer Bundesländer, von „Erfahrungswerten“ aus vielen GM-Gutachten oder aufgrund subjektiver Auslegungen sind nicht akzeptabel.
- Die absolute Anzahl an Aufnahmen hängt von der Empfindlichkeitseinstellung sowie der Zahl der gemessenen Nächte ab. Daher ist die Umrechnung in Aufnahmen pro Nacht sinnvoll (im vom WKE vorgesehenen Messzeitraum).

5 Schlussfolgerungen

Die Auswertungen der GM-Gutachten aus Bayern zeigen, dass die Regelungen des bayerischen Windkrafteerlasses zweckmäßig und fachlich sinnvoll sind. Seitdem das Berechnungsmodul Probat für die Abschätzung der Kollisionen von Fledermäusen an Windkraftanlagen verfügbar ist, gibt es keinen Grund mehr, von den Vorgaben des WKE abzuweichen und die Anzahl der zu erwartenden Kollisionen und einen ggf. notwendigen Abschaltalgorithmus nicht zu berechnen.

Wie in dem im WKE genannten BMU-Forschungsvorhaben, in das Anlagen aus Bayern nicht einbezogen waren, ergeben sich bei den Auswertungen der bayerischen GM-Untersuchungen

- keine großen Unterschiede zwischen verschiedenen Standorten von WKA (Wald versus Acker),
- ein jahreszeitlicher Schwerpunkt der Aktivitäten in Gondelhöhe in den Monaten Juli bis September, ohne dass die übrigen Monate von April bis Juni bzw. der Oktober aber vernachlässigt werden dürfen,
- die Bestätigung der Abhängigkeit der Fledermausaktivität von der Windgeschwindigkeit,
- ein klarer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Aufnahmen in Gondelhöhe als Maß für die Fledermausaktivität und der Zahl der prognostizierten Kollisionen.

Die Gutachten sind in ihrer Qualität sehr heterogen. Diese Auswertung soll dazu beitragen, den Standard zu erhöhen und zu vereinheitlichen. Vielfach (in der Hälfte der Gutachten) wird der bis jetzt für die Untersuchungen vorgesehene Zeitraum von Mitte März bis Ende Oktober nicht eingehalten, was zu Einschränkungen in der Aussagekraft führt.

