

Februar 2020

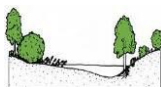
# Windpark Beckedorf – Riepen

Landkreis Schaumburg

## Monitoring Fledermäuse

Bericht

Im Auftrag der  
BEnGSHG  
BürgerEnergieGenossenschaft Schaumburg e.G.



### Dense & Lorenz

Büro für angewandte Ökologie  
und Landschaftsplanung

Herrenteichsstraße 1 • 49074 Osnabrück  
fon 0541 / 27233 • fax 0541 / 260902  
mail@dense-lorenz.de

Auftraggeber: Wind- und Energieverbund Schaumburg GmbH & Co.KG  
Mühlenstr. 60  
31698 Lindhorst

Auftragnehmer: Dense & Lorenz GbR  
Büro für angewandte Ökologie und Landschaftsplanung  
Herrenteichsstraße 1  
49074 Osnabrück

Bearbeitung: Dipl.-Biol. Heike Ostendorf  
Dipl.-Biol. Carsten Dense

Projekt-Nr.: 1811

Osnabrück, 06.02.2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Dense'.

Carsten Dense  
Dipl.-Biologe

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Aufgabenstellung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Erfassungsmethoden</b> .....	<b>2</b>
2.1	Technik .....	2
2.2	Auswertung .....	3
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>5</b>
3.1	WEA 7 (921269).....	5
3.2	WEA 8 (921270).....	12
<b>4</b>	<b>Berechnung der Abschaltzeiten</b> .....	<b>18</b>
4.1	Auswertung mit ProBat.....	18
4.2	Auswertung mit eigener Methodik .....	21
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>25</b>

## Tabellenverzeichnis

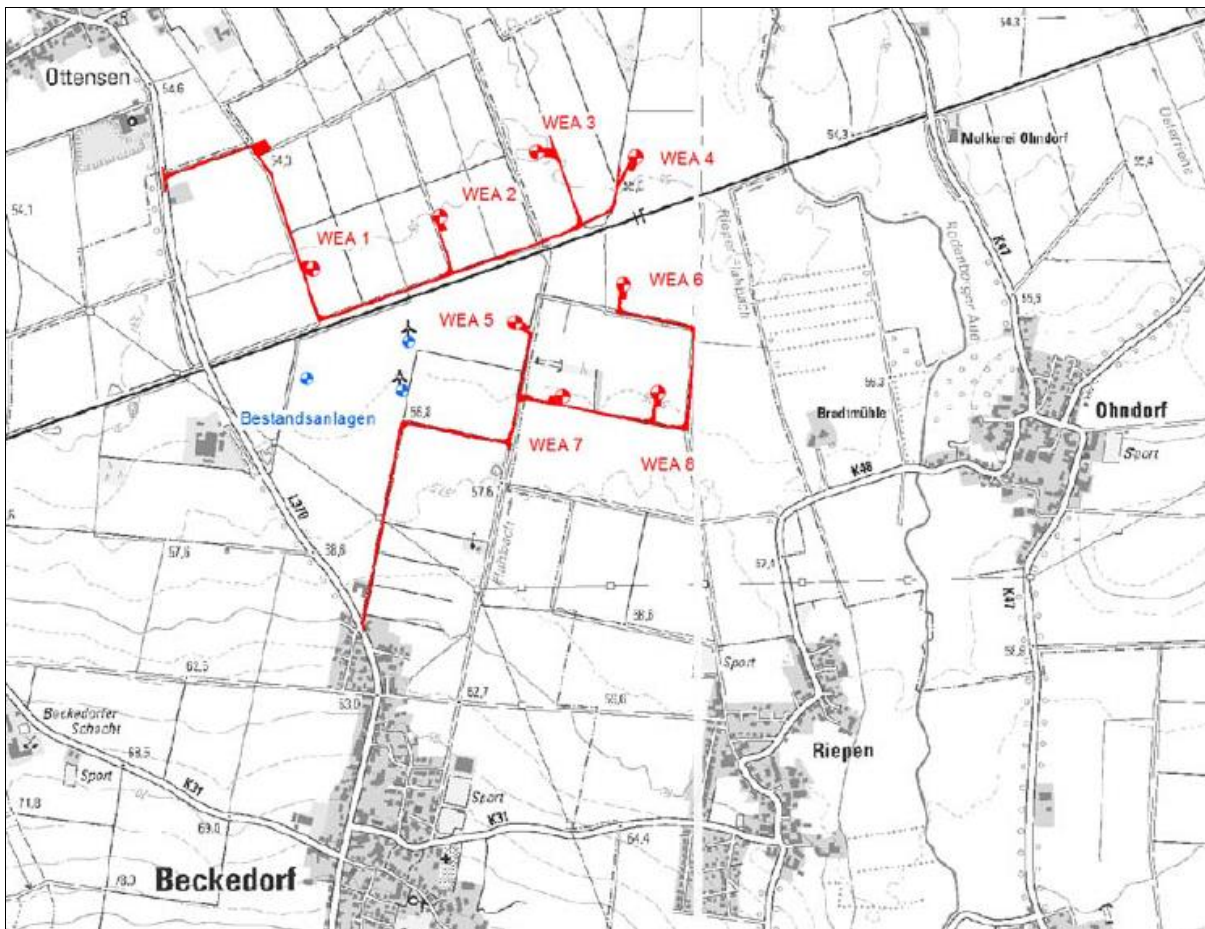
Tab. 1:	Anzahl der Rufsequenzen / besetzter Minuten an der WEA 7 .....	6
Tab. 2:	Anzahl der Rufsequenzen / besetzter Minuten an der WEA 8 .....	12
Tab. 3:	Rufsequenzen und Cut-in-Windgeschwindigkeiten der WEA im WP Beckedorf - Riepen .....	23

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Standorte der WEA im WP Beckedorf – Riepen.....	1
Abb. 2:	Jahreszeitliche Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 7.....	7
Abb. 3:	Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 7 über die Nacht .....	8
Abb. 4:	Verteilung der Fledermausaktivität über Nacht und Jahr an der WEA 7 .....	9
Abb. 5:	Zuordnung der Aktivität an der WEA 7 zu den Windgeschwindigkeiten.....	10
Abb. 6:	Zuordnung der Fledermausaktivität an der WEA 7 zu den Temperaturen .....	11
Abb. 7:	Jahreszeitliche Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 8.....	13
Abb. 8:	Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 8 über die Nacht .....	14
Abb. 9:	Verteilung der Fledermausaktivität über Nacht und Jahr an der WEA 8 .....	15
Abb. 10:	Zuordnung der Aktivität an der WEA 8 zu den Windgeschwindigkeiten.....	16
Abb. 11:	Zuordnung der Fledermausaktivität an der WEA 8 zu den Temperaturen .....	17
Abb. 12:	Aktivitätsverteilung über die Nacht, Vergleichsgrafik aus dem Forschungsvorhaben .....	19
Abb. 13:	Aktivitätsplot Nachtverteilung der WEA im WP Beckedorf-Riepen .....	19
Abb. 14:	Abhängigkeit der Aktivität von der Windgeschwindigkeit, Vergleichsgrafik aus dem Forschungsvorhaben .....	20
Abb. 15:	Aktivitätsplot Windgeschwindigkeit der WEA im WP Beckedorf-Riepen .....	20

## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Bei Windparkplanungen sind die artenschutzrechtlichen Bestimmungen des BNatSchG insbesondere zu den streng geschützten Arten zu beachten. Von Windenergieanlagen geht generell ein Schlagrisiko für Fledermäuse aus, von denen alle Arten streng geschützt sind. Im Windpark Beckedorf-Riepen sind im Frühjahr 2018 vier Enercon E-92 - Anlagen mit einer Nabhöhe von 104 m und einem Rotordurchmesser von 92 m in Betrieb gegangen, der minimale Abstand zwischen Rotorblattspitze und Boden beträgt demnach ca. 58 m. Für die WEA 7 und WEA 8 wurde ein zweijähriges Monitoring auf Gondelhöhe festgelegt.



**Abb. 1:** Standorte der WEA im WP Beckedorf – Riepen

Der Auftrag zur Durchführung wurde unserem Büro Anfang 2018 erteilt.

Zur Vermeidung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände dem Vorsorgeprinzip folgend lief das Monitoring der WEA vom 01. Juli bis zum 31. Oktober 2018 bei abgeschalteten Anlagen, wenn folgende Bedingungen in der Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang zugleich erfüllt waren: Temperaturen  $>10^{\circ}$  Celsius, kein Niederschlag sowie Windgeschwindigkeiten unter 6 m/s. 2019 waren die WEA während des gesamten Untersuchungszeitraums außer Betrieb.

## 2 Erfassungsmethoden

### 2.1 Technik

In den Anlagen wurden Avisoft-Systeme eingerichtet. Eine 90 mm-Mikrofonscheibe mit einem Mikrofon der Firma Knowles und einem eingebauten Testsignalgeber (Piezolausprecher) wurde im hinteren Teil der Gondel in den Boden nach unten gerichtet installiert. Eine am Mikrofon angebrachte Heizung verminderte witterungsbedingte Einflüsse auf die Empfindlichkeit des Mikrofons. Die Verbindung zur im Turmfuß befindlichen Erfassungseinheit, bestehend aus dem UltraSoundGate (USG) der Firma Avisoft Bioacoustics und dem NUC-PC mit der RECORDER – Software, ebenfalls von der Firma Avisoft Bioacoustics, wurde über ein ca. 150 m langes im Turm verlegtes Kabel hergestellt.

Um die Vergleichbarkeit der aufgezeichneten Daten mit denen des Forschungsprojekts zu gewährleisten, wurden die Mikrofone vor Inbetriebnahme nach den Vorgaben des Herstellers kalibriert und nach jeder Saison durch erneutes Kalibrieren überprüft. Dazu wurden alle Komponenten über den Winter ausgebaut.

Die Systeme wurden 2018 und 2019 Anfang April in Betrieb genommen.

Zur Datenreduktion zeichneten die Geräte nur in einem voreingestellten Zeitfenster auf, welches von etwa eine Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang reichte.

Für die Bewertung der Daten werden die Ergebnisse des BMU-Projektes (BRINKMANN et al. 2011) herangezogen. Dies ist nur zulässig, wenn die Methodik hinsichtlich des Aufzeichnungsgeräts und der Anbringung des Mikrofons vergleichbar ist.

Im BMU-Projekt wurden Batcorder und Anabat-Detektoren eingesetzt, im zweiten Teil des Projektes (Renebat II) auch das UltraSoundGate (USG) der Firma Avisoft Bioacoustics. Für den Vergleich mit dem Avisoft-System kommt einmal der direkte Vergleich mit dem USG sowie der Batcorder in Frage, weil diese beiden Geräte im Gegensatz zum Anabat Echtzeitaufnahmen liefern und kalibrierbar sind.

Batcorder und Avisoft verwenden beide denselben Mikrofontyp der Firma Knowles, bei beiden Systemen ist das Mikrofon in eine gleichgroße Mikrofonscheibe eingebaut. Sowohl im BMU-Projekt, als auch in der vorliegenden Untersuchung lag der Installationsort vergleichbar auf der Unterseite der Gondel. Im Unterschied zum Batcorder, bei dem es sich um ein eigenständiges Gerät mit allen Komponenten handelt, welches in der Gondel installiert wird, ist das Avisoft-System rechnerbasiert, wobei im vorliegenden Fall Rechner und USG räumlich getrennt vom Mikrofon unten im Turmfuß standen.

Auch bei der Triggerung einer Aufnahme arbeiten beide Systeme nach einem ähnlichen Prinzip. Die Auslöseschwelle, ab der ein Ruf aufgezeichnet wird, auch als „trigger level“ oder „threshold“ bezeichnet, beträgt beim Batcorder 55 dB SPL. Das hier verwendete Mikrofon wurde auf einen Auslösewert von 50 dB SPL kalibriert.

Neben der Empfindlichkeit des Mikrofons nimmt die pre- und insbesondere die post-trigger Einstellung des Detektors einen Einfluss auf die Anzahl der aufgenommenen Dateien. Pre-trigger ist die Zeitspanne, die vor dem Triggerereignis mit in die Aufnahme integriert wird. Der post-trigger bezeichnet die Zeit nach dem Triggerereignis, die das Programm auf ein nächstes Triggersignal wartet, bevor die Datei dann beendet wird. Die Aufzeichnung lief über zwei Kanäle, einmal mit der im Recorderprogramm hinterlegten BMU-Einstellung (pre-trigger = 0,3 s, posttrigger = 1 s) und zum anderen mit der an den Batcorder angepassten Konfiguration (pretrigger = 0,1 s und posttrigger = 0,2 s).

Zusammengefasst dürften durch die Anpassung der Detektoreinstellungen an den BMU-Werten und die Vergleichbarkeit der Empfindlichkeit der Mikrofone, die beiden entscheidenden Einflussgrößen auf die Anzahl der aufgenommenen Rufsequenzen, die Ergebnisse beider Systeme miteinander vergleichbar sein, so dass die Werte aus dem Forschungsprojekt als Bewertungsmaßstab übertragbar sind.

## 2.2 Auswertung

Die aufgezeichneten Wave-Dateien wurden mit Avisoft SASlab Lite händisch durchgesehen und wenn möglich auf Artniveau bestimmt. Für die Arten Großer und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus noctula* und *N. leisleri*), Breitflügel- und Zweifarbfledermaus (*Eptesicus serotinus* und *Vespertilio murinus*) ist das anhand der Aufzeichnungen oft nicht eindeutig möglich, sie werden unter dem Begriff Nyctaloide zusammengefasst.

Im vierwöchigen Rhythmus wurden die Aufnahmesysteme kontrolliert und die Daten ausgelesen.

Die Zeitstempel der Fledermausrufe wurden auf 10 Minuten Werte aufgerundet und über die 10 min-Intervalle (Wert markiert das Ende eines 10-min-Intervalls) der WEA-Datenbank mit der Temperatur und Windgeschwindigkeit in Beziehung gesetzt.

Als Basis für die weitere Auswertung diente eine Excel-Tabelle, die alle Daten enthielt.

Für die Grafiken wurden nicht die Rufsequenzen sondern die mit Fledermausrufen besetzten Minuten, die näherungsweise einem Individuum entsprechen, verwendet.

Die Bewertung der Daten und Ermittlung der Cut-in-Windgeschwindigkeit erfolgte mit Hilfe einer Maßzahl, die aus einer Untersuchung von BACH (2015) und aus dem Forschungsprojekt zur „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“ (BRINKMANN et al. 2011) abgeleitet wurde. Die im Rahmen dieses Forschungsprojekts durchgeführte Modellrechnung zur Anzahl Rufsequenzen, die statistisch zu einem Schlagopfer führt, ergab einen Mittelwert von ca. 200 (KORNER-NIEVERGELT et al. 2011). Die zugrundeliegenden Daten stammen aus drei verschiedenen Jahren aus dem Zeitraum vom 10.07. – 30.09. und wurden an Anlagen der

Firma ENERCON mit einem Rotordurchmesser von im Median 70 m und einer Nabenhöhe zwischen 63 und 114 m mit einem Median von 98 m ermittelt (NIERMANN et al. 2011).

In der Untersuchung von BACH (2015), der an über 70 WEA vergleichbarer Größe (Median Rotordurchmesser 83 m) in Niedersachsen die Fledermausaktivität dauerhaft akustisch erfasste und zusätzlich eine systematische Schlagopfersuche durchführte, wurde für die Arten Großer Abendsegler, Zwergfledermaus und Rauhhautfledermaus der Wert ermittelt, der statistisch gesehen zu einem Schlagopfer führt, wobei sich die Werte für die Arten stark unterscheiden. Bei 278 (Großer Abendsegler), 52 (Zwergfledermaus) bzw. 22 (Rauhhautfledermaus) Rufsequenzen ist dieser Wert erreicht. Bei diesen Werten handelt es sich schon um eine Hochrechnung auf Grundlage der Formel aus dem BMU-Projekt unter Berücksichtigung von Findewahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur, Sucheffizienz und Abtragsrate. Bei Abendseglerdominanz in den Aufzeichnungen eines Gondelmonitorings ergibt sich unter Verwendung der Daten von BACH (2015) ein Mittelwert der Schlagwahrscheinlichkeit aller Arten, der bei einem Schlagopfer / ca. 200 – 250 Rufsequenzen liegt. Mit einem Sicherheitspuffer arbeitend wurde der Wert auf 200 Kontakte gerundet und als Basis für die eigenen Berechnungen genommen. Bei höheren Anteilen der Zwerg- und Rauhhautfledermaus ist prinzipiell eine Anpassung (Verringerung) des Schwellenwerts möglich. Im Unterschied zum BMU-Projekt, in das nur Daten aus dem Zeitraum vom 10.07. bis 30.09. einfließen, deckte das Projekt von Bach (2015) die gesamte Saison ab und berücksichtigte damit auch theoretisch mögliche jahreszeitliche Unterschiede in der Schlagwahrscheinlichkeit.

Die Umrechnung des Schlagrisikos an WEA mit abweichenden Rotordurchmessern wird durch einen Skalierungsfaktor, der die Abnahme der Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Fledermäusen mit zunehmendem Abstand zur Gondel berücksichtigt, ermöglicht (HOCHRADEL et al. 2011).

Für die Enercon E-92 Anlagen mit einem Rotordurchmesser von 92 m beträgt der Skalierungsfaktor ( $s = 0,03125 \times r - 0,1019$ ) 1,3356, daraus ergibt sich ein Schwellenwert von 150 Rufsequenzen, die statistisch gesehen zu einem Schlagopfer führen.

Der Schwellenwert gibt an, wie viele Rufsequenzen in den auflagenfreien Anlagenbetrieb fallen dürfen. Es wird dann ermittelt, bei welcher Windgeschwindigkeit dieser Wert erreicht wird (Cut-in-Geschwindigkeit). Eine Grundannahme ist dabei, dass die Schlagwahrscheinlichkeit oberhalb der Windgeschwindigkeit, ab der sich die Rotoren drehen, unabhängig von der Windgeschwindigkeit ist.

Die Anzahl der an den WEA im WP Beckedorf - Riepen aufgenommenen Rufsequenzen wurde, sofern Datenlücken auftraten, auf die Zeit vom 01. April - 31. Oktober hochgerechnet. Der gesamte Zeitraum wird in eine Hauptaktivitätszeit (Juli-Sept.) mit 92 Nächten und eine Nebenzeit (April, Mai, Juni und Oktober) mit 122 Nächten aufgeteilt. Die Rufsequenzen

für die Fehlzeiten werden aus den aufgenommenen Kontakten für den Haupt- oder Nebenzeitraum hochgerechnet, ausgehend von einer einfachen linearen Verteilung. Je Nacht ohne Daten wird der Mittelwert der Nächte mit Daten eingesetzt.

Das Verhältnis des Schwellenwertes von 150 Rufsequenzen (= ein Schlagopfer) zu den hochgerechneten Fledermausaufnahmen wird ggf. auf die lückenhafte Datenbasis runtergerechnet. Dann wird ermittelt, bei welcher mittleren Windgeschwindigkeit der Schwellenwert erreicht ist. Wenn die Anlagen erst ab dieser Cut-in-Windgeschwindigkeit anlaufen, werden statistisch gesehen Schlagopfer verhindert.

Neben dieser Methode der Datenbewertung wurde unter Berücksichtigung der Vorgaben von BAUMBAUER et al. (2016) eine Auswertung mit dem Software Tool ProBat Version 6.2b durchgeführt (s. Kapitel 4.1), welches seit Januar 2020 zur Verfügung steht.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 WEA 7 (921269)**

Nach der Inbetriebnahme des Aufnahmesystems am 05. April 2018 lief die Aufzeichnung im ersten Monitoringjahr bis zum 31.10.2018 einwandfrei. 2019 wurden in den ersten Wochen an beiden WEA im WP Beckedorf-Riepen die Speichermedien vollgeschrieben, was bis zum Bereinigen der Festplatten bei der Kontrolle eine Aufzeichnung verhinderte. Daneben kam es, wie auch schon an der WEA 8, zu Problemen mit der USB-Schnittstelle zwischen USG und Rechner, die durch Erdung des Mikrofonkabels behoben wurden. So konnten 2019 in der Zeit vom 26.04. – 24.05. keine Daten aufgenommen werden.

Die Anzahl Rufsequenzen, mit Rufen besetzten Minuten, sowie die Verteilung auf die Arten sind einmal für die Aufzeichnung mit den Batcorder-Einstellungen und zum anderen für das Avisoftsystem in der Tabelle 1 zusammengefasst.

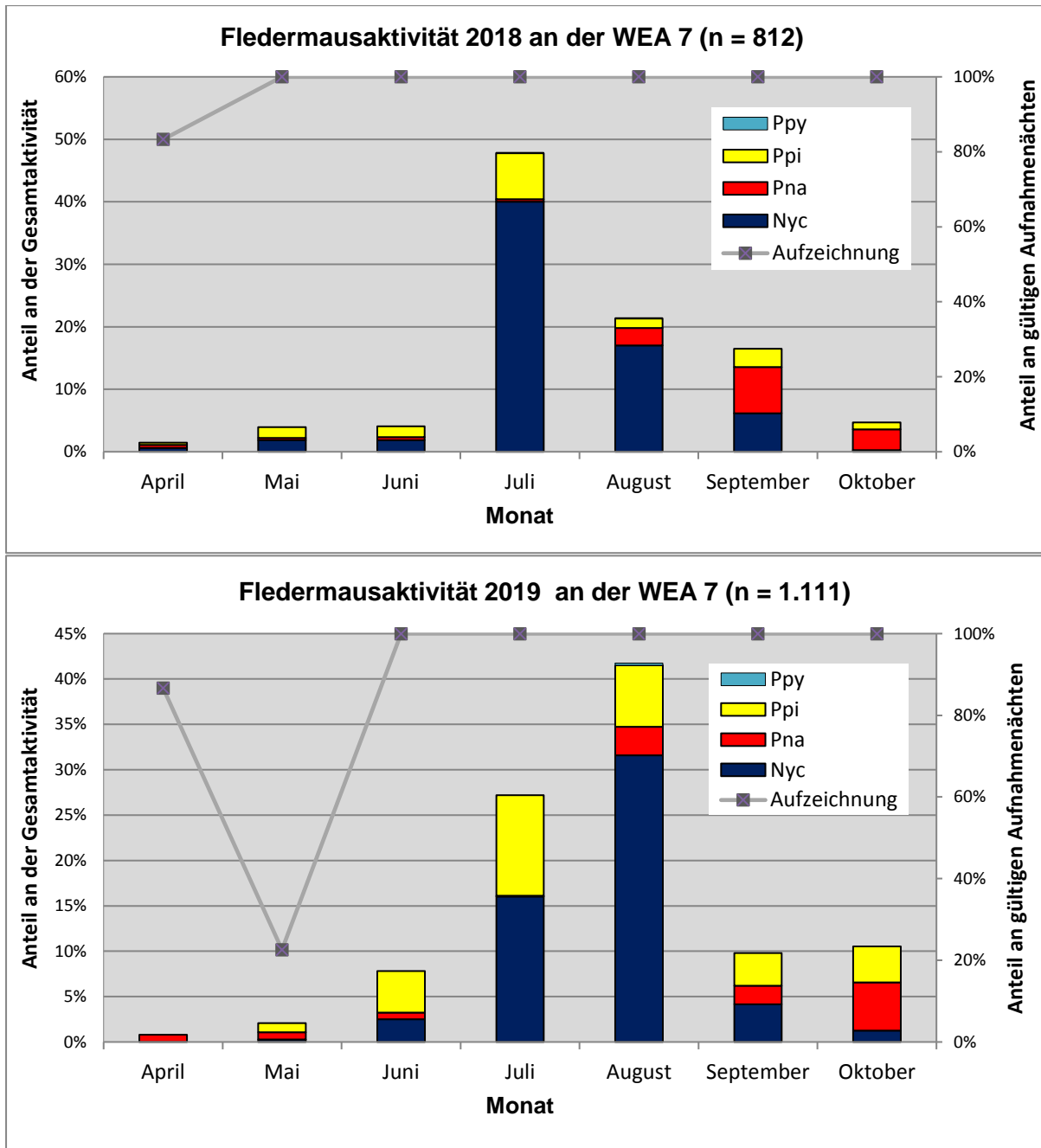


**Tab. 1:** Anzahl der Rufsequenzen / besetzter Minuten an der WEA 7

Fledermausart/-gruppe	2018 (Anzahl gültiger Aufnahmenächte: 209)				2019 (Anzahl gültiger Aufnahmenächte: 186)			
	(Rekordereinst.: Batcorder)		(Rekordereinst.: Avisoft)		(Rekordereinst.: Batcorder)		(Rekordereinst.: Avisoft)	
	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten
Rauhhaufledermaus ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )	262 (7 %)	124 (15 %)	186 (8 %)	122 (15 %)	301 (7 %)	144 (13 %)	224 (8 %)	144 (13 %)
Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )	361 (9 %)	136 (17 %)	265 (11 %)	135 (17 %)	975 (21 %)	344 (31 %)	664 (22 %)	336 (30 %)
<i>Myotis spec.</i>	4	2	3	2	3	3	3	3
Großer Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> )	2.847		1.644		2.842		1.847	
Nyctaloide	453		311		399		247	
Summe Nyctaloide und Großer Abendsegler	<b>3.300</b> <b>(84 %)</b>	<b>550</b> <b>(68 %)</b>	<b>1.955</b> <b>(81 %)</b>	<b>543</b> <b>(68 %)</b>	<b>3.241</b> <b>(72 %)</b>	<b>620</b> <b>(56 %)</b>	<b>2.094</b> <b>(70 %)</b>	<b>617</b> <b>(56 %)</b>
<b>Summe</b>	<b>3.927</b>	<b>812</b>	<b>2.409</b>	<b>802</b>	<b>4.520</b>	<b>1.111</b>	<b>2.985</b>	<b>1.100</b>

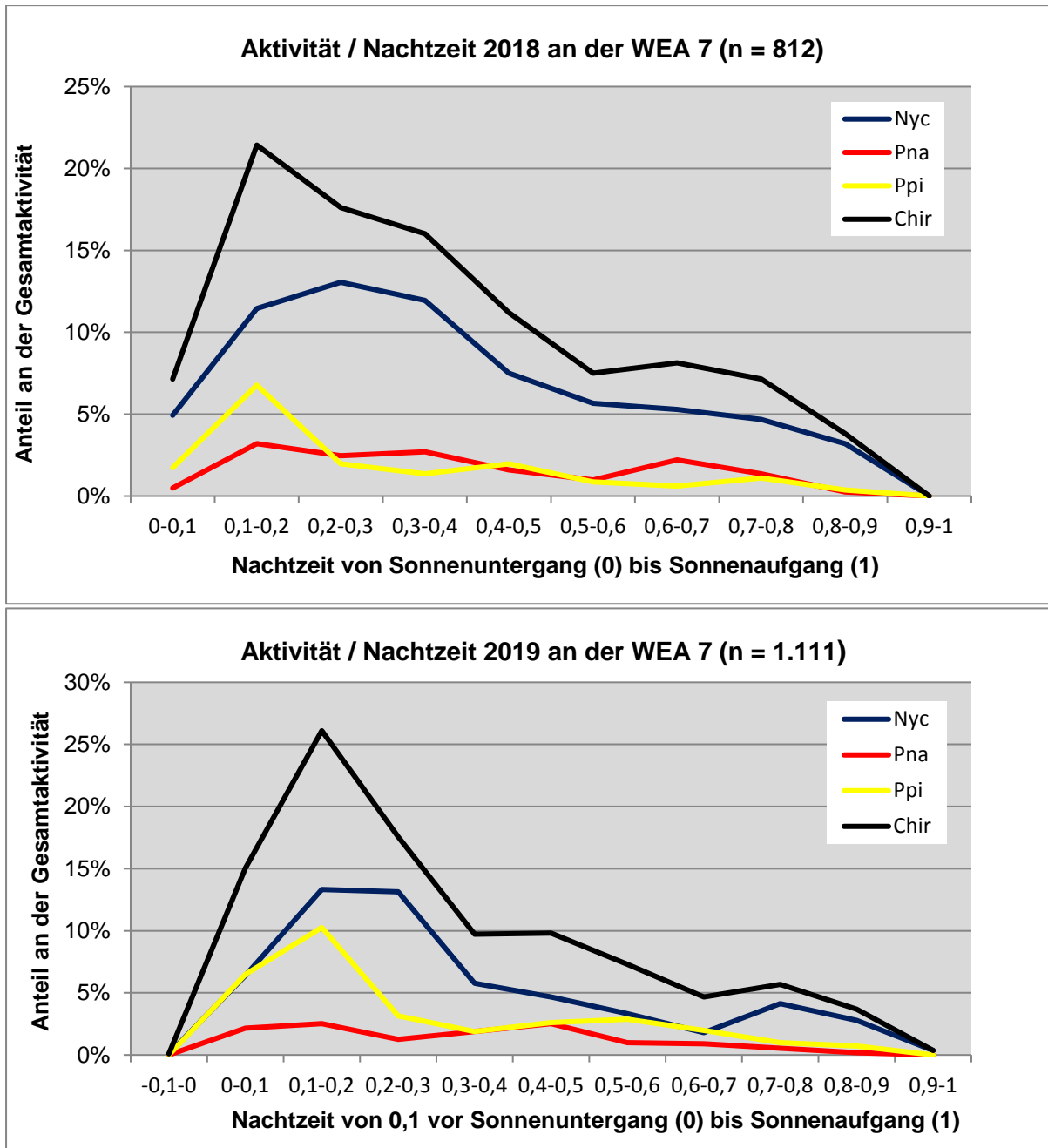
Die Auswertung mit der Anzahl besetzter Minuten ergibt Werte, die näherungsweise mit der Anzahl Individuen gleichzusetzen ist, von denen die aufgenommenen Rufsequenzen stammten. Wenn im Folgenden auf diese Auswertung Bezug genommen wird, wird daher von Individuen gesprochen.

Die jahreszeitliche Verteilung der Fledermausaktivität sowie die Anzahl der gültigen Aufnahmenächte an der WEA 7 ist in der Abbildung 2 dargestellt.

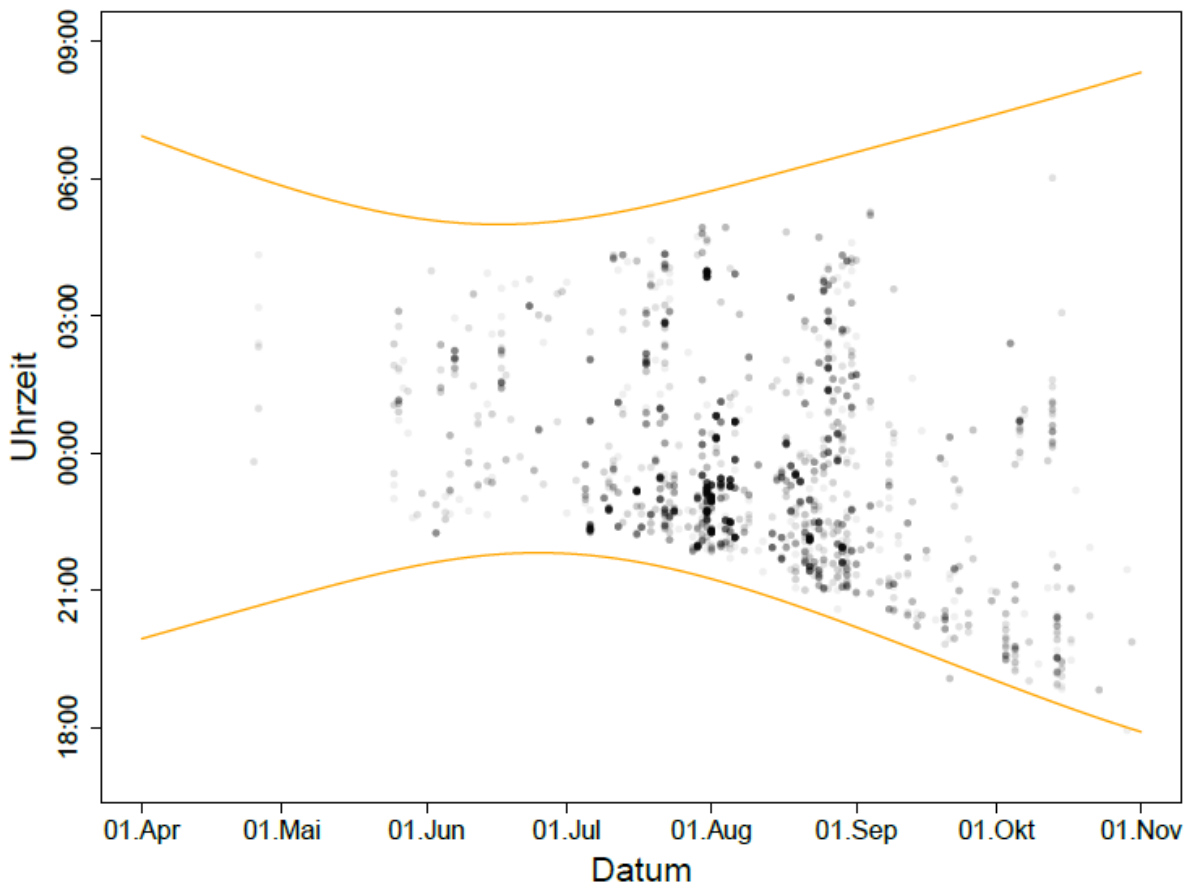
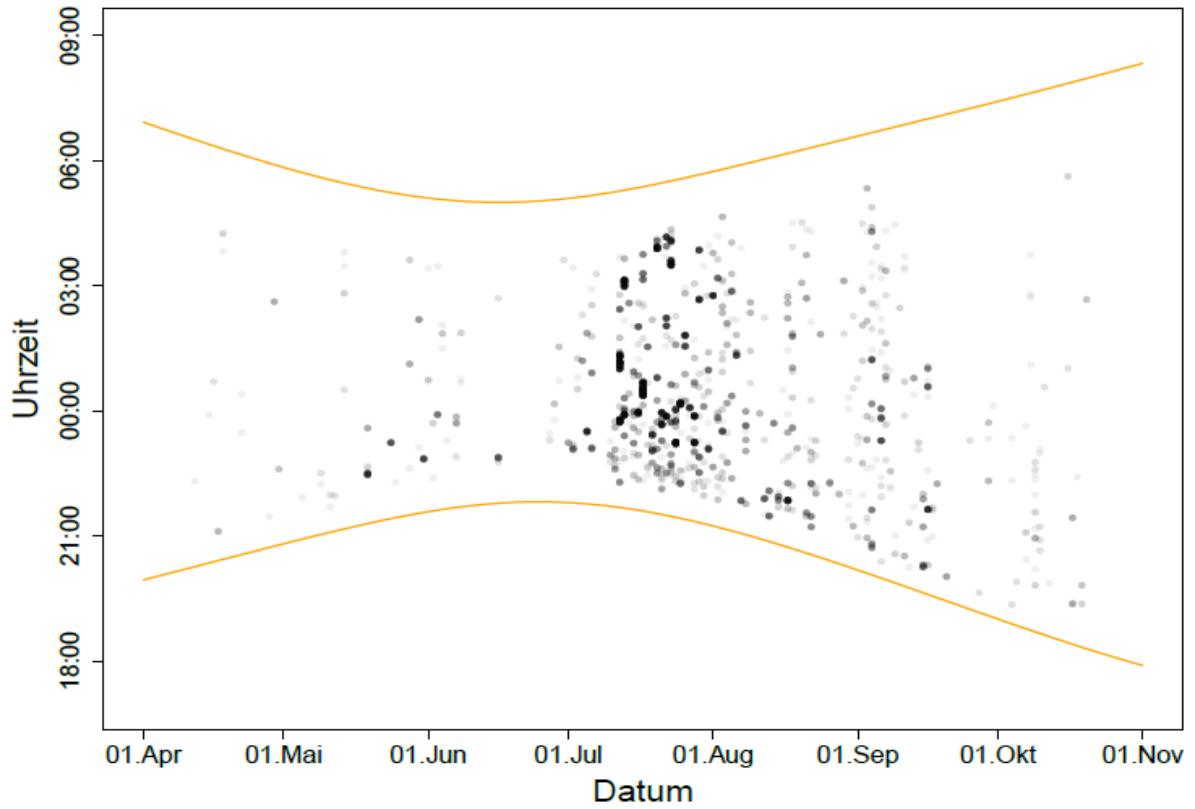


**Abb. 2:** Jahreszeitliche Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 7; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Flughautfledermaus, Ppi = Zwergfledermaus, Ppy = Mückenfledermaus

Die Verteilung der Aktivität über die Nacht verdeutlichen die Abbildungen 3 und 4. Im September 2019 wurde ein Individuum des Großen Abendseglers ca. 20 Minuten vor Sonnenuntergang registriert.

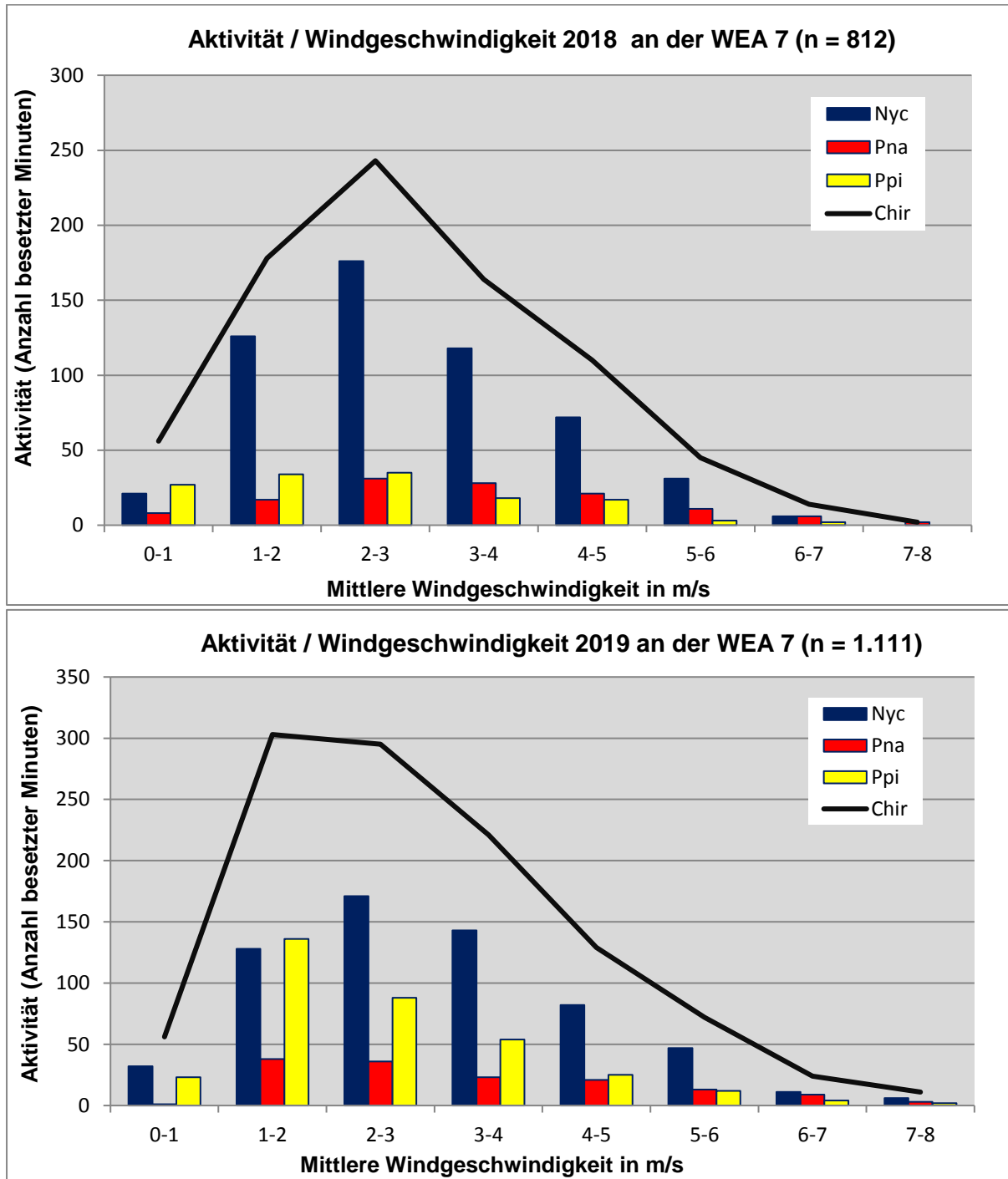


**Abb. 3:** Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 7 über die Nacht; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Rauhhautfledermaus, Ppi = Zwergfledermaus, Chir = Chiroptera, alle Fledermausarten zusammengefasst



**Abb. 4:** Verteilung der Fledermausaktivität über Nacht und Jahr an der WEA 7 (oben: 2018, unten: 2019)

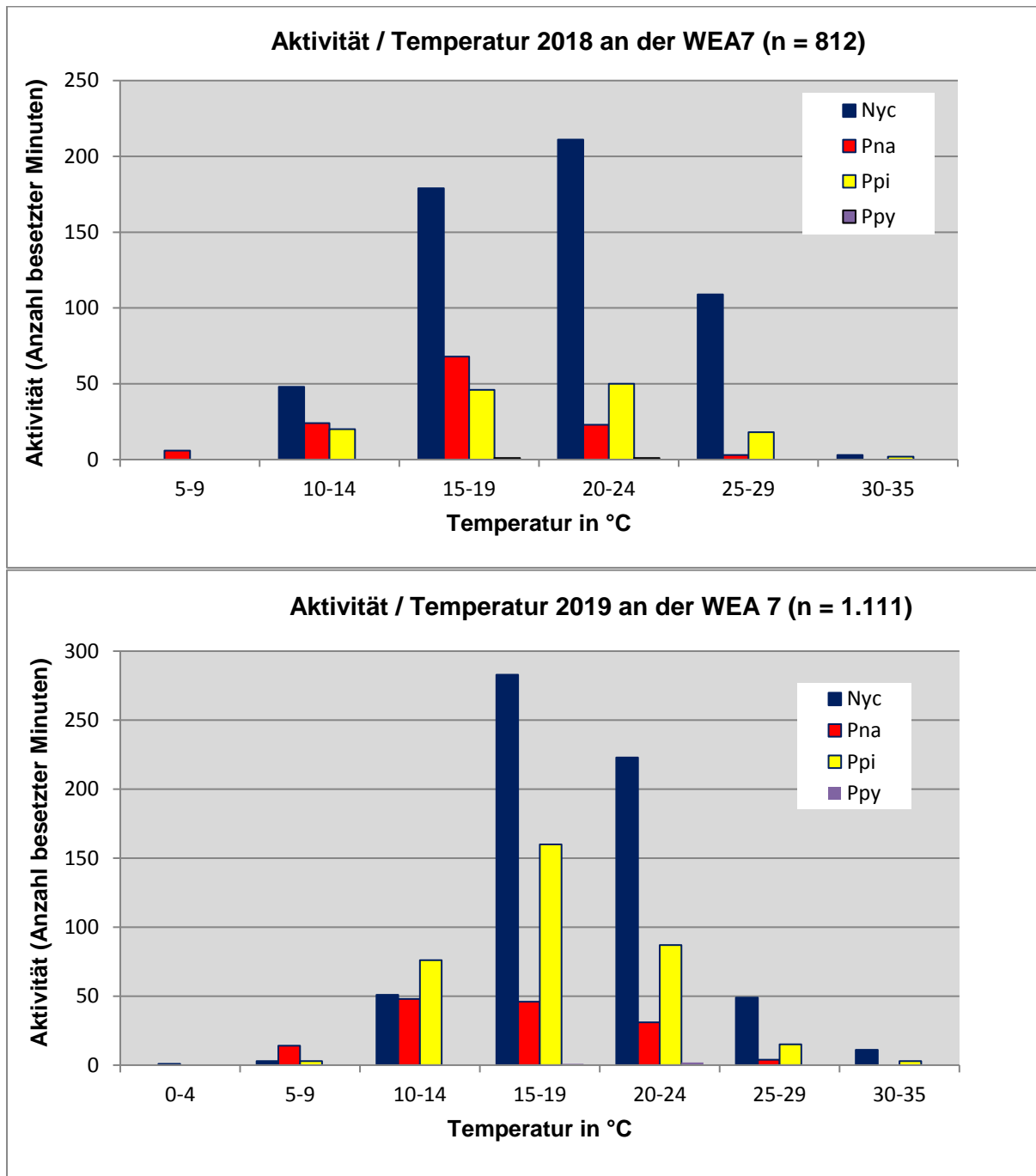
Die höchste mittlere Windgeschwindigkeit mit Fledermausaktivität an der WEA 7 betrug 7,2 m/s (2018) bzw. 8 m/s (2019), 33 Individuen wurden 2019 bei Windgeschwindigkeiten oberhalb von 6 m/s registriert.



**Abb. 5:** Zuordnung der Aktivität an der WEA 7 zu den Windgeschwindigkeiten; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Flughautfledermaus, Ppi = Zwergfledermaus, Chir = Chiroptera, alle Fledermausarten zusammengefasst

Die Temperaturangaben beziehen sich auf in 10-Minuten-Intervallen gemessene Werte an der Außenseite (Oberseite) der Gondel. Die Aktivität der Rauhhautfledermaus bei Temperaturen unter 10 °C wurde 2018 ausnahmslos im Oktober bei Windgeschwindigkeiten unterhalb der Anlaufgeschwindigkeit der WEA aufgezeichnet.

Auch 2019 wurde eine nicht unerhebliche Fledermausaktivität bei Temperaturen unter 10 °C, meist von der Rauhhautfledermaus, festgestellt. Alle 21 unter 10 °C dokumentierten Individuen wurden im Oktober bei Windgeschwindigkeiten von 1,6 – 6,6 m/s registriert.



**Abb. 6:** Zuordnung der Fledermausaktivität an der WEA 7 zu den Temperaturen; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Rauhhautfledermaus, Ppi = Zwergfledermaus, Ppy = Mückenfledermaus

### 3.2 WEA 8 (921270)

Am 05. April 2018 wurde das Aufnahmesystem eingebaut. Durch Probleme mit der USB-Verbindung zwischen USG und PC kam es vom 25.05. – 31.05 zu einem Datenausfall, durch Erdung des Mikrofonkabels konnte das Problem behoben werden.

Ab Ende August 2018 verursachte ein Ultraschallton bei 70 kHz eine fast dauerhafte Aufnahme und dadurch bedingt ein „Vollschreiben“ des Speichermediums, so dass ab dem 23.09. keine Daten mehr aufgezeichnet werden konnten. Bei der Kontrolle am 04.10. wurde die obere Grenze des Frequenzfilters auf 65 kHz gesenkt und die Aufzeichnung bis zum 31.10. fortgeführt.

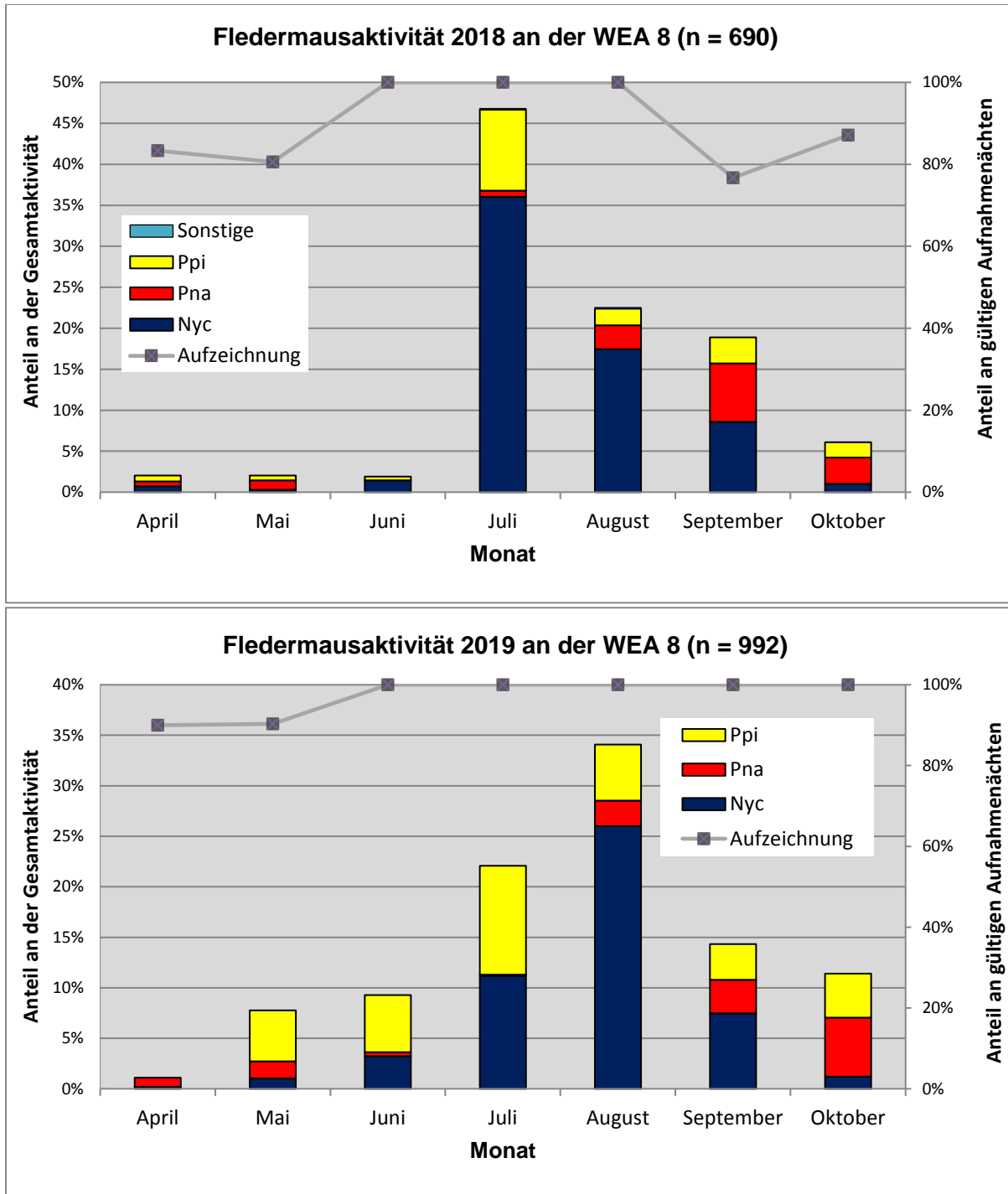
2019 kam es ebenfalls durch ein „Vollschreiben“ des Speichermediums zu einer Datenlücke in der Zeit vom 27.04. – 03.05..

Die Anzahl der an der WEA 8 aufgenommenen Rufsequenzen sowie die Verteilung auf die Arten sind für beide Aufnahmekanäle in der Tabelle 2 dargestellt.

**Tab. 2:** Anzahl der Rufsequenzen / besetzter Minuten an der WEA 8

Fledermausart/-gruppe	2018 (Anzahl an gültigen Aufnahmenächten: 192)				2019 (Anzahl an gültigen Aufnahmenächten: 208)			
	(Rekordereinst.: Batcorder)		(Rekordereinst.: Avisoft)		(Rekordereinst.: Batcorder)		(Rekordereinst.: Avisoft)	
	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten	Ruf- sequenzen	Anzahl besetzter Minuten
	Rauhhaufledermaus ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )	265 (9 %)	108 (16 %)	175 (9 %)	106 (16 %)	349 (9,5 %)	147 (15 %)	234 (9 %)
Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )	342 (12 %)	129 (19 %)	244 (13 %)	125 (18 %)	994 (28 %)	346 (35 %)	710 (28 %)	339 (34 %)
Mückenfledermaus ( <i>Pipistrellus pygmaeus</i> )	1	1	1	1				
Art der Gattung <i>Myotis</i>	1	1	1	1				
Großer Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> )	2.113		1.290		1.985		1.385	
Nyctaloide	153		142		282		193	
Summe Nyctaloide und Großer Abendsegler	<b>2.266</b> <b>(79 %)</b>	<b>451</b> <b>(65 %)</b>	<b>1.432</b> <b>(77 %)</b>	<b>443</b> <b>(66 %)</b>	<b>2.267</b> <b>(63 %)</b>	<b>499</b> <b>(50 %)</b>	<b>1.578</b> <b>(63%)</b>	<b>501</b> <b>(51 %)</b>
<b>Summe</b>	<b>2.875</b>	<b>690</b>	<b>1.853</b>	<b>676</b>	<b>3.610</b>	<b>992</b>	<b>2.522</b>	<b>987</b>

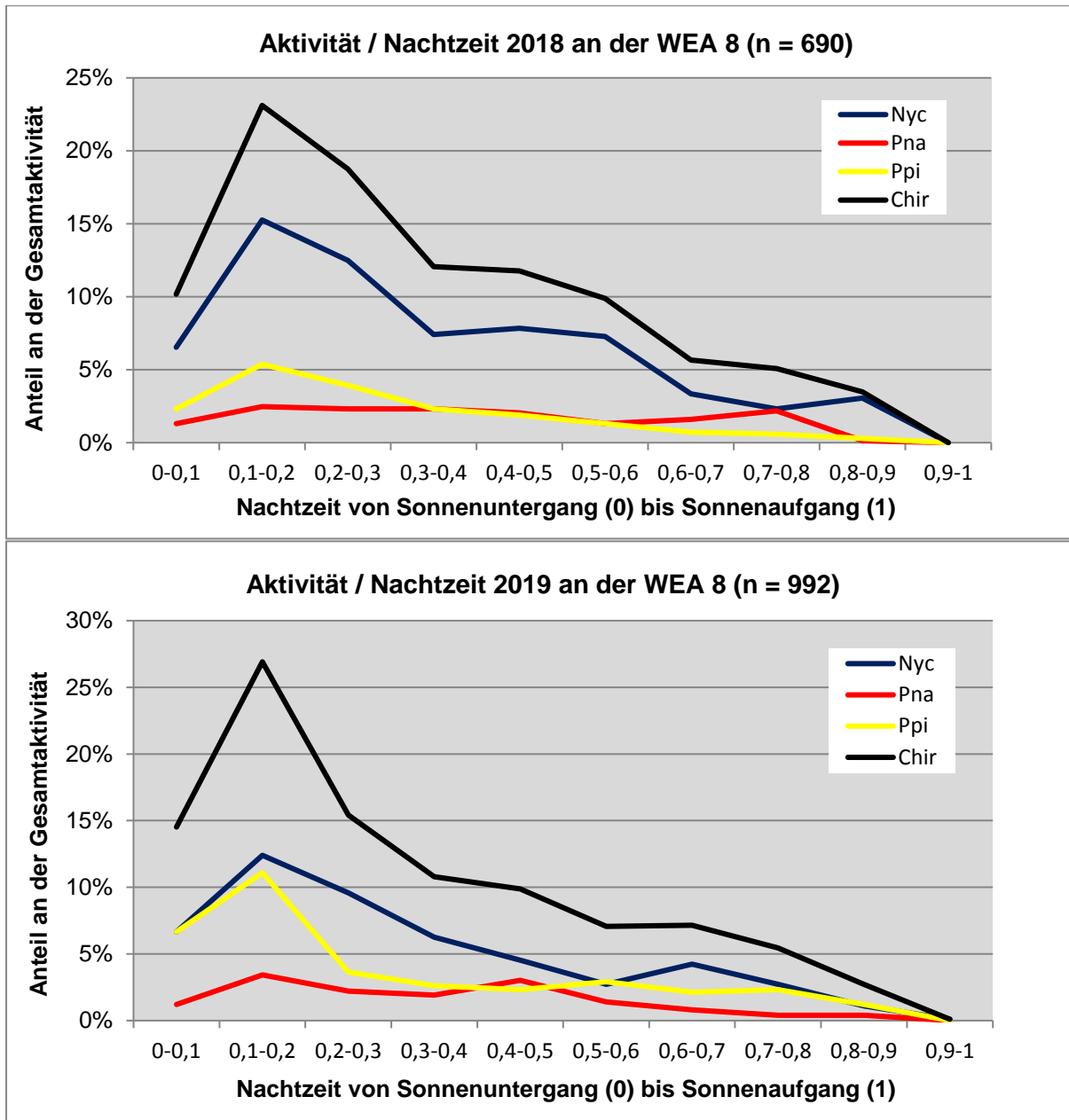
In der folgenden Abbildung 7 sind die jahreszeitliche Verteilung der Aktivität sowie der Anteil an gültigen Aufnahmenächten an der WEA 8 dargestellt.



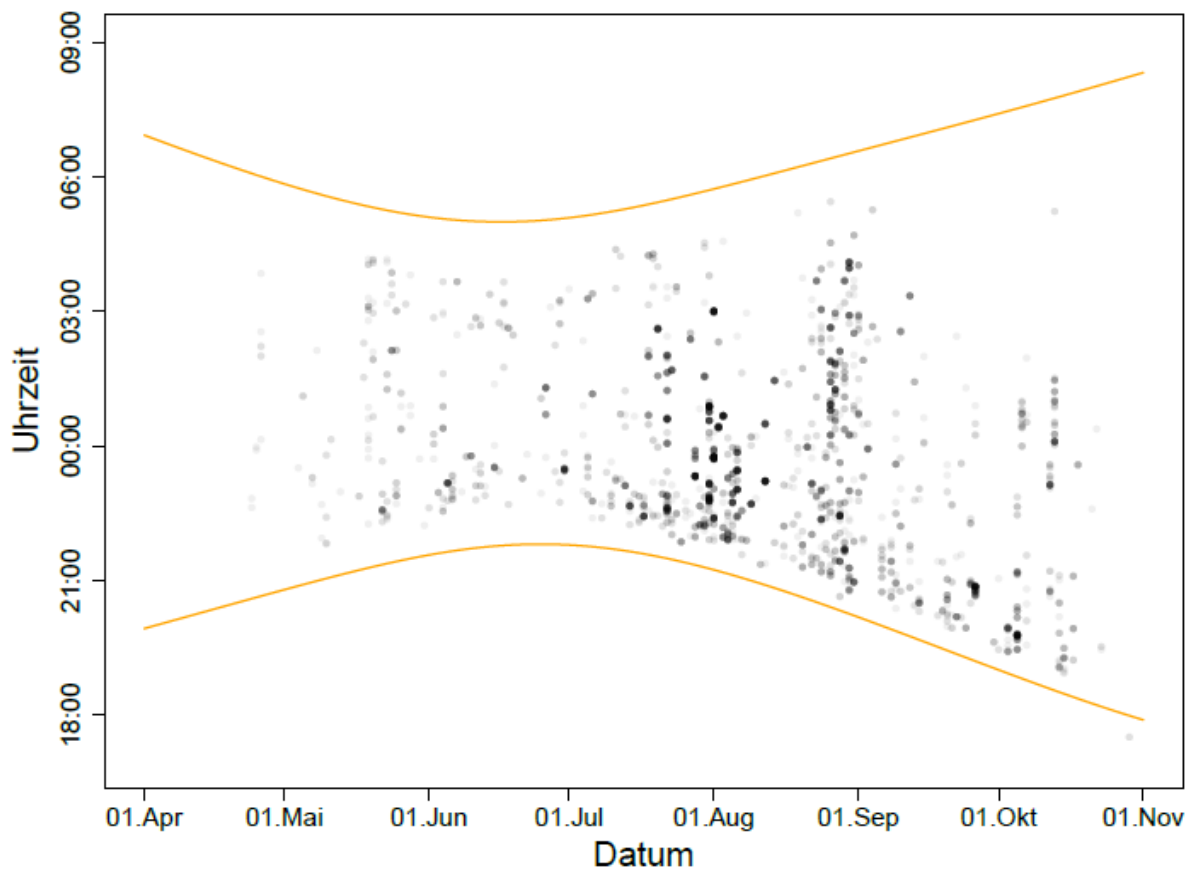
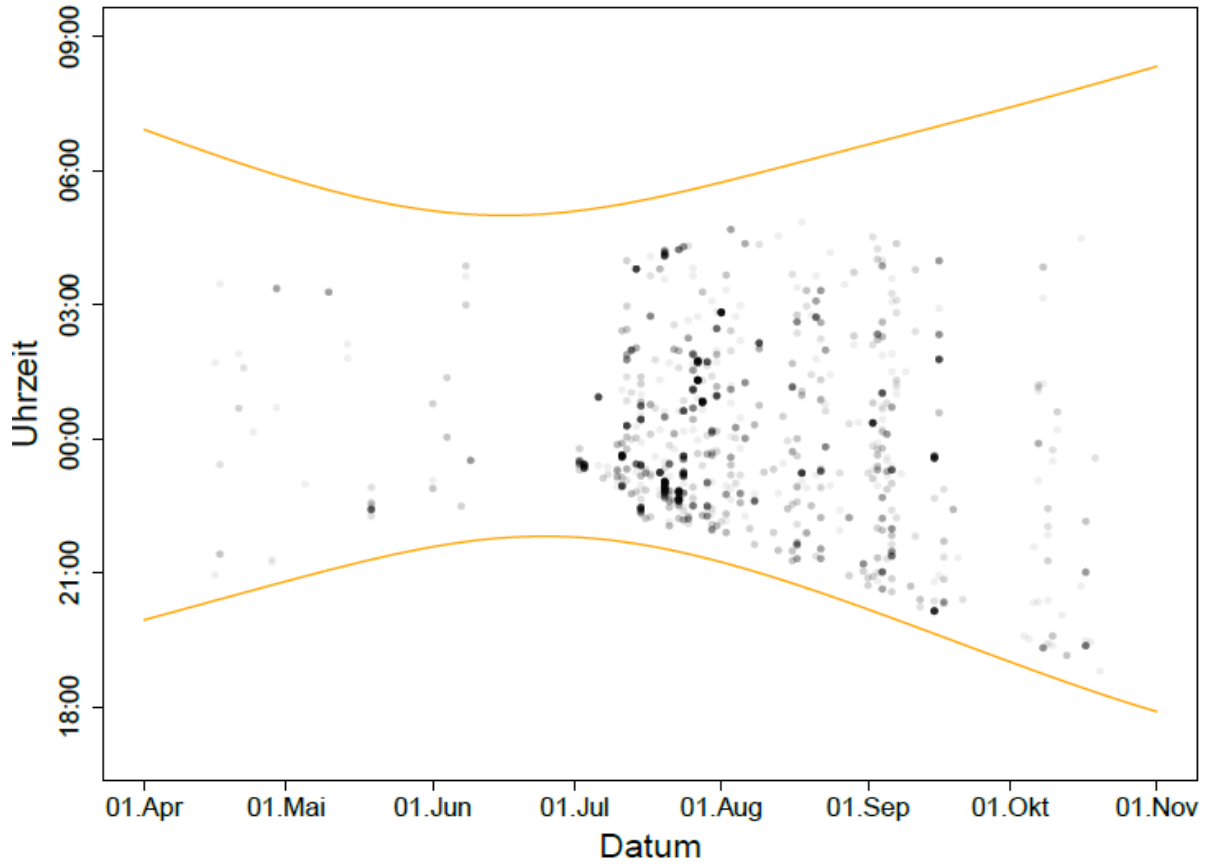
**Abb. 7:** Jahreszeitliche Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 8; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Rauhauffledermaus, Ppi = Zwergfledermaus

An der WEA 8 wurde vor Sonnenuntergang keine Fledermausaktivität registriert (Abbildung 8 und 9).



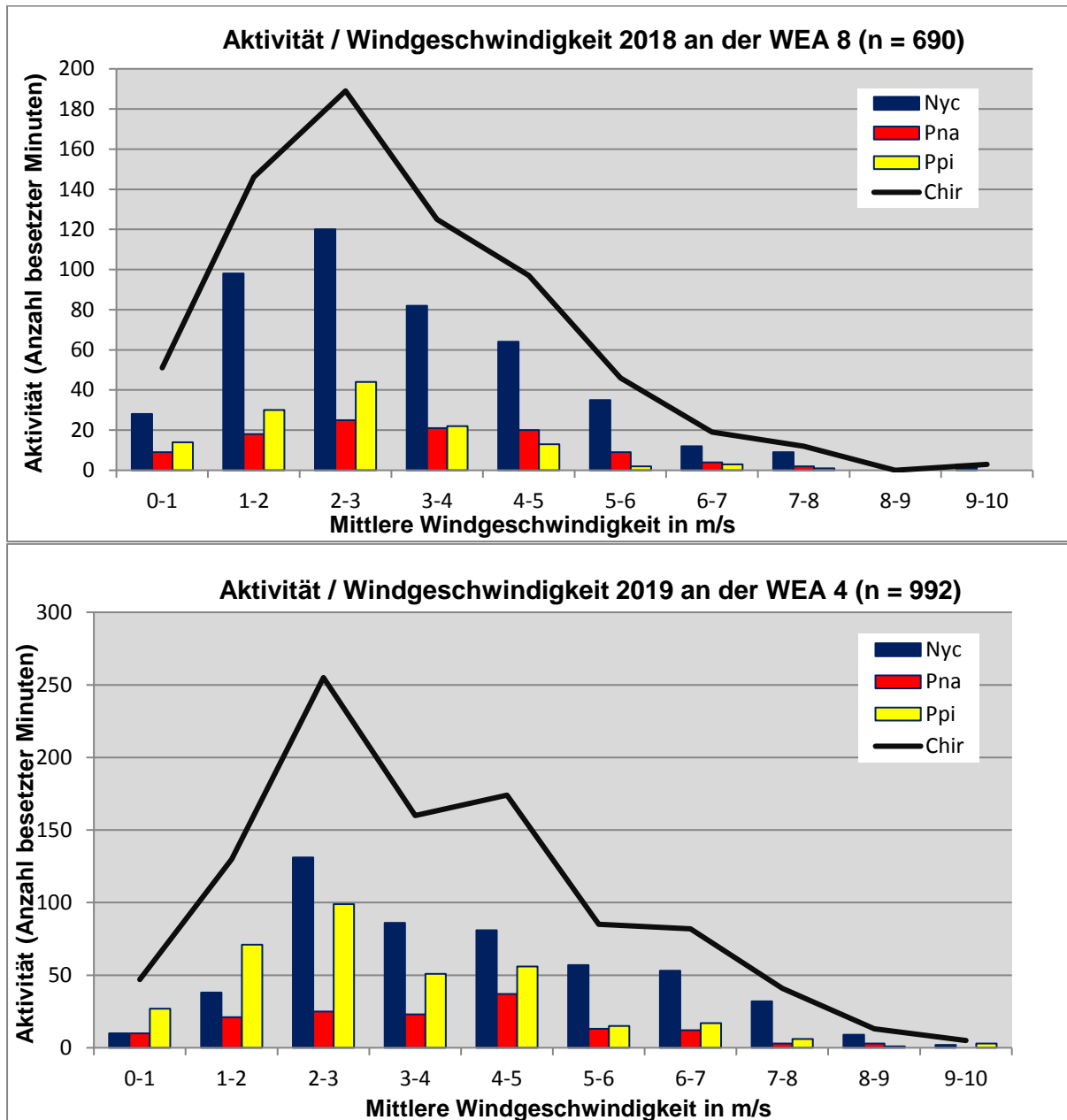


**Abb. 8:** Verteilung der Fledermausaktivität an der WEA 8 über die Nacht; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Flughautfledermaus, Ppi = Zwergfledermaus, Chir = Chiroptera, alle Fledermausarten zusammengefasst



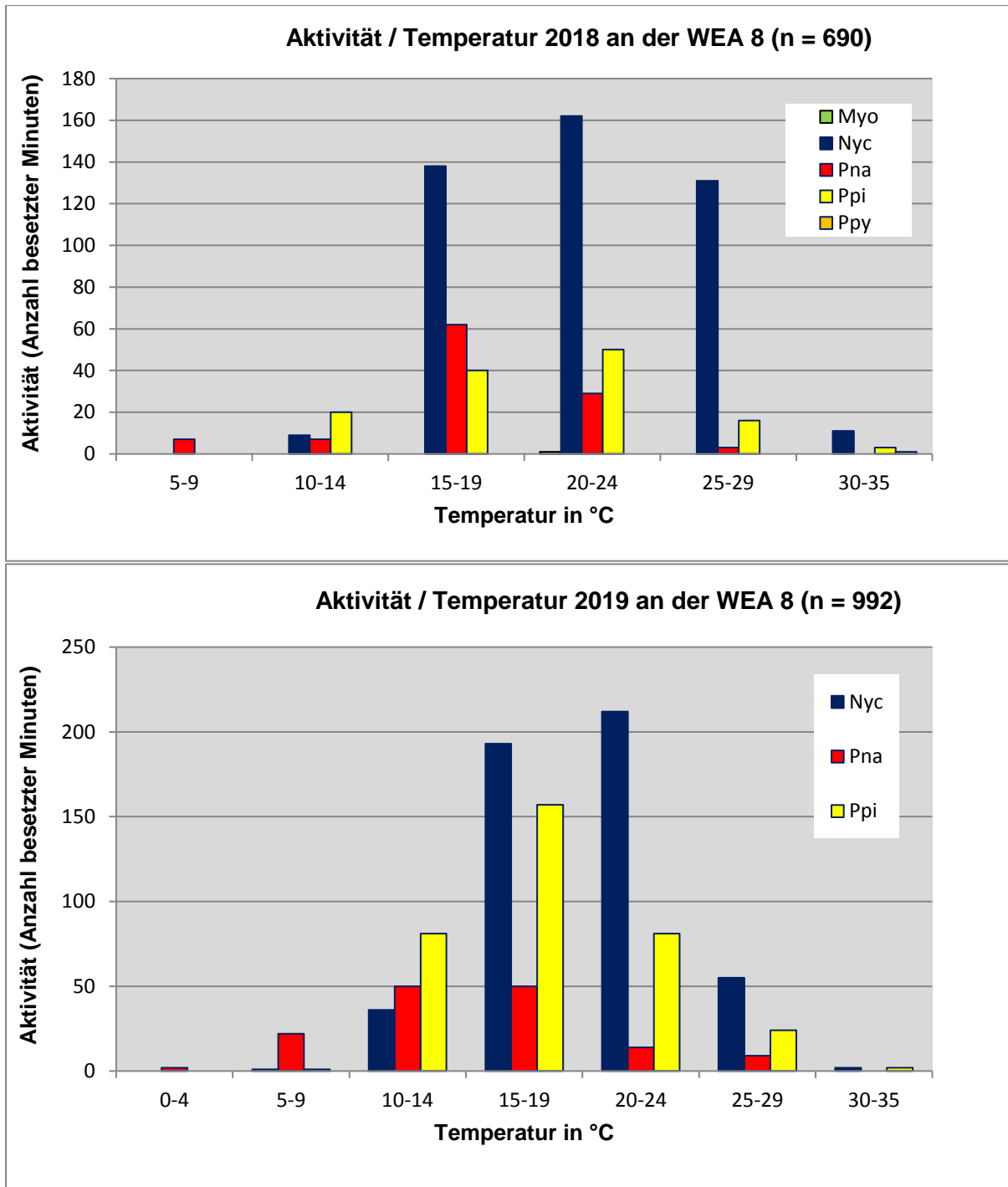
**Abb. 9:** Verteilung der Fledermausaktivität über Nacht und Jahr an der WEA 8 (oben: 2018, unten: 2019)

Der höchste mittlere Windgeschwindigkeit in einem 10-Minuten-Intervall mit Fledermausaktivität betrug an der WEA 8 9,7 m/s, 129 Individuen waren bei Windgeschwindigkeiten oberhalb von 6 m/s an der WEA 8 aktiv (2019).



**Abb. 10:** Zuordnung der Aktivität an der WEA 8 zu den Windgeschwindigkeiten; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Rauhauffledermaus, Ppi = Zwergfledermaus, Chir = Chiroptera, alle Fledermausarten zusammengefasst

Im Oktober 2018 wurden 14 Rufsequenzen der Rauhauffledermaus bei Temperaturen von 8 bzw. 9 ° Celsius registriert, im Mai 2019 wurde sogar noch bei einer Temperatur von 2° C Aktivität der Rauhauffledermaus gemessen. Insgesamt wurden im zweiten Monitoringjahr 57 Rufsequenzen (26 Individuen) aufgenommen, die bis auf zwei alle von der Rauhauffledermaus stammten.



**Abb. 11:** Zuordnung der Fledermausaktivität an der WEA 8 zu den Temperaturen; Nyc = Artengruppe der Nyctaloide, Pna = Rauhhautfledermaus, Ppi = Zwergfledermaus

## 4 Berechnung der Abschaltzeiten

### 4.1 Auswertung mit ProBat

Das aus dem Forschungsvorhaben (BRINKMANN et al. 2011) entwickelte Modell zur Berechnung der Schlagopfer aus den Aufnahmezahlen bezieht in der Differenzierung des Abschaltalgorithmus die Windgeschwindigkeit als auch die Jahres- und Nachtzeit ein. Zur Ermittlung dieser Abschaltzeiten wurde das Software-Tool „ProBat“ veröffentlicht.

Aus dem beim Gondelmonitoring ermittelten Aktivitätsniveau wird ein Anlagenfaktor geschätzt, dieser mit den Daten des Forschungsprojektes in einem stark vereinfachten Modell kombiniert und daraus ein fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmus bestimmt.

Vorraussetzungen für das Arbeiten mit ProBat sind mit dem Forschungsvorhaben vergleichbare Einstellungen des Detektors sowie ähnliche Aktivitätsmuster in der Jahres- wie Nachtverteilung und in der Abhängigkeit der Aktivität von der Windgeschwindigkeit.

Die Aktivitätsmuster im Nachtverlauf ähneln ebenso wie die Abhängigkeit der Aktivität von der Windgeschwindigkeit den Darstellungen des Forschungsvorhabens (s. Abbildung 12 im Vergleich mit Abbildung 13, und Abbildung 14 im Vergleich mit Abbildung 15), sodass eine Anwendung des Programms möglich ist.

Mit der Version 6 wurde im Frühjahr 2019 ein Programm vorgelegt, in dem wesentliche Fehler und Unzulänglichkeiten der vorherigen Version 5.4 offenbar beseitigt worden sind. Das Programm berücksichtigt in seinen Berechnungen auch die Rauhhautfledermaus in Abhängigkeit von deren Anteil an den aufgenommenen Rufsequenzen. Inzwischen liegt die Programmversion 6.2b vor, in der aber keine grundlegenden Änderungen gegenüber der Vorgängerversion vorgenommen wurden.

Bei Anwendung der eigenen Berechnungsmethode werden gerade bei niedriger Anzahl von Rufsequenzen Extremwerte tendenziell stärker gewichtet als bei der Auswertung mit ProBat. Das liegt im Wesentlichen daran, dass ProBat den einzelnen Datensatz einer WEA mit einem sehr großen Datensatz mit gemittelten Werten von vielen WEA verschneidet, sodass die Ergebniskurven geglättet werden und Extremwerte im Datensatz ein geringeres Gewicht bekommen.

Zum Vergleich mit den nach eigener Methodik berechneten Werten werden auch die Ergebnisse der ProBat-Berechnung dargestellt.

Eine Berechnung mit der aktuellen ProBat Version 6.2b wurde für die Datensätze beider Kanäle mit den entsprechenden Detektoreingaben „Batcorder -36 dB“ bzw. „Avisoft 50 dB“ und der Einstellung „weniger als 1 Schlagopfer“ durchgeführt. Das Dämmerungsintervall wurde nicht berücksichtigt, da die Aktivität vor Sonnenuntergang unter 2 % betrug.

Die ProBat-Berichte und Aktivitätsplots liegen bei.

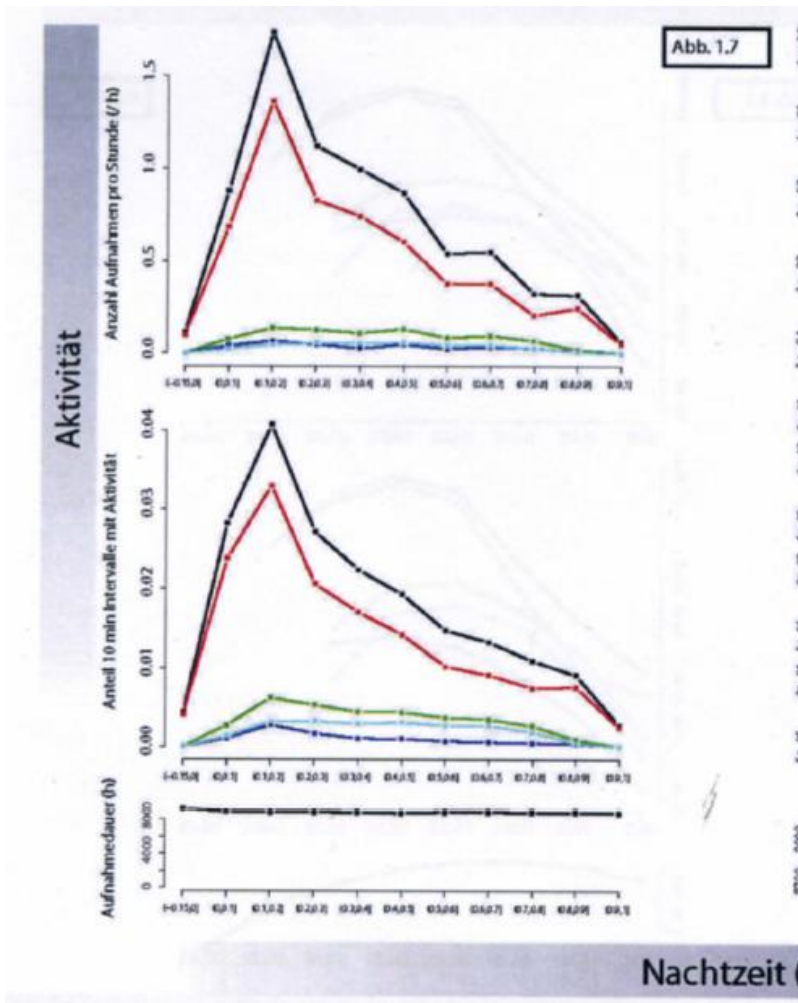


Abb. 12: Aktivitätsverteilung über die Nacht, Vergleichsgrafik aus dem Forschungsvorhaben

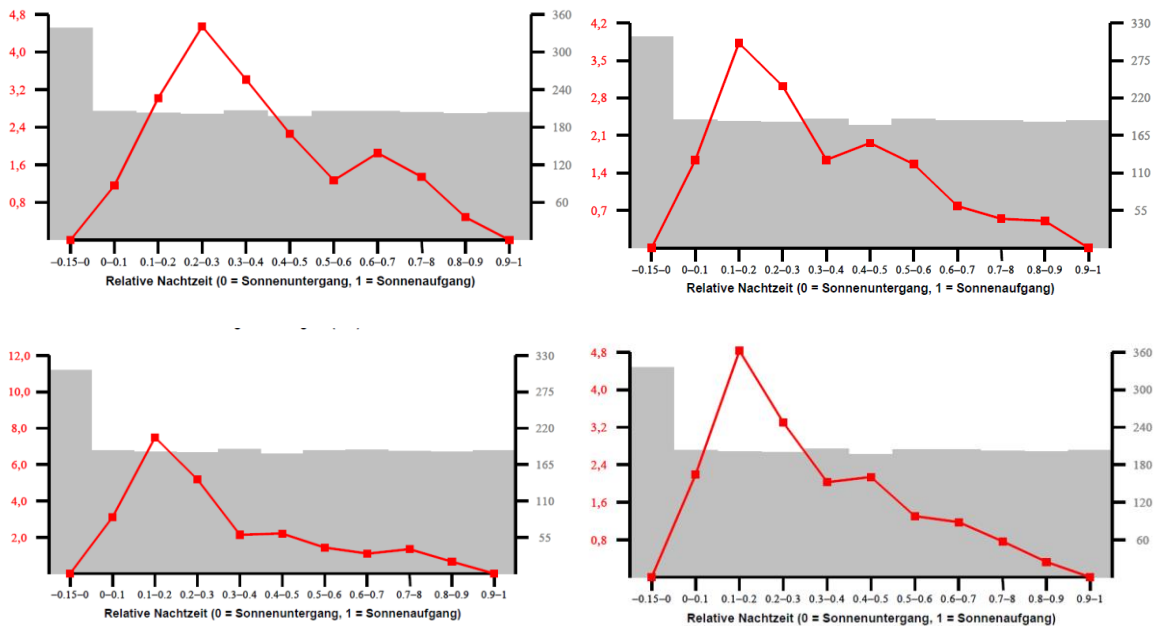
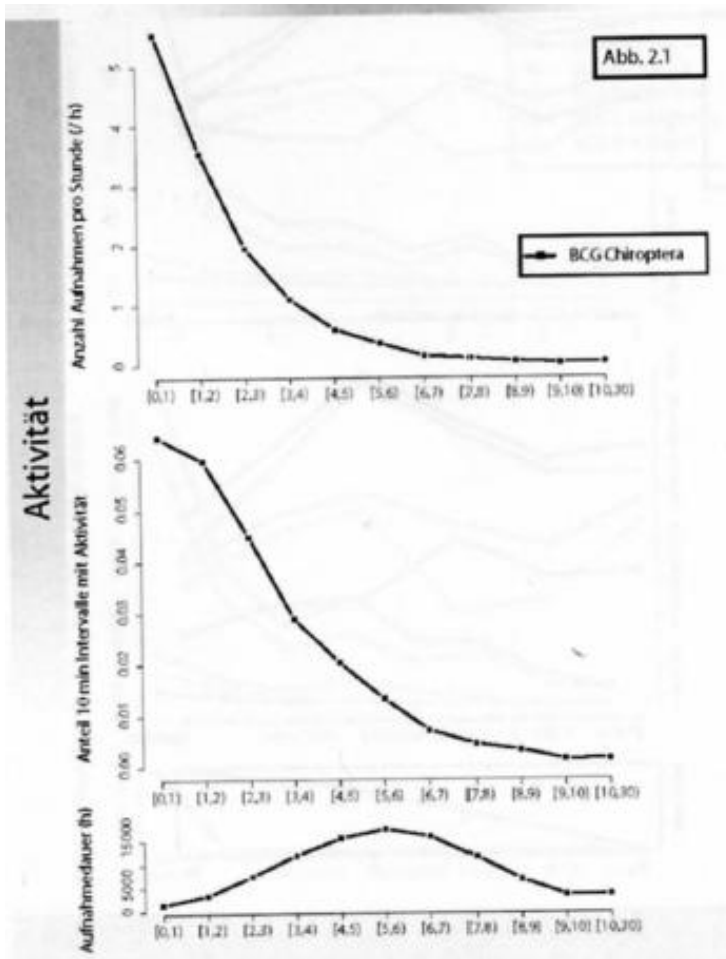
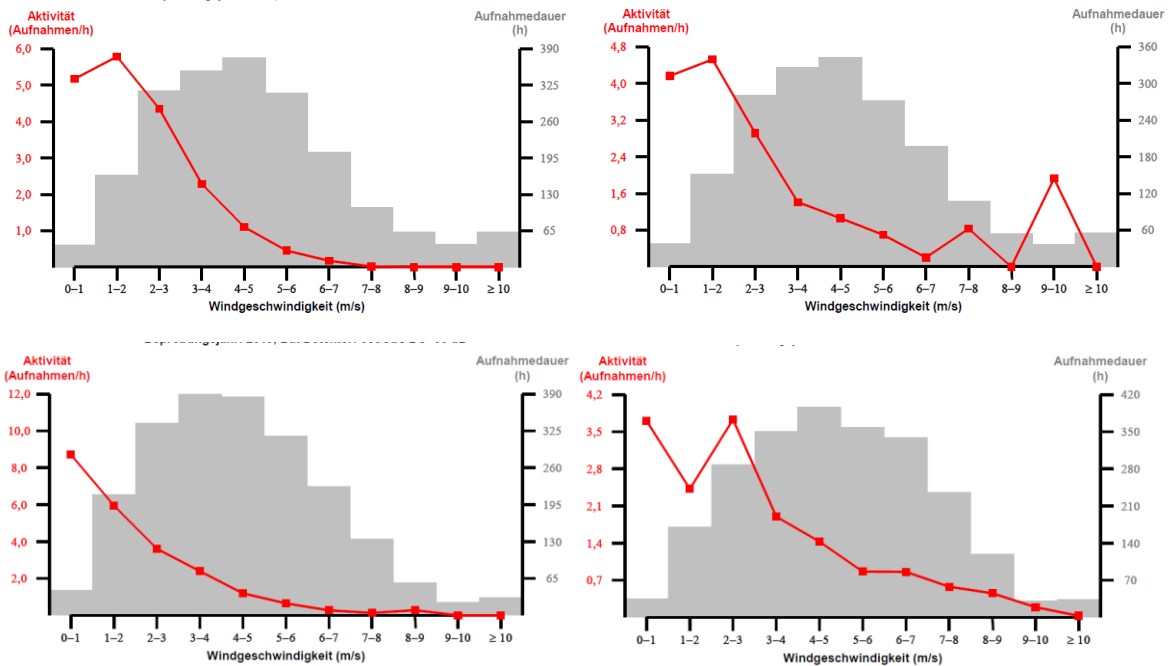


Abb. 13: Aktivitätsplot Nachtverteilung der WEA im WP Beckedorf-Riepen; y-Achse = Aktivität / Aufnahmen pro Stunde, 2. y-Achse = Aufnahmedauer (h), x - Achse = Nachtzeit (links: WEA 7; rechts: WEA 8, oben: 2018, unten: 2019)



**Abb. 14:** Abhängigkeit der Aktivität von der Windgeschwindigkeit, Vergleichsgrafik aus dem Forschungsvorhaben



**Abb. 15:** Aktivitätsplot Windgeschwindigkeit der WEA im WP Beckedorf-Riepen; y-Achse = Aktivität / Aufnahmen pro Stunde, 2. y-Achse = Aufnahmedauer (h), x - Achse = Windgeschwindigkeit in m/s (links: WEA 7; rechts: WEA 8, oben: 2018, unten: 2019)

## 4.2 Auswertung mit eigener Methodik

Neben der Anwendung von ProBat wurden die Daten auch nach der eigenen Methode, die sich auf eine Untersuchung von BACH (2015) stützt, ausgewertet. Dazu wurden die Daten nochmal mit dem Recorderprogramm mit einer von BACH genutzten Konfigurationsdatei ausgewertet. Die Ermittlung der Cut-in-Geschwindigkeit erfolgte über eine Maßzahl (siehe Kapitel 2.2).

Tabelle 3 zeigt alle mit den beiden Methoden berechneten Werte im Überblick.

### WEA 7

An der WEA 7 ergaben die Aufzeichnungen 2.538 (hochgerechnet: 2.550) bzw. 3.636 (hochgerechnet: 3.779) Rufsequenzen. Die Anzahl registrierter Rufsequenzen lässt statistisch gesehen ein signifikant erhöhtes Kollisionsrisiko erwarten.

Unter Zugrundelegung der Daten aus 2019 dürften rechnerisch zur Vermeidung von Schlagopfern bis zu 21 Rufsequenzen der Rauhhautfledermaus in die Betriebszeit der WEA fallen. Dies ist bei einer Windgeschwindigkeit von 5,8 m/s erreicht. Im Verhältnis zur hohen Aktivität liegt der Wert niedrig. Der Grund dafür ist, dass der weit überwiegenden Anteil der Aktivität bei Windgeschwindigkeiten deutlich unterhalb von 5 m/s stattgefunden hat.

Alternativ könnte die Cut-in-Windgeschwindigkeit für die Monate mit geringerer Aktivität herab und im Gegenzug für die Monate mit erhöhter Aktivitätszeit heraufgesetzt werden, so dass in der Summe nur 21 Rufsequenzen (Rauhhautfledermaus) in die auflagenfreie Betriebszeit fallen. Mit der Nachtzeit kann im Prinzip ebenso verfahren werden.

So könnte die WEA 7 in den Monaten April, Mai und Juni mit einer Cut-in-Geschwindigkeit von 5 m/s betrieben werden, wenn im Gegenzug in der restlichen Zeit die Anlaufgeschwindigkeit auf 5,9 m/s angehoben wird. Hinsichtlich der Nachtzeit kann der Zeitraum dahingehend eingeschränkt werden, dass erst 20 Minuten nach Sonnenuntergang bis 90 Minuten vor Sonnenaufgang die Abschaltbedingungen gelten.

### WEA 8

An der WEA 8 ist mit insgesamt 2.427 (hochgerechnet: 2.636) sowie 2.727 (hochgerechnet: 2.759) die Wahrscheinlichkeit eines Schlagopfers ebenfalls gegeben. Als Vermeidungsmaßnahme müsste die Anlagensteuerung so programmiert werden, dass mindestens 2.579 Rufsequenzen in eine zu bestimmende Abschaltzeit der Anlage fallen müssten, dies wäre bei einer Cut-in-Geschwindigkeit von 7 m/s erreicht. Der Unterschied zur WEA 7 kommt trotz sehr ähnlicher Höhe der Aktivität dadurch zustande, dass an der WEA 8 mehr Rufsequenzen bei höheren Windgeschwindigkeiten aufgenommen wurden.



Alternativ könnte die WEA 8 in den Monaten April, Mai und Juni mit einer Anlaufgeschwindigkeit von 5,5 m/s laufen, wenn im Gegenzug die Cut-in-Geschwindigkeit auf 7,1 m/s für die Zeit vom 1. Juli – 31. Oktober angehoben wird. Die Abschaltbedingungen gelten für die Zeit von 20 Minuten nach Sonnenuntergang bis 50 Minuten vor Sonnenaufgang

### Temperatur

An beiden WEA wurde 2018 auch bei Temperaturen unter 10 °C Aktivität insbesondere der schlaggefährdeten Rauhhautfledermaus dokumentiert. Von insgesamt 19 Rufsequenzen wurden aber zwölf bei Windgeschwindigkeiten unterhalb der Anlaufgeschwindigkeit der WEA registriert, sieben bei 3,2 m/s und somit etwa im Bereich der Anlaufgeschwindigkeit.

2019 erhöhte sich sogar noch die Aktivität bei Temperaturen unter 10 °C, an beiden WEA wurden ca. 50 Rufsequenzen bei Temperaturen zwischen 2 – 9 °C aufgezeichnet.

Die allermeisten Rufe bei Temperaturen unter 10 °C wurden im Oktober registriert. Dies entspricht den Ergebnissen zahlreicher anderer Gondelmonitoringprojekte, in denen fast ausschließlich im Oktober Rufe bei Temperaturen unter 10 °C aufgenommen wurden. Im Frühjahr (April und Mai) wird dagegen bei solchen Temperaturen nur sehr selten Fledermausaktivität festgestellt. Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse werden für den WP Beckedorf-Riepen folgende Empfehlungen gegeben:

WEA 8: Durch eine Absenkung der Temperaturgrenze von 10 °C auf 8 °C als Abschaltkriterium im Oktober würde an der WEA 8 ca. 92 % der Fledermausaktivität (= Oktober, < 10°C) in die Abschaltzeit fallen.

WEA 7: Eine Absenkung der Temperaturgrenze von 10 °C auf 6 °C als Abschaltkriterium ist für den Oktober notwendig, da ein nicht unerheblicher Anteil der Aktivität noch zwischen 6 – 8 °C registriert wurde.

Obwohl auch im Mai Fledermäuse bei Temperaturen unter 10 °C flogen, wird für den Mai keine Absenkung der Temperaturgrenze empfohlen, weil nach den umfangreichen vorliegenden Daten aus anderen Projekten die Aktivität bei niedrigen Temperaturen im April und Mai als seltene Ausnahme eingeschätzt wird.

**Tab. 3:** Rufsequenzen und Cut-in-Windgeschwindigkeiten der WEA im WP Beckedorf-Riepen

	WEA 7						WEA 8					
	2018			2019			2018			2019		
<b>Zeitraum April, Mai, Juni und Oktober</b>	Einstellung Batcorder	Einstellung Avisoft	eigene Methode	Einstellung Batcorder	Einstellung Avisoft	eigene Methode	Einstellung Batcorder	Einstellung Avisoft	eigene Methode	Einstellung Batcorder	Einstellung Avisoft	eigene Methode
Gültige Aufnahmenächte (von insgesamt <b>122</b> )	117	117	117	94	94	94	107	107	107	116	116	116
Anzahl Rufsequenzen	302	224	274	565	395	480	190	143	167	781	547	609
hochgerechnet			286			623			190			641
<b>Hauptaktivitätszeit Juli - Sept</b>												
gültige Aufnahmenächte (von insgesamt <b>92</b> )	92	92	92	92	92	92	85	85	85	92	92	92
Anzahl Rufsequenzen	3.625	2.185	2.264	3.955	2.580	3.156	2.685	1.710	2.260	2.829	1.975	2.118
hochgerechnet			2.264			3.156			2.446			2.118
Summe der aufgenommenen Rufsequenzen	3.927	2.409	2.538	4.520	2.985	3.636	2.875	1.853	2.427	3.610	2.522	2.727
Summe hochgerechnet			2.550			3.779			2.636			2.759
<b>Rufsequenzen = Schlagopfer:</b>												
Ca. 150 (22) Rufsequenzen = 1 Schlagopfer												
runtergerechnet:	-	-	149/21*	-	-	144/21*			138			148
Cut-in Windgeschwindigkeit (m/s)			<b>5,0</b>			<b>5,8</b>			<b>6,3</b>			<b>7,0</b>
Cut-in Windgeschwindigkeit (m/s) durch proBat 6.2b ermittelt Schlagopfer < 1	<b>5,6</b>	<b>5,6</b>	-	<b>5,7</b>	<b>5,7</b>	-	<b>5,6</b>	<b>5,6</b>	-	<b>6,2</b>	<b>6,2</b>	

\*da unter den 149 bzw 144 Rufsequenzen, die in den auflagenfreien Betrieb fallen, mehr als 22 Rufsequenzen der Rauhhautfledermaus sind, wird nicht mit den 149 Rufsequenzen gerechnet, die sich auf das Schlagrisiko der nyctaloiden Arten beziehen, sondern mit 22 Rauhhautfledermaus-Rufsequenzen, die ein Schlagopfer ergeben.

## 5 Zusammenfassung

An zwei Enercon E-92 Anlagen im WP Beckedorf-Riepen begann im April 2018 ein zweijähriges Gondelmonitoring. Dabei kamen Avisoft-Geräte zum Einsatz, wobei das Mikrofon im Gondelboden montiert war.

An beiden Anlagen wurde insgesamt eine Aktivität mit Dominanz der Artengruppe der Nyctaloiden registriert, der Anteil der Pipistrellen (Zwerg-, Rauhhaut- und Mückenfledermaus) lag allerdings recht hoch und erreichte Werte von ca. 20 bis 50 %.

Als Vermeidungsmaßnahme sind weiterhin Abschaltzeiten in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit notwendig.

Eine Berechnung der Cut-in-Geschwindigkeit erfolgte durch das Software-Tool ProBat (Version 6.2b) sowie mit eigener Methode, die als Bewertungsmaßstab Werte aus dem BMU-Projekt (BRINKMANN et al. 2011) und Untersuchungen von BACH (2015) nimmt. Nach beiden Methoden werden die WEA so gesteuert, dass der Anteil der Aktivität, der in die Betriebszeit der WEA fällt, soweit verringert ist, dass rechnerisch kein Schlagopfer mehr zu erwarten ist. Aus beiden Auswertemethoden ergeben sich für die einzelnen WEA differenzierte Vorschläge für Abschaltalgorithmen.

Der mit Auflagen belegte Zeitraum kann von 20 Minuten nach Sonnenuntergang bis 50 (WEA 8) bzw. 90 (WEA 7) Minuten vor Sonnenaufgang eingegrenzt werden.

Für die WEA 7 ist nur für den Oktober eine Absenkung der Temperaturgrenze von 10 °C auf 6 °C als Abschaltkriterium notwendig, da noch bis unter 6 °C Aktivität registriert wurde.

Für die WEA 8 sollte nur für den Oktober der Grenzwert des Abschaltkriteriums Temperatur auf 8 °C gesenkt werden.

Die Ergebnisse der ProBat-Berechnungen mit der Einstellung < 1 Schlagopfer sind beigefügt.

## 6 Literatur

- BACH, L. (2015): Schlagopfer an WEA in Norddeutschland, Auswertung Untersuchungsergebnisse 2008-2014. – Präsentation 15.01.2016 auf bürointernem Workshop in Osnabrück.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (HRSG.)(2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. – Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier-Verlag, Göttingen.
- HOCHRADEL, K., U. ADOMEIT, N. HEINZE, M. NAGY, F. STILLER & O. BEHR (2015): Wärmeoptische 3D-Erfassung von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen – In: BEHR, O., R. BRINKMANN, F. KORNER-NIEVERGELT, M. NAGY, I. NIERMANN, M. REICH & R. SIMON (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (Renebat II). – Umwelt und Raum Bd. 7, 81-100, Cuvillier-Verlag, Göttingen.
- KOPPE, P. & A. STOZEK (1999): *Kommunales Abwasser*. 4. Auflage. Vulkan-Verlag GmbH, Essen.
- KORNER-NIEVERGELT, F., O. BEHR, I. NIERMANN & R. BRINKMANN (2011): Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. – In: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. – Umwelt und Raum Bd. 4, 323-353, Cuvillier-Verlag, Göttingen.
- NIERMANN, I., R. BRINKMANN, F. KORNER-NIEVERGELT & O. BEHR (2011): Systematische Schlagopfersuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. – In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (HRSG.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an On-shore-Windenergieanlagen. – Umwelt und Raum Bd. 4, 40-115, Cuvillier-Verlag, Göttingen.