ProBat
Windenergie & Fledermausschutz

Voraussetzungen für die Verwendung von ProBat

Lothar Baumbauer, Sören Greule, Martina Nagy, Ralph Simon, Oliver Behr

30. November 2020

Bundesamt für Naturschutz

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Vorherige Versionen von ProBat wurden gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
1 Einleitung 5
2 Rohdaten 9
2.1 Unterstützte Dateiformate zum Upload von Detektor- und WEAdaten 9
2.2 Detektordaten 10
2.2.1 Automatische Rufauswertung 10
2.2.1.1 Batcorder 10
2.2.1.2 BATmode 11
2.2.1.3 Anabat SD1 12
2.2.2 Manuelle Nachbestimmung der automatischen Rufauswertung 15
2.2.3 Unterstützte Spaltenformate 15
2.2.3.1 Datums-/Zeitspalte 15
2.2.3.2 Spalten für Artbestimmungen 15
2.3 WEAdaten 17
2.3.1 Unterstützte Spaltenformate 17
2.3.1.1 Datums-/Zeitspalte 17
2.3.1.2 Windgeschwindigkeit, Außentemperatur, Regenmenge und Rotordrehzahl 18
3 Prüfung der Rohdaten 19
3.1 Prüfung der Zeitstempel 19
3.2 Prüfung der Detektor-Daten 19
3.2.1 In die Analyse eingehende Detektordaten 19
3.2.1.1 Fledermausaktivität unterhalb der typischen Anlaufwindgeschwindigkeit einer WEA von z.B. 3 m/s 19
3.2.1.2 Rufe nicht bestimmter Arten 19
3.2.1.3 Aktivität in den Monaten März, April, Mai und November 20
3.2.2 Automatische Prüfung der Detektor-Daten 20
3.2.3 Nachtaktivitätsplot: Manuelle Prüfung der Detektor-Daten 20
3.2.3.1 Fehlerhafte Zeitstempel 21
3.2.3.2 Störsignale 23
3.2.3.3 Detektorausfälle 26

3.3 Prüfung der WEAdaten 28
3.3.1 Automatische Prüfung der WEAdaten 28
3.3.2 Temperaturplot: Manuelle Prüfung der WEAdaten 28
4 Prüfung der Aktivitätsmuster 31
4.1 Ursachen abweichender Aktivitätsmuster 31
4.2 Dokumentation der Aktivitätsmuster 32
4.3 Darstellung der Aktivitätsverteilung in ProBat 32
4.3.1 Erfassungsdauer 32
4.3.2 Aktivität aller Arten 32
4.3.3 Anteil der Rauhautfledermaus 33
4.4 Windgeschwindigkeit 33
4.4.1 Erfassungsdauer 34
4.4.2 Aktivität aller Arten 34
4.4.2.1 Bereich von 0 bis 2 m/s 34
4.4.2.2 Bereich von 2 bis 5 m/s 34
4.4.2.3 Bereich von 5 bis 8 m/s 35
4.4.2.4 Bereich über 8 m/s 35
4.4.2.5 Häufiger zu beobachtende Abweichungen der Aktivitätsverteilung 35
4.4.3 Anteil der Rauhautfledermaus 37
4.5 Monat 38
4.5.1 Erfassungsdauer 38
4.5.2 Aktivität aller Arten 38
4.5.3 Anteil der Rauhautfledermaus 39
4.6 Nachtzeit 41
4.6.1 Erfassungsdauer 41
4.6.2 Aktivität aller Arten 41
4.6.3 Anteil der Rauhautfledermaus 42
4.7 Temperatur 43
4.7.1 Erfassungsdauer 43
4.7.2 Aktivität aller Arten 43
4.7.3 Anteil der Rauhautfledermaus 44
4.8 Niederschlag 44
4.8.1 Erfassungsdauer 45

4.8.2 Aktivität aller Arten 45
4.8.3 Anteil der Rauhautfledermaus 45
4.9 Aktivitätsverteilung über Wind und Temperatur 46
5 Relevanz und Festlegung von Gültigkeitszeiträumen 47
5.1 Gültigkeitszeiträume 47
5.2 Mindestbeprobung 47
5.2.1 Mindestbeprobungszeiträume 47
5.2.2 Einzelne Nächte 48

1 Einleitung

Dieses Dokument erläutert die Anforderungen an Messdaten, die mit dem online Tool zur Berechnung fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen (ProBat Version 7 von Sören Greule, ÖkoFor) für Windenergieanlagen verarbeitet werden sollen. Außerdem werden die Voraussetzungen, unter denen Daten in ProBat importiert werden können, dargestellt.

ProBat ermöglicht eine vereinfachte Umsetzung der Methoden, die in den RENEBAT Forschungsvorhaben „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“ erarbeitet und im F+E Vorhaben „Weiterentwicklung und langfristige Sicherstellung von ProBat“ weiterentwickelt wurden.

Dieses Dokument ist als eine Anleitung konzipiert, die **vor der Datenerfassung** gelesen werden sollte. Für die eigentliche Bedienung von ProBat liegt darüber hinaus eine **„Bedienungsanleitung“**[1] vor, die vor der Anwendung der Software auf einen erhobenen Datensatz zu lesen ist. Weitere wichtige Dokumente beim Einsatz der Methoden aus dem Forschungsvorhaben sind der **„Leitfaden“** und die **„FAQ“** zur Umsetzung der Methoden (diese Dokumente geben breitere Informationen zum Thema Windenergie und Fledermäuse und ermöglichen eigene Berechnungen unabhängig von ProBat). Wir geben Verweise auf die Bedienungsanleitung von ProBat an Stellen, an denen dies für ein besseres Verständnis des Datenimports sinnvoll erscheint.

„Bedienungsanleitung“, „Leitfaden“ und „FAQ“ stehen ebenso wie dieses Dokument unter https://oekofor.shinyapps.io/probat7/ zum Download zur Verfügung.

ProBat soll dem mit Fledermausschlag an Windenergieanlagen (im Folgenden „WEA“) befassten Personenkreis (insbesondere Gutachter_innen und Behördenvertreter_innen) eine vereinfachte Umsetzung der Methoden ermöglichen, die im bundesweiten Forschungsvorhaben „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“[2] (im Folgenden als „Forschungsvorhaben“ bezeichnet) erarbeitet wurden.

ProBat berechnet entsprechend dem Ergebnis der genannten Forschungsvorhaben einen für die jeweilige WEA spezifischen „fledermausfreundlichen” Betriebsalgorithmus. Dieser Betriebsalgorithmus definiert die Cut-in-Windgeschwindigkeit (Anlaufwindgeschwindigkeit) der WEA in Abhängigkeit von Monat und Nachtzeit unter der Voraussetzung, dass weniger als eine bestimmte Anzahl von Fledermäusen pro Jahr zu Tode kommen soll. Die von ProBat durchgeführten Berechnungen beruhen dabei auf Modellen, die von Fränzi Korner-

[1] ProBat70-Bedienungsanleitung.pdf
Der in diesem Dokument verwendete Begriff „Bedienungsanleitung“ bezieht sich stets auf diese Version.

[2] BRINKMANN, R., O. BEHR, F. KORNER-NIEVERGELT, J. MAGES, I. NIERMANN und M. REICH (2011). Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Göttingen, Cuvillier Verlag.

Nievergelt[3] und Oliver Behr[4] entwickelt wurden.

ProBat verwendet ein im Vergleich zu den Berechnungen des Forschungsvorhabens vereinfachtes Verfahren zur Vorhersage der Fledermausaktivität an der jeweiligen WEA[5]: nur der Anlagenfaktor (d.h. das Aktivitätsniveau von Fledermäusen an der jeweiligen WEA) wird aus den an der Anlage erhobenen Daten bestimmt, während die anderen Parameter des Modells (die Abhängigkeit der Aktivität von Naturraum, Windgeschwindigkeit, Monat und der Nachtzeit) aus den Datensätzen des Forschungsvorhabens übernommen werden. Der Vorteil des vereinfachten Verfahrens ist, dass keine spezielle Statistik-Software notwendig ist, um das Aktivitätsniveau vorherzusagen, sondern die Algorithmen mithilfe einer

---

[3] KORNER-NIEVERGELT, F., O. BEHR, I. NIERMANN und R. BRINKMANN (2011). Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. R. Brinkmann, O. Behr, I. Niermann und M. Reich. Göttingen, Cuvillier Verlag: Umwelt und Raum Bd. 4, 323-353.

KORNER-NIEVERGELT, F., R. BRINKMANN, I. NIERMANN und O. BEHR (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. PLoS ONE 8: e67997.

KORNER-NIEVERGELT, F., B. ALMASI, K. HOCHRADEL, J. MAGES, A. NAUCKE, M. NAGY, R. SIMON, N. WEBER UND O. BEHR (2018). Weiterentwicklung der statistischen Modelle zur Vorhersage des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an WEA aus akustischen Aktivitätsdaten. In: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). O. Behr, R. Brinkmann, K. Hochradel et al. Erlangen.

[4] BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN und F. KORNER-NIEVERGELT (2011). Fledermausfreundliche Betriebsalgorithmen für Windenergieanlagen. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. R. Brinkmann, O. Behr, I. Niermann und M. Reich. Göttingen, Cuvillier Verlag: Umwelt und Raum Bd. 4, 354-383.

BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN und F. KORNER-NIEVERGELT (2011). Vorhersage der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. R. Brinkmann, O. Behr, I. Niermann und M. Reich. Göttingen, Cuvillier Verlag: Umwelt und Raum Bd. 4, 287-322.

[5] Zur Struktur der Modelle und zur Diskussion des vereinfachten Berechnungsverfahrens siehe Seiten 301 ff, Kapitel 4.7: „Vergleich der Aktivitätsvorhersage aus Einzel- und Gesamtmodellen“ in BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN und F. KORNER-NIEVERGELT (2011). Vorhersage der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. R. Brinkmann, O. Behr, I. Niermann und M. Reich. Göttingen, Cuvillier Verlag: Umwelt und Raum Bd. 4 sowie Seiten 369 ff, Kapitel 7: „Vergleich der Ertragseinbuße für die Aktivitätsvorhersage mit einem Gesamtmodell und mit Modellen für einzelne Anlagen“ in BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN und F. KORNER-NIEVERGELT (2011). Fledermausfreundliche Betriebsalgorithmen für Windenergieanlagen im selben Band.

vergleichsweise einfach zu bedienenden Weboberfläche berechnet werden können.

Für die Berechnung der fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmen sind für jede zu bearbeitende WEA aus mindestens einem Jahr einerseits Daten aus einer akustischen Fledermausaktivitätserfassung an der Gondel der Anlage und andererseits die an derselben Anlage gemessenen Windgeschwindigkeitsdaten im Zeitraum der akustischen Erfassung notwendig. Voraussetzung dafür, die im Forschungsvorhaben entwickelte Methode und damit ProBat anwenden zu können ist es außerdem, dass die Detektoren mit denselben Einstellungen und Konfigurationen wie in den RENEBAT Projekten verwendet werden – andernfalls ist die Verwendung von ProBat zur Berechnung von Schlagopferraten oder Betriebsalgorithmen nicht zulässig!
Für die von ProBat unterstützten Detektortypen bedeutet dies:

- Der Batcorder der Firma ecoObs kann mit den Empfindlichkeits-Einstellungen -27dB, -30dB oder -36dB verwendet werden (wobei -36dB die höchste der drei möglichen Empfindlichkeits-Einstellungen ist), um mit ProBat kompatible Daten aufzunehmen (alle Einstellungen ermöglichen eine Berechnung der ProBat Betriebsalgorithmen). **Wenn möglich sollte die Einstellung -36 dB verwendet werden**, da mit dieser höheren Empfindlichkeit mehr Fledermäuse registriert werden und somit das Aktivitätsmuster besser beschreibbar ist. In Ausnahmefällen kann die Empfindlichkeit bis auf -27 dB reduziert werden. Eine Reduzierung der Empfindlichkeit kann gewählt werden, wenn die Menge der aufgenommenen Störungen einen sinnvollen Betrieb des Detektors mit einer höheren Empfindlichkeit in der entsprechenden WEA nachgewiesenermaßen unmöglich macht. Zuvor ist jedoch zu prüfen, ob die Anzahl der aufgenommenen Störungen durch andere Maßnahmen reduziert werden kann, z.B. durch eine andere Anordnung der Teile des Messaufbaus in der Gondel, durch Isolierung mit Sandsäcken oder ggf. durch einen Tausch des Detektors. Daten aller Threshold Einstellungen sind nur zulässig, wenn der Post-Trigger-Wert 200 ms anstelle der standardmäßig eingestellten 400 ms verwendet wird (für die Einstellungen 'Quality' ist der Standardwert 20 und für die 'Critical Frequency' der Wert 16 kHz - auch dies der Standard - zu verwenden). Daten, die mit einem anderen Post-Trigger aufgenommen wurden, können mit Hilfe der ecoObs-Software nachträglich gesplittet und in 200ms Post-Trigger-Daten umgewandelt werden.
- Die Detektoren Anabat SD1 der Firma Titley müssen von Ivo Niermann (www.buero-niermann.de) entsprechend der in den RENEBAT Projekten verwendeten Empfindlichkeit kalibriert werden.
- Die Detektoren BATmode/Avisoft (bio acoustic technology – basierend auf der Avisoft Technologie) müssen vom Hersteller kalibriert werden und mit den "BMU" Settings verwendet werden. Für das BATmode/Avisoft System ist bei Befolgung der Hinweise in der Bedienungsanleitung des Detektors eine Kompatibilität mit ProBat gewährleistet.

Die vom Detektor aufgezeichneten Aufnahmen müssen zunächst automatisiert kategorisiert (siehe Abschnitt 2.2.1) und dann (nur!) die von der Software als Fledermaus erkannten Rufe manuell auf Störungsaufnahmen (falsch-positive) geprüft werden[6]. Störungsaufnahmen

[6] Hierdurch wird eine bessere Vergleichbarkeit der Datensätze verschiedener Bearbeiter_innen

müssen vor dem Import der entsprechenden Excel- oder CSV-Datei in ProBat aus dem Datensatz entfernt werden.

In diesem Dokument werden die Anforderungen an Inhalt, Dateiformat und Syntax der zu importierenden Datensätze beschrieben. Des Weiteren werden Plausibilitätskriterien und Voraussetzungen für die Gültigkeit der Daten erläutert, auf die der Datensatz geprüft und ggf. bereinigt werden muss. Die Plausibilitätsprüfungen erfolgen nur zu einem kleinen Teil automatisch durch ProBat, insbesondere Detektordaten müssen manuell überprüft werden.

Werden ein oder mehrere der hier beschriebenen Anforderungen nicht erfüllt, kann dies zu einer mehr oder weniger starken Einschränkung der Wirksamkeit der Algorithmen oder zu unnötig hohen Kosten beim fledermausfreundlichen Betrieb der jeweiligen WEA führen!

Wir danken dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Finanzierung der Entwicklung von ProBat und der zugrunde liegenden Methode im Rahmen von drei RENEBAT Forschungsprojekten. Besonders danken wir Antje Radecke für die fachliche Betreuung. Wir danken außerdem dem Projektträger Jülich für die fachliche und organisatorische Betreuung des Forschungsvorhabens, insbesondere Franciska Klein und Tobias Verfuß. Dem Bundesamt für Naturschutz, besonders genannt seien hier Nora Köcher, Asja Weber und Kathrin Ammermann, danken wir für die Möglichkeit, ProBat weiter zu entwickeln und in der Version 7 als R-basierte online Software neu aufzusetzen.

beabsichtigt. Dass hierdurch ein gewisser Prozentsatz der Fledermausrufe nicht also solcher erkannt werden, wird bei den Berechnungen in ProBat berücksichtigt.

2 Rohdaten

2.1 Unterstützte Dateiformate zum Upload von Detektor- und WEAdaten

Zum Upload der Rohdaten unterstützt ProBat 7 die Dateiformate von Microsoft Excel XLS, XLSX und das Text-Format Comma-Separated Values CSV.

Hinweis 1:

Das Format DataBaseFiles (DBF) wird fortan nicht mehr unterstützt. Dateien, die in diesem Format vorliegen, können in Excel geöffnet werden und zum Beispiel als .XLSX Datei abgespeichert werden.

Hinweis 2:

Falls eine Exel Datei die Erweiterung XLSM besitzt, also Makros enthält, sollte sie als XLSX-Datei ohne Makros abgespeichert und dann eingelesen werden.

Weitere Details zu diesen Formaten sind in der Bedienungsanleitung enthalten.

2.2 Detektordaten

Detektordaten enthalten die Ergebnisse der automatischen und anschließenden manuellen Rufanalyse der vom akustischen Detektor an der Gondel der WEA aufgenommenen Dateien. Jeder Eintrag (Zeile) in der Datei enthält den Zeitstempel einer vom Detektor gemachten Aufnahme, dem bis zu drei 3 verschiedene Artbestimmungen zugeordnet sind.

Tabelle 1: Die relevanten Spalten des Detektordatensatzes (Formate beispielhaft)

DateTime (MESZ, UTC+2)	Art 1	Art 2	Art 3
05.07.2012 00:54:00	Nycmi		
08.07.2012 23:27:00	Ppip		
16.07.2012 22:11:00	Nycmi		
18.07.2012 04:36:00	Nycmi	Vmur	
18.07.2012 04:36:00	Nnoc		
18.07.2012 04:41:00	Ppip	Nycmi	Nnoc
18.07.2012 04:41:00	Nycmic		

Hinweis 1:

ProBat lässt zu, dass die Eingangsdaten einer Rohdatendatei aus verschiedenen Jahren stammen.

Hinweis 2:

Die leeren Artbestimmungszellen dürfen Leerzeichen enthalten. ProBat entfernt diese nach dem Import. Sie führen somit nicht zu Fehlzählungen.

2.2.1 Automatische Rufauswertung

2.2.1.1 Batcorder

Die Auswertung der Aufnahmen, die mit dem Batcorder erfasst wurden, erfolgt mit den Programmen bcAdmin und batIdent (ecoObs). Der Export der Ergebnisse aus bcAdmin erfolgt über den Menüpunkt: Datei -> Exportieren -> Gewählte Daten als CSV (bcAdmin 2.0 und 4.0) bzw. Datei -> CSV Exportieren (bcAdmin 3.0) als CSV. Als Trennzeichen muss Semikolon "; " gewählt werden.

Nach der Wahl der Exportfunktion muss der Anwender die korrekten Felder für den Export zusammenstellen. Es wird empfohlen die Felder Aufnahmezeit, Dateiname und Arten zu wählen.

Tabelle 2: Auszug aus einer Ausgabe-Datei des Programms bcAdmin für Aufnahmen des Batcorders. Die grau hinterlegte Zeile ist ein Beispiel für eine Aufnahme, für die keine Fledermaus erkannt wurde.

Recording. recordingTime	Recording.filename	Art 1	Sicherheit 1	Art 2	Sicherheit 2	Art 3	Sicherheit 3

21.06.05 21:52	**210605-bc-03-0000.raw**	**Ptief**	**76**				
21.06.05 21:57	**210605-bc-03-0001.raw**	**Ptief**	**61**				
21.06.05 22:19	**210605-bc-03-0002.raw**	**Nnoc**	**89**				
21.06.05 22:24	**210605-bc-03-0003.raw**	**Spec.**	**0**				
21.06.05 22:30	**210605-bc-03-0004.raw**	**Nycmi**	**86**	**Ptief**	**92**		
21.06.05 22:41	**210605-bc-03-0005.raw**	**Myotis**	**76**				
21.06.05 22:41	**210605-bc-03-0006.raw**	**Pmid**	**85**				
21.06.05 22:46	**210605-bc-03-0007.raw**	**Nnoc**	**81**				
21.06.05 22:55	**210605-bc-03-0008.raw**						
21.06.05 23:47	**210605-bc-03-0009.raw**	**Ptief**	**92**	**Nnoc**	**78**	**Myotis**	**61**
22.06.05 00:01	**210605-bc-03-0010.raw**	**Myotis**	**77**				
22.06.05 00:05	**210605-bc-03-0011.raw**	**Nyctief.**	**86**				
22.06.05 00:09	**210605-bc-03-0012.raw**	**Pmid**	**76**				
22.06.05 00:09	**210605-bc-03-0013.raw**	**Pmid**	**81**				

2.2.1.2 BATmode

Aufnahmen, die mit dem **BATmode** (Firma bio acoustic technology – basierend auf der Avisoft Technologie) gemacht wurden, werden mit dem Programm RECORDER (Avisoft) automatisiert ausgewertet. Wichtig dabei ist, die „BMU-Einstellungen“ zu verwenden. Nach erfolgter Auswertung eines Ordners mit Dateien werden in dem gleichen Ordner Ergebnisdateien gespeichert. Zum Einlesen in ProBat muss (nach manueller Prüfung und Ausschluss von Störungsaufnahmen) die Datei **calls_ch1_files.txt** verwendet werden.

Zur Zählung der Fledermäuse insgesamt und, separat, der Rauhautfledermäuse sind in der Datei calls_ch1_files.txt die Spalten „ProBat 1“ und „ProBat 2“ relevant. Sie enthalten entweder die Bezeichnungen der Artengruppen „Nyctaloid“ oder „Pipistrelloid“ oder, falls eine Rauhautfledermaus identifiziert wurde, deren Kennung „Pnat“.

Eine komfortablere Lösung für die manuelle Prüfung der automatischen Rufanalyse mit der RECORDER Software bietet das Programm BATscreen (Firma bio acoustic technology). Der Export der Ergebnisse aus BATscreen erfolgt über den Menüpunkt: Export -> Export ProBat File. Da ProBat jede nicht-leere Zeile in der exportierten Datei als Fledermaus-Aufzeichnung interpretiert, dürfen Kategorien wie „noise“ und „no calls“ nicht mit in den Export aufgenommen werden (ist „Manual Review of Recorder WEA Offline Analysis“ gewählt, werden diese Kategorien automatisch ausgeschlossen).

Tabelle 3: Auszug aus einer Ausgabedatei des Programms RECORDER für Aufnahmen des BATmode Detektors. Die Grau hinterlegte Zeile ist ein Beispiel für eine Datei, für die keine Fledermaus erkannt wurde.

timestamp	filename	duration	bat activity	ProBat 1	# ProBat 1	ProBat 2	# ProBat 1
28.07.2012 00:31:59	A_0000002.WAV	1,6	bat	nyctaloid	4		
28.07.2012 00:32:00	A_0000003.WAV	2,2	bat	nyctaloid	7		
28.07.2012 00:32:04	A_0000004.WAV	3,6	bat	nyctaloid	4		
28.07.2012 00:32:09	A_0000005.WAV	9,5	bat	nyctaloid	1		
28.07.2012 00:32:20	A_0000006.WAV	1,9	bat	nyctaloid	7		
28.07.2012 00:32:25	A_0000008.WAV	2,9	bat	nyctaloid	3		
28.07.2012 00:51:16	A_0000036.WAV	1,6	bat	pipistrelloid	2		
28.07.2012 00:51:21	A_0000037.WAV	1,9	bat	pnat	13	nyctaloid	1
28.07.2012 02:15:11	A_0000042.WAV	3,3	bat	pipistrelloid			
28.07.2012 02:21:12	A_0000054.WAV	1,6	no calls				
29.07.2012 02:45:07	A_0000056.WAV	5,8	bat	pipistrelloid	6		
29.07.2012 02:45:17	A_0000057.WAV	1,6	bat	pipistrelloid	3		
29.07.2012 03:52:08	A_0000059.WAV	2,6	bat	nyctaloid	4	pipistrelloid	6
29.07.2012 04:19:56	A_0000066.WAV	2,1	bat	pnat	2		
29.07.2012 04:19:59	A_0000067.WAV	6,0	bat	nyctaloid	5		

ProBat erwartet eine 4-ziffrige Jahreszahl und die Dateiendung CSV für Textformate. Insbesondere das Datumsformat muss in RECORDER entsprechend eingestellt sein.

2.2.1.3 Anabat SD1

Aufnahmen, die mit dem Anabat SD1 gemacht wurden, werden mit dem Programm AnaLookW ausgewertet. Pro Rufaufnahme gibt es eine Datei. Über den Menüpunkt:
Tools -> Count Labels kann für eine Auswahl von Dateien eine für ProBat importierbare CSV-Datei erstellt werden.

Abbildung 1 zeigt die bei der Erstellung der CSV-Datei zu wählenden Einstellungen. ProBat erwartet die Dateiendung CSV. Im „Speichern unter“-Dialog kann diese Endung entsprechend gesetzt werden.

Die Ergebnisdatei (Abbildung 1: "output_file.csv") ist beispielhaft in Tabelle 4 dargestellt. Die Spalte „Filename“ enthält Datum und Uhrzeit sekundengenau kodiert. Zeilen, die in der Spalte "Label" Einträge enthalten, die nicht einer Fledermausart entsprechen, müssen vor dem Import gelöscht werden.

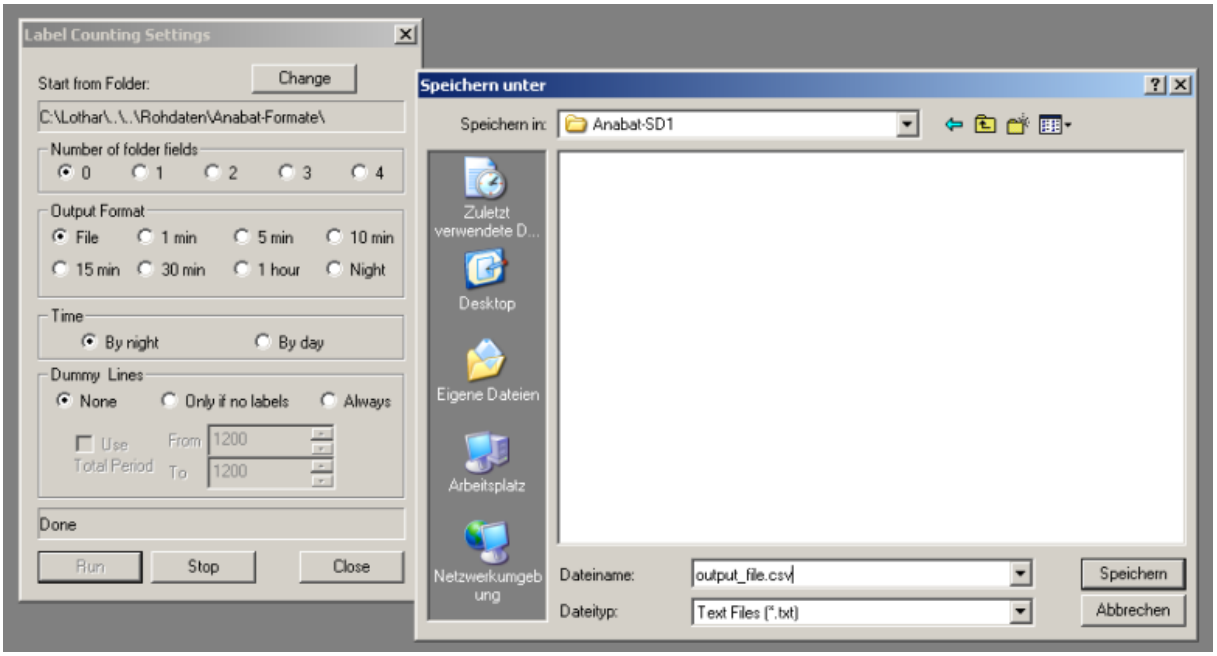

Abbildung 1 Screenshot der AnaLookW "Count Labels" Settings.

Tabelle 4: Auszug aus einer Ausgabedatei des Programms AnaLookW für Aufnahmen des Anabat SD1.

Filename	Label
M8022240.13#	N.spec
M8022240.16#	E.sero
M8032220.41#	N.noct
M8032226.38#	N.spec
M8050330.14#	N.spec
M8050330.18#	N.spec
M8050330.21#	E.sero
M8052326.55#	E.sero
M8082237.56#	P.nath
M8082238.00#	P.nath
M8232316.29#	N.spec
M8232316.32#	N.noct
M8232316.32#	N.spec
M8232316.39#	N.noct

M8232316.42#	**N.spec**

Hinweis:

Das hier gezeigte AnaLookW-Sonderformat für Datum und Uhrzeit wird nicht mehr unterstützt.
Falls Sie Hilfe bei der Konvertierung dieses Formats benötigen, teilen Sie dies dem ProBat-Team bitte mit (ProBat@oekofor.de).

2.2.2 Manuelle Nachbestimmung der automatischen Rufauswertung

Nach der automatisierten Rufbestimmung müssen die von der Software als Fledermaus erkannten Rufe manuell auf Störungsaufnahmen geprüft werden[7]. Fälschlicherweise als Fledermaus-positiv gelabelte Störungsaufnahmen müssen hierbei aus dem Datensatz entfernt werden. Z.B. können die entsprechenden Zeilen vor dem Import der entsprechenden Excel- oder CSV-Datei in ProBat manuell gelöscht werden. Komfortabler ist ein Ausschluss der Dateien durch manuelle Kategorisierung z.B. in BATscreen (Firma bio acoustic technology) oder in bcAdmin (Firma ecoObs) und anschließenden Export der Ergebnisse (siehe Abschnitt 2.2.1).

2.2.3 Unterstützte Spaltenformate

2.2.3.1 Datums-/Zeitspalte

Grundsätzlich müssen alle Zeiten der importierten Dateien in mitteleuropäischer Sommerzeit (MESZ, UTC+2) angegeben werden.

ProBat 7 unterstützt eine Vielzahl von Datum-/Zeitformaten, von denen die Wichtigsten in der Bedienungsanleitung wiedergegeben sind.

Hinweis:

Die Sonderformate für Datum und Uhrzeit für den **Anabat** SD1 werden nicht mehr unterstützt:

`YMddhhmm.ss#`	Anabat1
`_yyyy/mm/dd hhmm:ss`	Anabat2

Falls Sie Hilfe bei der Konvertierung dieser Formate benötigen, teilen Sie dies dem ProBat-Team bitte mit (ProBat@oekofor.de).

2.2.3.2 Spalten für Artbestimmungen

Zellen mit "leerem Text" in einer Artspalte werden bei der Zählung nicht berücksichtigt. Unter „leerem Text“ ist eine Zeichenkette ohne Buchstaben oder ausschließlich aus Leerzeichen bestehend zu verstehen oder auch eine nicht initialisierte Zelle im Falle von XLS- oder XSLX-Dateien.

Jede Zeile enthält die Artbestimmung für eine Aufnahme. Sollten Rufe verschiedener Arten innerhalb derselben Aufnahme erkannt worden sein, können bis zu drei Artbestimmungen

[7] Hierdurch wird eine bessere Vergleichbarkeit der Datensätze verschiedener Bearbeiter*innen beabsichtigt. Dass hierdurch ein gewisser Prozentsatz der Fledermausrufe nicht als solche erkannt wird, wird bei den Berechnungen in ProBat berücksichtigt.

eingetragen sein, welche zur Zählung der Rufe beitragen. Der Zähler für die Aktivität der „Chiroptera“ (alle detektierten Fledermausarten/-artengruppen) erhöht sich um 1, sobald mindestens ein Buchstabe (ausgenommen Leerzeichen) in der entsprechenden Spalte steht. Separat gezählt werden die Aufnahmen der Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*). Hierbei erhöht ProBat den Zähler um 1, sobald eine exakte Übereinstimmung mit dem eingestellten „Artkürzel“ für die Rauhautfledermaus (z.B. die Zeichenkette „Pnat“) erkannt wird.
Für den Batcorder gibt es beispielsweise drei Art-Spalten, die Artangaben enthalten können. Die RECORDER-Software (Avisoft), mit der BATMode/Avisoft-Aufnahmen ausgewertet werden, gibt zwei Spalten mit Angaben zur Artgruppe bzw. der Rauhautfledermaus aus, die in ProBat eingelesen werden müssen.

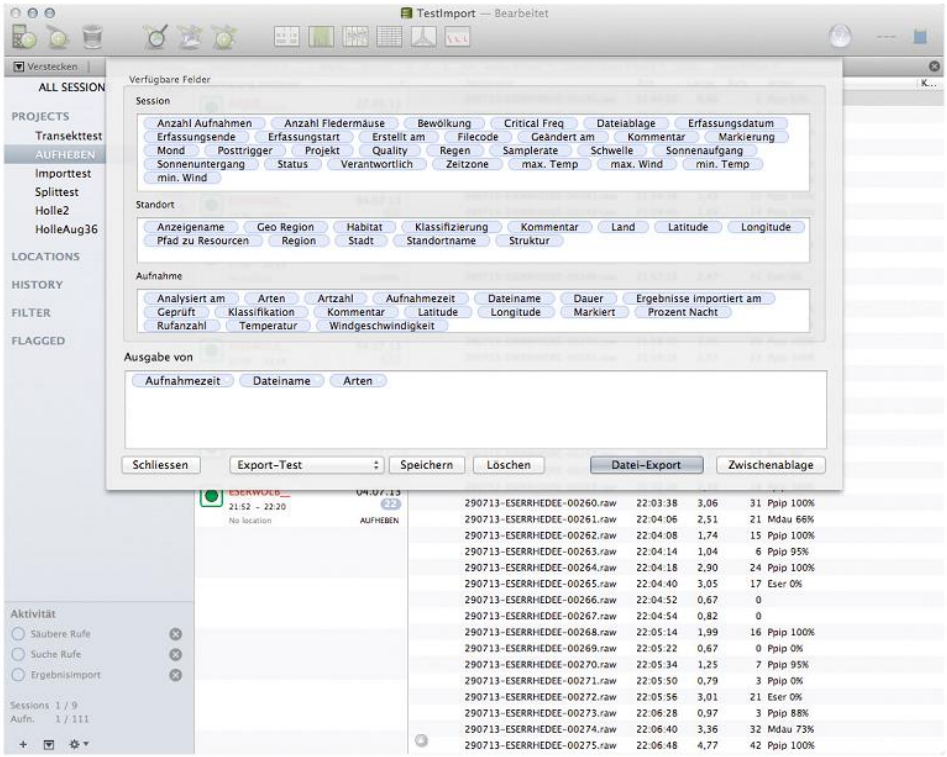

Abbildung 2 Screenshot des bcAdmin-Fensters beim Export der Daten.

Aufnahmen, die ungültig sind oder nicht gewertet werden sollen (z.B. von der Software fälschlich als Fledermaus kategorisierte Störungsaufnahmen), müssen bei allen Detektorsystemen vor dem Einlesen der Daten aus der Tabelle entfernt werden. Ungültige Aufnahmen sind Aufnahmen, die von der Rufklassifizierungssoftware nicht als Fledermausrufe erkannt wurden oder bei der manuellen Prüfung als Störung, also als Nicht-Fledermaus erkannt/klassifiziert wurden (siehe Kapitel 3 und Hinweise zur Artbestimmung im „Leitfaden“).

2.3 WEAdaten

WEAdaten enthalten von den Sensoren der WEA gemessene Werte. Dies sind pro 10-min-Intervall die mittlere Windgeschwindigkeit und die Temperatur. Beide Messwerte müssen von Sensoren an der Gondel der WEA erfasst worden sein (z.B. keine Temperaturmesswerte vom Boden), bei der Temperatur ist darüber hinaus darauf zu achten, dass es sich um die Außentemperatur handelt (an der WEA werden an verschiedenen Positionen Temperaturwerte gemessen). Optional kann zusätzlich der mittlere Niederschlag an der WEA in diesem Intervall importiert werden. Darüber hinaus kann zur Überprüfung der Einhaltung der Abschaltungen die Rotordrehzahl eingelesen werden. Jeder Eintrag (Zeile) enthält die Startzeit oder die Endzeit eines 10-min-Intervalls mit den genannten Werten.

Tabelle 5: Spalten des WEAdatensatzes (Formate beispielhaft)

DateTime	Wind (m/s)	Regen (mm/h)	Temperatur (°C)	Rotordrehzahl (rpm)
15.10.2016 00:00:00	6,4	2,1	9,5	13,55
15.10.2016 00:10:00	6,2	4,2	9,5	12,87
15.10.2016 00:20:00	5,5	0	9,4	10,49
15.10.2016 00:30:00	5,5	1,2	9,2	10,49
15.10.2016 00:40:00	5,6	0,5	9,2	18,83
15.10.2016 00:50:00	6,9	0	9,2	15,25
15.10.2016 01:00:00	7,1	0	9,1	15,93

Hinweis 1:

Ob die in der zu importierenden WEAdatendatei enthaltenen Zeitstempel den Anfang oder das Ende eines 10-min-Intervalls markieren, muss vom jeweiligen Provider erfragt werden. In ProBat muss die entsprechende Option gesetzt sein.

Hinweis 2:

Die Eingangsdaten einer Rohdatendatei dürfen aus verschiedenen Jahren stammen.

2.3.1 Unterstützte Spaltenformate

2.3.1.1 Datums-/Zeitspalte

Auch hier verstehen sich alle Zeiten als mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ, UTC+2).

ProBat 7 unterstützt eine Vielzahl von Datum-/Zeitformaten, von denen die Wichtigsten in der Bedienungsanleitung wiedergegeben sind.

2.3.1.2 Windgeschwindigkeit, Außentemperatur, Regenmenge und Rotordrehzahl

ProBat 7 verwendet den Punkt "." als Dezimaltrenner und nimmt keine Tausendergruppierung für Dezimalzahlen vor. Dieser Nomenklatur folgen auch dieses Dokument und die Bedienungsanleitung.

In einzulesenden Daten sind Punkt "." und Komma "," als Dezimaltrenner gleichermaßen zugelassen. Das Trennzeichen wird aus den vorgefundenen Zahlen automatisch bestimmt. Tausendertrenner dürfen nicht enthalten sein.

3 Prüfung der Rohdaten

3.1 Prüfung der Zeitstempel

Alle Daten müssen mit einem korrekten eindeutig definierten Zeitstempel[8] (z.B. MESZ = UTC+2, MEZ = UTC+1 oder UTC) eingelesen werden. Zeitverschiebungen kommen z.B. vor, wenn die interne Uhr einer WEA oder eines Detektors falsch geht. Um solche Abweichungen zu bemerken, ist es sinnvoll, die Anlagenzeit (wird bei vielen WEA auf der Bedienoberfläche im Turmfuß angezeigt) sowie das Datum und die Uhrzeit der Detektoren bei jedem Aufenthalt vor Ort zu prüfen.

ProBat bietet darüber hinaus zur Überprüfung der Zeitstempel die Generierung spezieller Grafiken an. Nachtaktivitätsplot (Aktivität relativ zu Sonnenaufgang und Sonnenuntergang über ein Jahr zur Kontrolle der Zeitangaben in den Detektordaten) und Temperaturplot (Temperaturabweichung vom Tagesmittel über ein Jahr zur Kontrolle der Zeitangaben in den Anlagendaten). Details dazu finden sich in den Abschnitten 3.2 und 3.3.

3.2 Prüfung der Detektor-Daten

3.2.1 In die Analyse eingehende Detektordaten

3.2.1.1 Fledermausaktivität unterhalb der typischen Anlaufwindgeschwindigkeit einer WEA von z.B. 3 m/s

Die erfasste Aktivität unterhalb der Anlaufwindgeschwindigkeiten (Cut-in-Windgeschwindigkeit) ist unbedingt zu berücksichtigen und darf keinesfalls gelöscht werden. Die Windgeschwindigkeit (und damit auch die Anlaufwindgeschwindigkeit) ging bereits als Parameter in die Berechnung des Modells zur Vorhersage des Schlagrisikos im Forschungsvorhaben ein. In dem Modell wird also berücksichtigt, dass bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten keine Tiere getötet werden.

Im Übrigen ist es so, dass moderne Anlagen nicht nur der Firma Enercon, sondern z.B. auch der Firma Vestas (z.B. der Typ V90) meist auch deutlich unterhalb von 4 m/s rotieren (häufig schon bei 2 m/s), auch wenn sie erst bei höheren Windgeschwindigkeiten Strom produzieren.

3.2.1.2 Rufe nicht bestimmter Arten

Sämtliche von der Batcorder- bzw. BATmode/Avisoft-Software als Fledermausruf klassifizierten Aufnahmen (unabhängig von der durch die Software zugewiesenen Art oder Artgruppe – auch unbestimmte Aufnahmen, die als „Spec.“ kategorisiert werden) müssen manuell geprüft und verwendet werden, sofern es sich tatsächlich um Fledermausrufe handelte. Störungen müssen dabei manuell aus dem Datensatz entfernt werden (u. a. Störsignale, die an der Gondel von WEA aufgezeichnet wurden – Zeilen für solche Aufnahmen werden im Datensatz gelöscht).

[8] Als Zeitstempel bezeichnen wir hier die einem Messwert der WEA oder des Fledermausdetektors zugeordnet Zeitangabe.

Die automatisierte Bestimmung in Artgruppen oder Arten für korrekt als Fledermaus erkannte Aufnahmen sollte auch bei offensichtlichen Fehlbestimmungen nicht verändert werden, um die Vergleichbarkeit mit den Datensätzen anderer Bearbeiter zu gewährleisten. Dies gilt auch für die Rauhautfledermaus.

Daten des Anabat SD1 müssen manuell bestimmt werden. Hierbei sind Unterschiede zwischen verschiedenen bearbeitenden Personen nicht zu vermeiden. Solche Unterschiede dürften sich jedoch in engen Grenzen halten, wenn nur eine grobe Klassifizierung der im Gondelbereich von WEA relevanten Arten z.B. in hochrufende Arten (Pipistrelloid) und tiefrufende Arten (Nyctaloid) oder sogar nur als Fledermaus (Chiroptera) erfolgt. Darüber hinaus kann eine automatisierte Vorabklassifizierung mit im Bericht des Forschungsvorhabens angegebenen Filterfunktionen erfolgen, was die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens verbessert.

3.2.1.3 Aktivität in den Monaten März, April, Mai und November

Die "Randmonate" März, April, Mai und November müssen seit ProBat 6.0 nicht mehr wie in vorherigen ProBat Versionen bei geringer Aktivität ausgeschlossen werden – es sind daher **immer alle gemessenen Aktivitätsdaten** zu verwenden.

3.2.2 Automatische Prüfung der Detektor-Daten

Die Prüfung der Detektordaten durch ProBat beim Import beschränkt sich fast ausschließlich auf die Erkennung fehlerhafter Uhrzeitformate (keine Prüfung des Zeitstempels an sich!). Die Detektordaten alleine lassen nicht erkennen, in welchen Zeiträumen der Detektor aktiv war. Sie zeigen lediglich die Zeitpunkte von Detektionen an. Zeiträume, in denen zum Beispiel der Detektor nicht aktiv oder das Mikrofon z.B. durch Witterungseinflüsse zu unempfindlich war, können deshalb nicht automatisch von ProBat ausgeschlossen werden. Sowohl bcAdmin (Batcorder) als auch BATcontrol (BATmode) bieten neuerdings die Möglichkeit, automatisch protokollierte gültige Detektorlaufzeiten zu exportieren. Im Frühjahr 2021 wird in Probat die Möglichkeit implementiert werden, diese Laufzeitprotokolle automatisch zu importieren.

Im Frühjahr 2021 wird in Probat die Möglichkeit implementiert werden, diese Laufzeitprotokolle automatisch zu importieren.

3.2.3 Nachtaktivitätsplot: Manuelle Prüfung der Detektor-Daten

ProBat bietet den „Nachtaktivitätsplot“ an, um z.B. falsche Zeitstempel oder Lücken in den Detektordaten manuell aufzuspüren. Im Nachtaktivitätsplot ist die Uhrzeit der Aufnahmen in der Nacht dargestellt in Abhängigkeit vom Datum und in Relation zum Sonnenauf- und -untergang. Diese Abbildung kann z.B. Hinweise auf fälschlich als Fledermaus bestimmte Störsignale, auf Detektorausfälle und auf fehlerhafte Zeitstempel der Detektordaten geben. Alle genannten Fehler können zu Auffälligkeiten und Problemen bei der weiteren Datenverarbeitung führen (z.B. Unter- oder Überschätzung des Kollisionsrisikos; vermeintliche Fledermausaktivität zu nicht plausiblen Uhrzeiten oder Windgeschwindigkeiten).

3.2.3.1 Fehlerhafte Zeitstempel

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen dieselbe Aktivitätsverteilung im Nachtaktivitätsplot – in Abbildung 3 fälschlich um eine Stunde zu früheren Uhrzeiten verschoben, in Abbildung 4 korrekt und ohne zeitliche Verschiebung. Fledermausaktivität, die außerhalb der Monate August bis Oktober (im hier gezeigten Fall z.B. im Juli) vor Sonnenuntergang angezeigt wird, ist in der Regel auf eine zeitliche Verschiebung der Detektordaten zurück zu führen (z.B. Zeitstempel UTC oder UTC+1 statt UTC+2; falsche geografische Standortkoordinaten können ebenfalls zu einer Verschiebung führen und sollten geprüft werden). Entsprechendes gilt während des ganzen Jahres für scheinbare Aktivität nach Sonnenaufgang, die nahezu immer auf einen der genannten Datenfehler (z.B. Zeitstempel UTC+3) zurückzuführen ist.

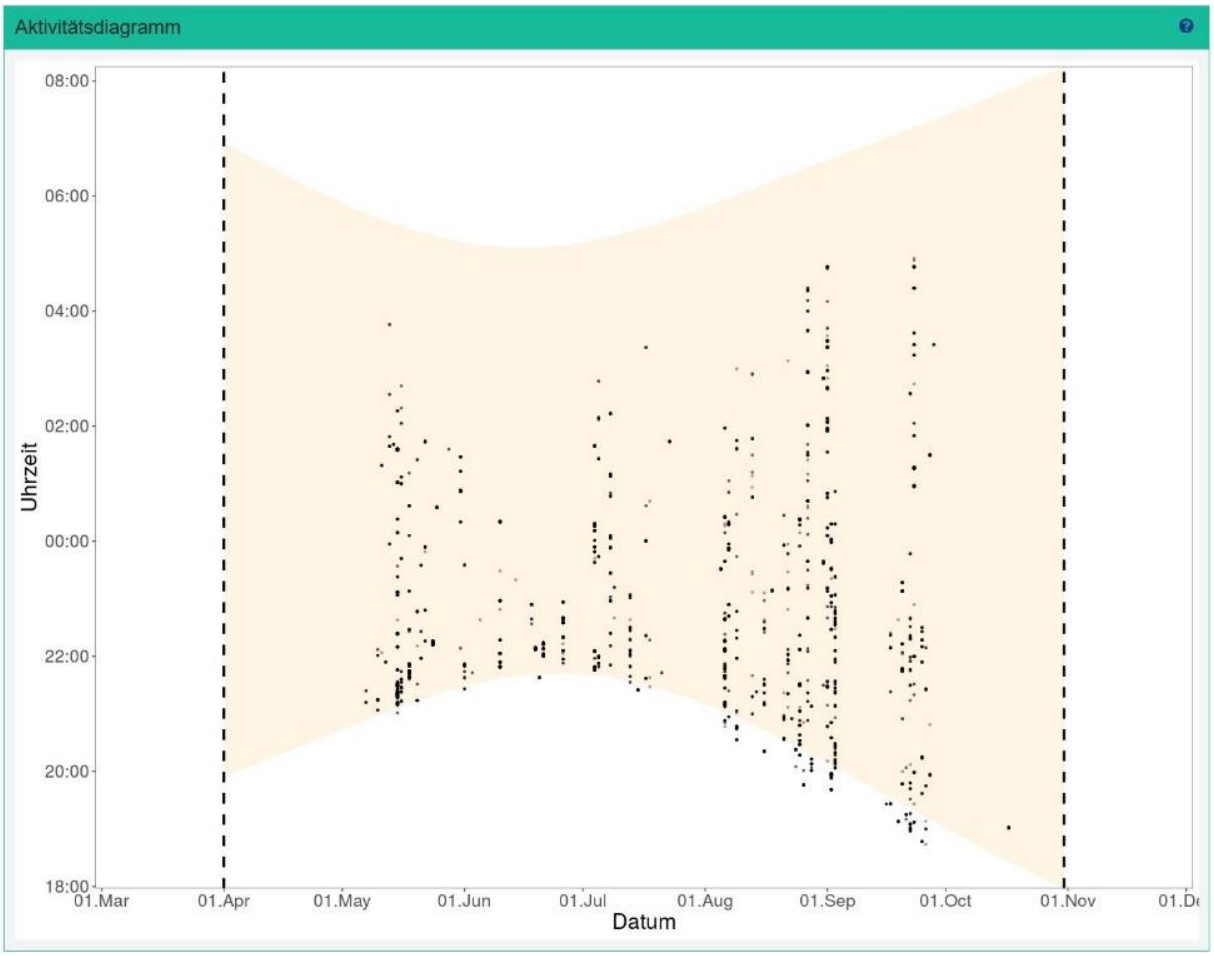

Abbildung 3 **Nachtaktivitätsplot: Gleiche Darstellung wie in Abbildung 4. Zeiten jedoch fälschlich um eine Stunde zu früheren Uhrzeiten verschoben. Die beige Fläche im Hintergrund stellt die Zeiten während der Nächte von Sonnenuntergang (unten) bis Sonnenaufgang (oben) für jede Nacht des beprobten Zeitraums dar. Gestrichelte senkrechte Linien zeigen den Anfang und das Ende des Erfassungszeitraums. Kleine Kareise zeigen die zeitliche Verteilung der Aufnahmen. Die Kreise haben 10 % Deckkraft. Je mehr Kreise sich überlagern, desto dunkler wird der Schnittbereich dargestellt. Bei 10 sich überlagernden Kreisen erscheint dieser nahezu schwarz.**

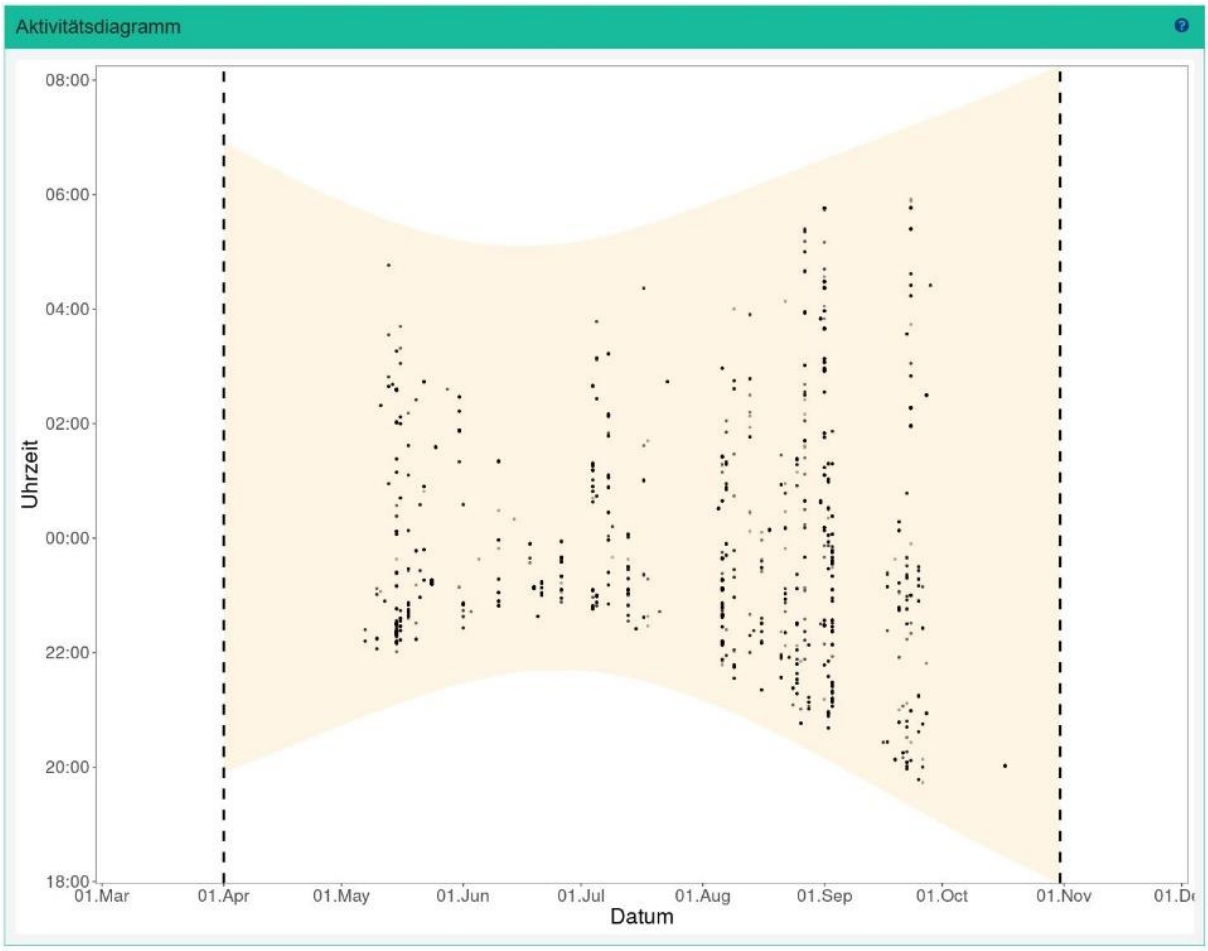

Abbildung 4 **Nachtaktivitätsplot: Gleiche Darstellung wie in Abbildung 3, jedoch mit korrektem Zeitstempel: Der Zeitraum, in dem Fledermäuse aufgenommen wurden liegt typischerweise von etwa einer halben bis ganzen Stunde nach Sonnenuntergang bis etwa eine halbe oder ganze Stunde vor Sonnenaufgang. An einigen Standorten beginnt die Aktivität bereits früher nach Sonnenuntergang und endet später vor Sonnenaufgang als hier gezeigt, was vermutlich mit einem in der Nähe der WEA vorhandenen Quartier zusammenhängt. In den Monaten August bis Oktober werden häufig vor allem Große Abendsegler, *N. noctula*, auch früher am Tag, öfters auch deutlich vor Sonnenuntergang aufgezeichnet.**

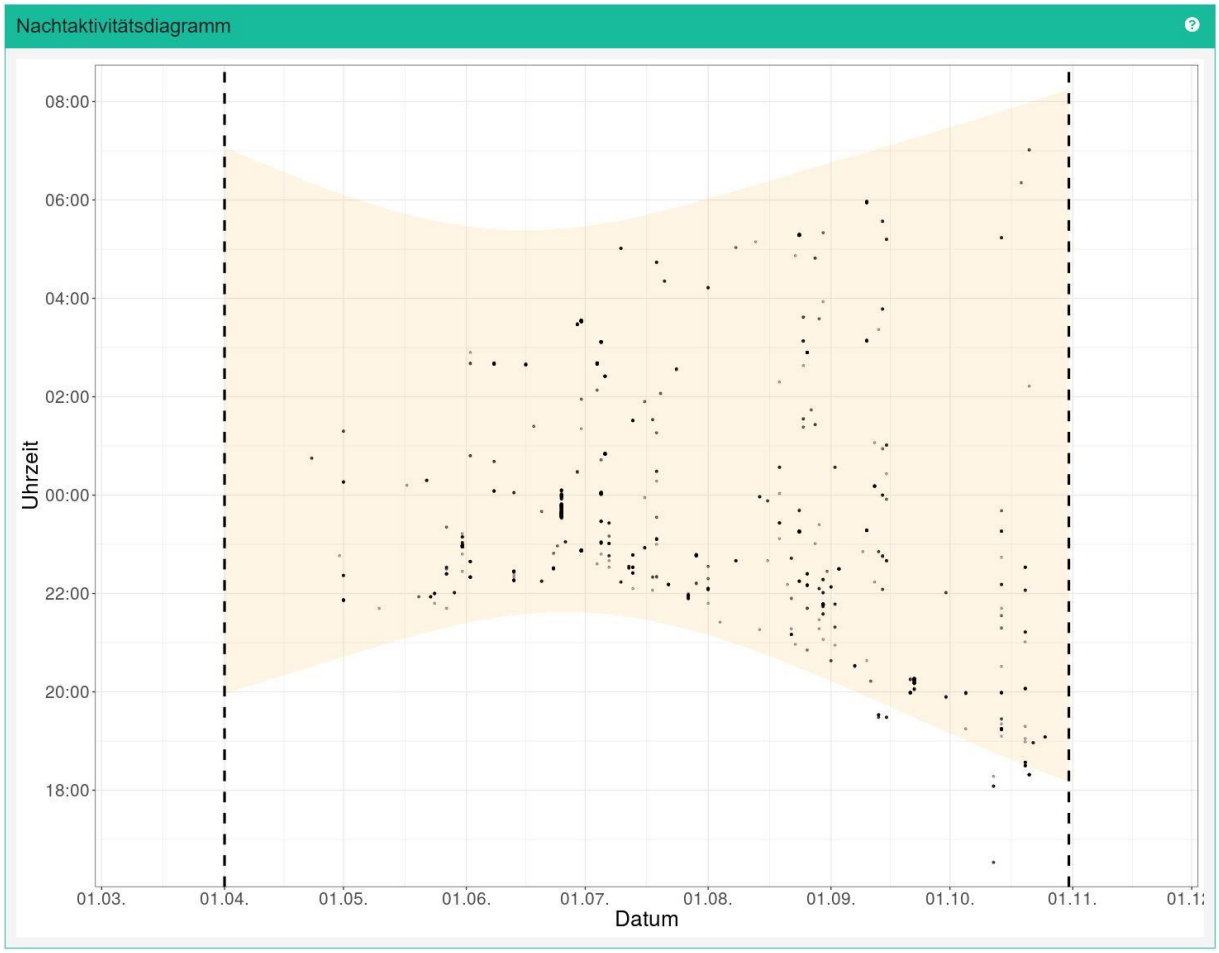

Abbildung 5 Nachtaktivitätsplot: In dieser Abbildung mit Aktivität vor Sonnenuntergang in den Spätsommer- und Herbstmonaten.

Aktivität vor Sonnenuntergang in den Monaten August bis Oktober wird häufiger beobachtet. Meist handelt es sich dabei um Aufnahmen des Großen Abendseglers, *N. noctula*.

3.2.3.2 Störsignale

Fälschlicherweise als Fledermaus klassifizierte Störsignale (Abbildung 6, Abbildung 7, Abbildung 8) lassen sich im Nachtaktivitätsplot an folgenden Merkmalen erkennen (zumindest wenn es sich um eine größere Anzahl von Störsignalen handelt):

- Viele einzelne und zeitlich breit gestreute Aufnahmen (Fledermäuse treten dagegen eher „geklumpt“ auf)
- Aufnahmen von April bis Juli vor Sonnenuntergang oder während des ganzen Jahres nach Sonnenaufgang
- „senkrechte Striche“ (Serien von Aufnahmen) während einer gesamten Nacht, also zwischen beiden orangenen Linien. Vorsicht: auch Fledermäuse können in einzelnen Nächten sehr hohe Aktivität zeigen, die zu ähnlichen Mustern führt, jedoch nur selten während der gesamten Nacht und in der Regel „geklumpter“.

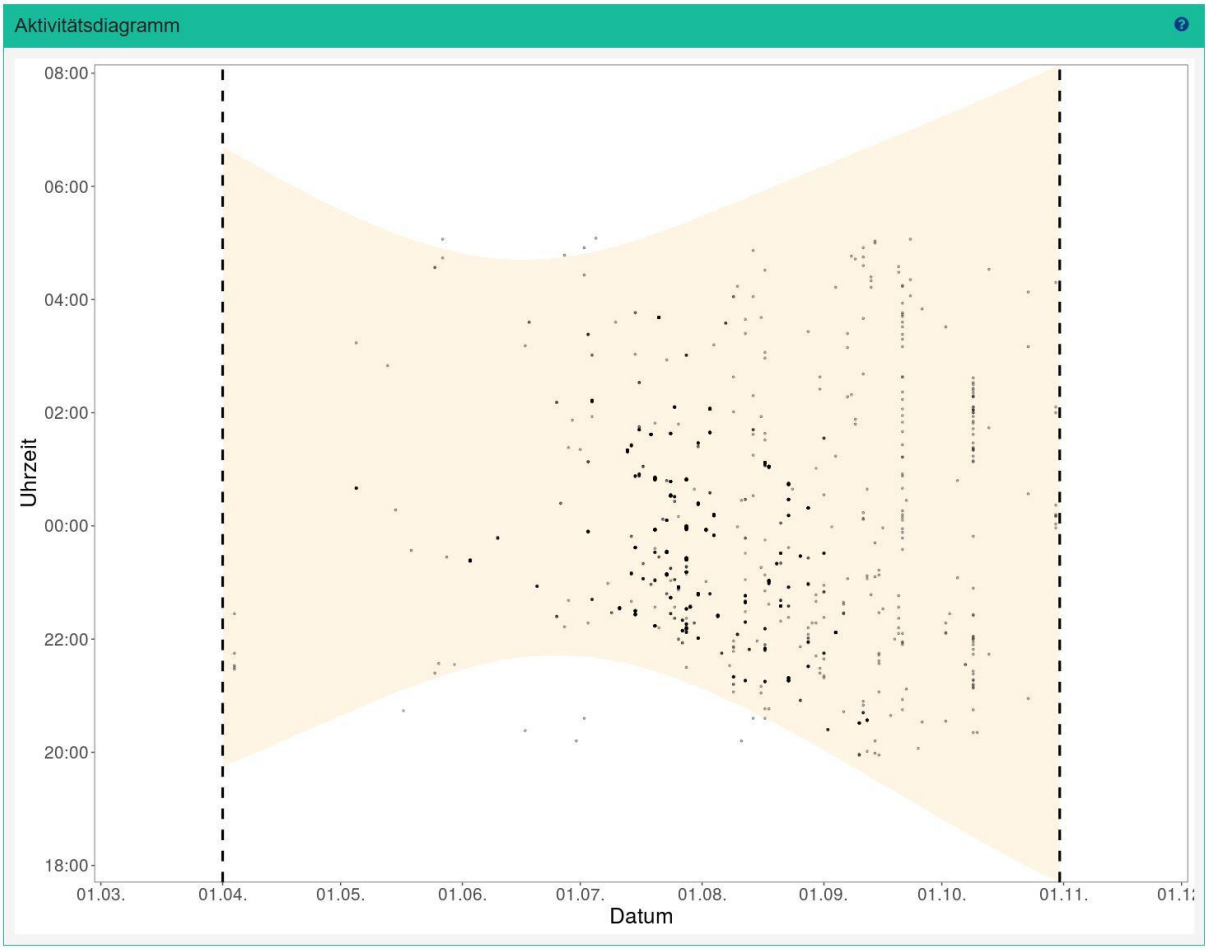

Abbildung 6 Nachtaktivitätsplot mit vielen fälschlicherweise als Fledermaus klassifizierten Störsignalen. Zur Erkennung der Störsignale siehe Text.

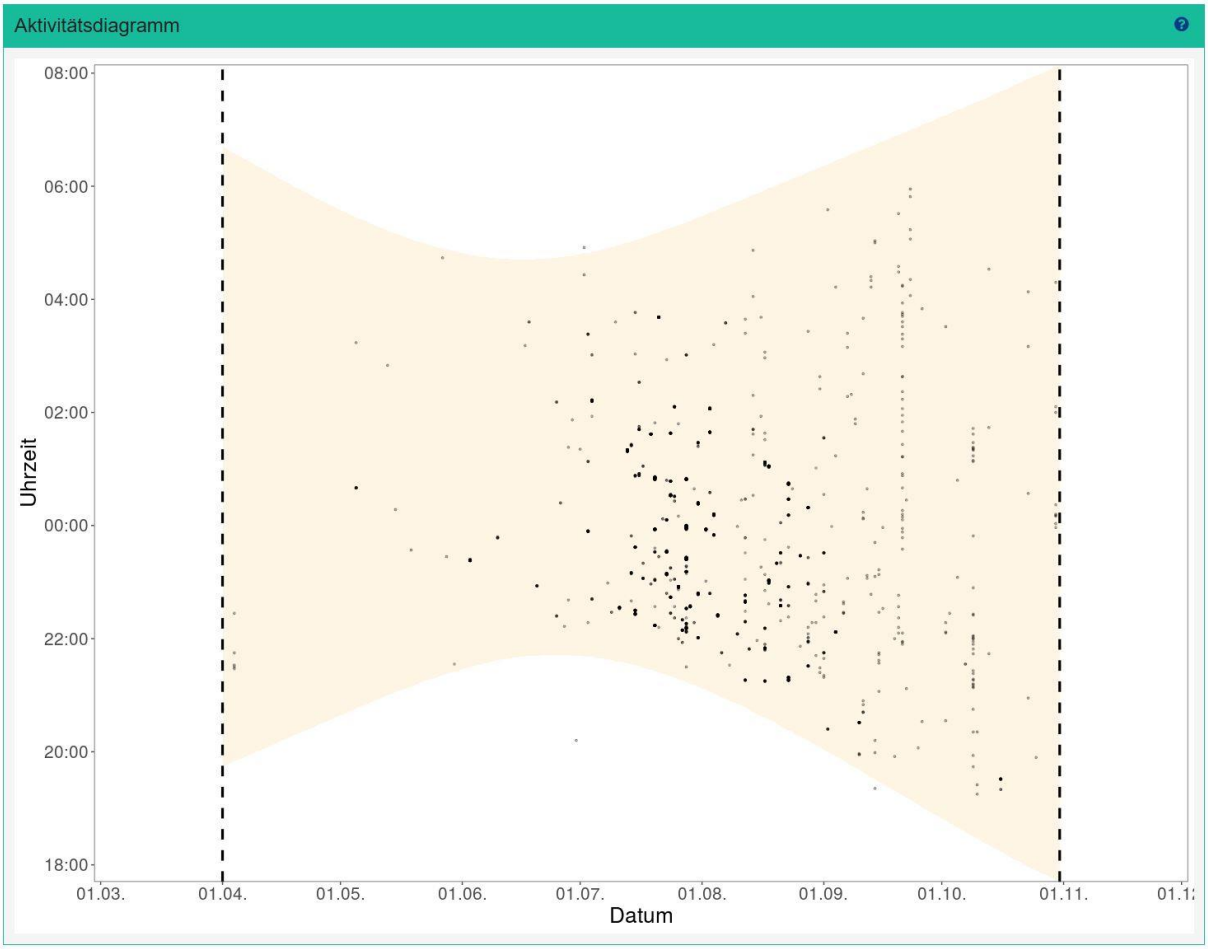

Abbildung 7 Nachtaktivitätsplot wie in Abbildung 6, jedoch teilweise bereinigt und nur mit einigen fälschlicherweise als Fledermaus klassifizierte Störsignale.

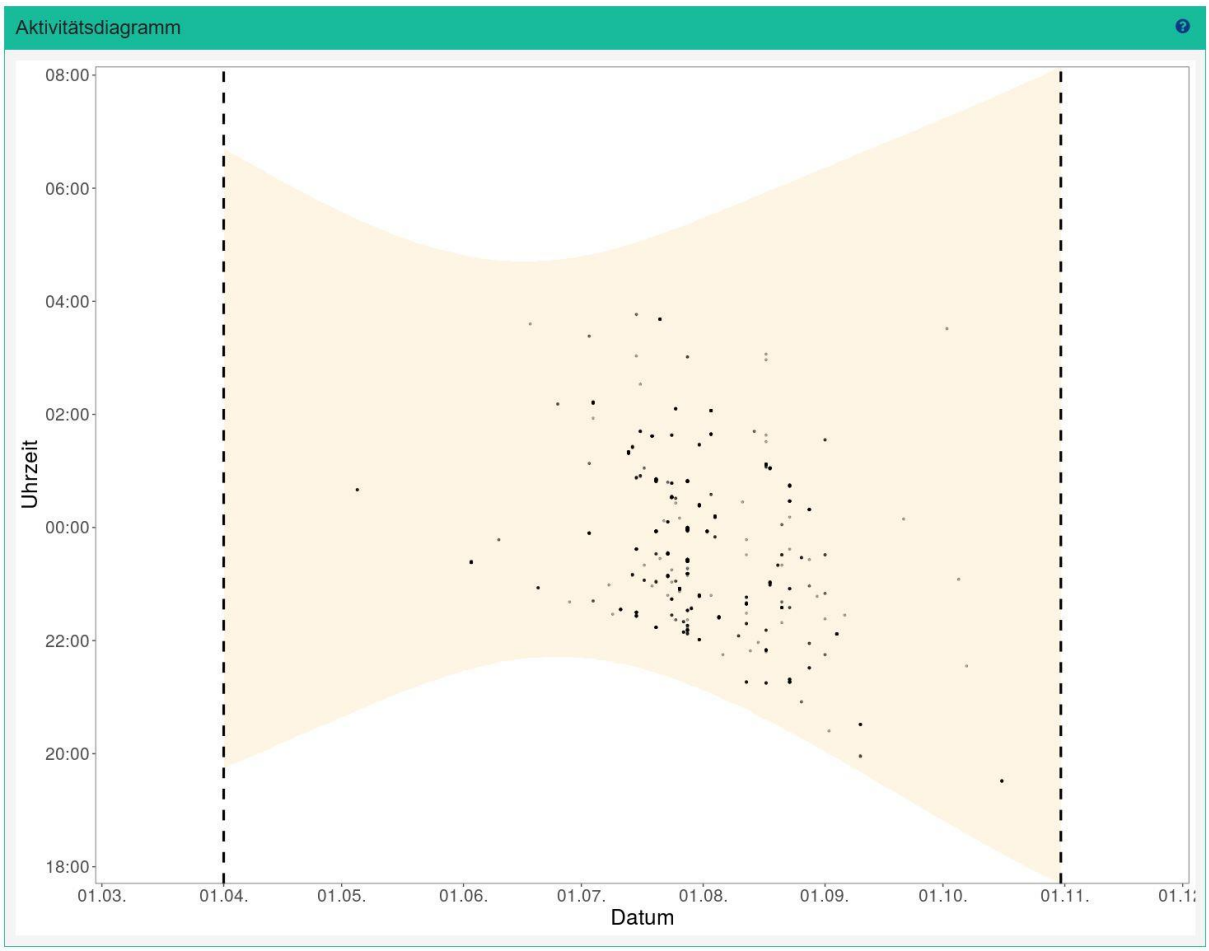

Abbildung 8 Nachtaktivitätsplot wie in Abbildung 6, jedoch vollständig bereinigt und ohne fälschlicherweise als Fledermaus klassifizierte Störsignale.

3.2.3.3 Detektorausfälle

Bei der Datenaufbereitung eventuell nicht erkannte Detektorausfälle machen sich durch Lücken im Nachtaktivitätsplot bemerkbar (Abbildung 9). Kürzere Lücken können jedoch auch durch Schlechtwetterphasen verursacht werden (hier ist ggf. ein Abgleich mit der Wetterlage während der Erfassung hilfreich). Schwieriger zu erkennen sind Phasen mit zu niedriger (oder hoher) Mikrofonempfindlichkeit – hier sollten die Testsignalaufzeichnungen (Batcorder: „TSL-Plot“, BATmode: Evaluation → Reference Level) der Erfassungsgeräte zu Rate gezogen werden. Nur wenn die Empfindlichkeit des Detektors im Bereich von ± 6 dB um den ursprünglich kalibrierten Wert lag, ist die entsprechende Nacht als gültig zu werten.

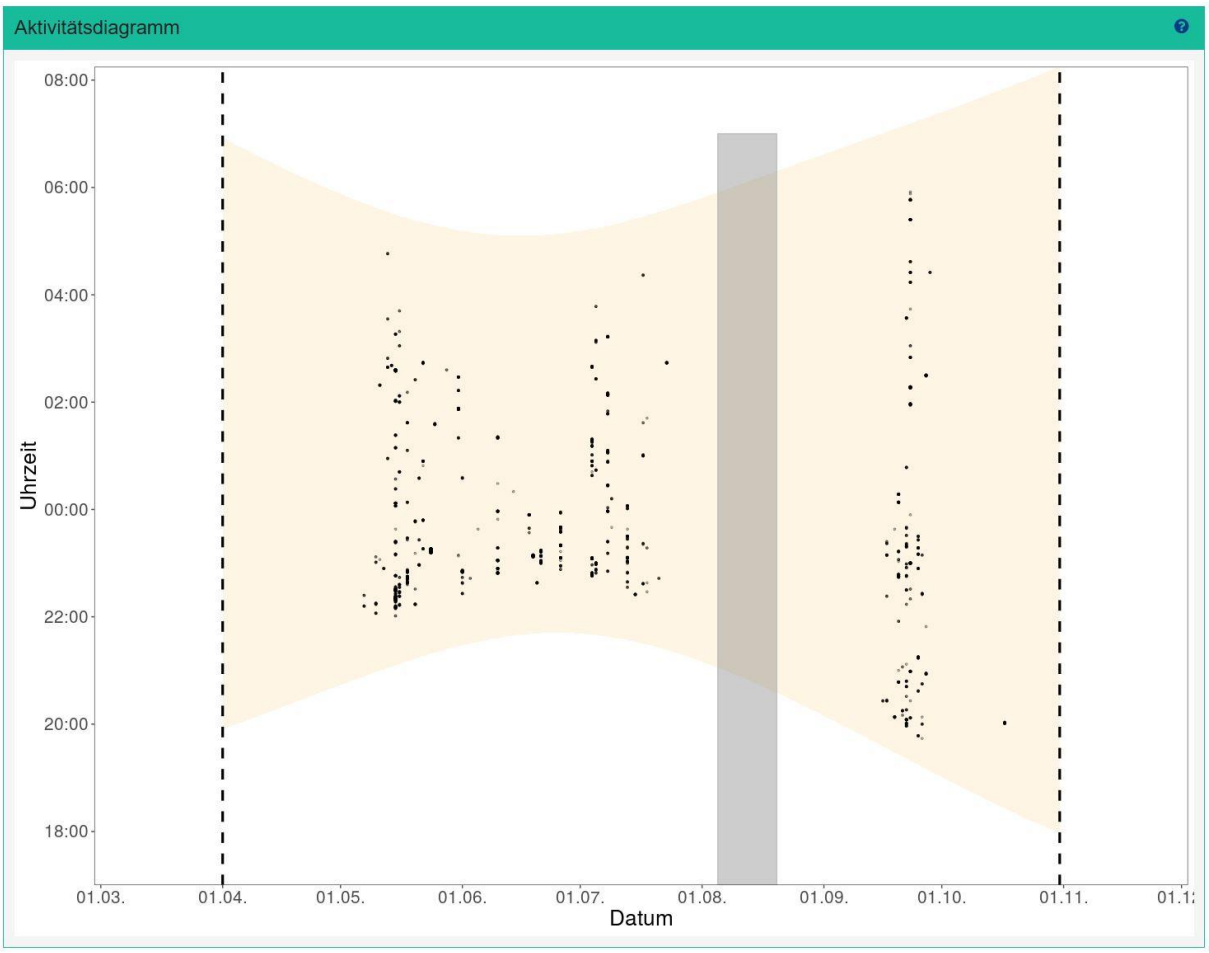

Abbildung 9 **Nachtaktivitätsplot mit nur teilweise erkannter Erfassungslücke von Ende Juli bis Mitte September. Die den Bearbeitenden bekannte Erfassungslücke im August ist grau hinterlegt. Die Daten legen jedoch nahe, dass der Detektorausfall den gesamten Zeitraum von Ende Juli bis Mitte September betraf. Blaue Linien grenzen den Gesamterfassungszeitraum ein.**

3.3 Prüfung der WEAdaten

3.3.1 Automatische Prüfung der WEAdaten

Als Bestandteil des Import-Prozesses werden die importierten Winddaten diversen Syntax- und Plausibilitätsprüfungen unterzogen. Fehlgeschlagene Prüfungen werden unter Angabe des Grundes angezeigt, und das jeweilige Intervall ausgeschlossen. Automatisch vorgenomme Ausschlüsse können nachträglich manuell annulliert werden.
Falls die Prüfung einen Hinweis darauf ergibt, dass ein systematischer Fehler im Datensatz vorliegt wird der Importprozess abgebrochen. ProBat führt folgende Überprüfungen durch:

- Startzeiten bzw. Endzeiten der 10 min Intervalle[9] dürfen nicht mehrfach vorkommen. Sollte innerhalb eines 10 Minuten Intervalls mehrere Messungen vorliegen wird automatisch eine der beiden Messungen gelöscht, wenn sie (1) unplausible Wind- oder Temperaturmesswerte enthält (Wind < 0 m/s; Wind > 35 m/s; Temperatur < 20 °C oder Temperatur > 40°C) oder (2) ihr Zeitstempel mehr als 4 Minuten vom 10 Minuten-Intervall Muster abweicht. Sollten mehrere scheinbar plausible Messungen innerhalb eines 10 Minuten Intervalls vorliegen wird der Importvorgang mit einer Fehlermeldung abgebrochen.
- Windgeschwindigkeiten müssen zwischen 0 und 55 m/s (entsprechend 200 km/h) liegen.
- Temperaturmesswerte müssen zwischen –20 und 40°C liegen.
- Die Windgeschwindigkeiten und Temperaturmesswerte werden auf Serien sich wiederholender Werte geprüft. Sequenzen bis zu 12 identischer Wind- und 96 Temperaturmesswerte werden toleriert.

Trotz dieser automatisierten Überprüfungen sind auch die WEAdaten vor dem Einlesen in ProBat einer manuellen Prüfung zu unterziehen. Siehe Abschnitt 3.3.2.

3.3.2 Temperaturplot: Manuelle Prüfung der WEAdaten

Es ist sehr wichtig, die den Daten der WEA (Windgeschwindigkeit, Temperatur und ggf. Niederschlag) zugeordneten Uhrzeiten (Zeitstempel) zu prüfen. Dies sollte am besten bereits mehrfach während der Datenerfassung vor Ort geschehen. An den meisten WEA kann die interne Uhrzeit der Anlage am Schaltpanel im Fuß der Anlage abgelesen werden, die dann meist auch auf den Datenauszügen erscheint. Diese Uhrzeit entspricht häufig nicht der tatsächlichen Ortszeit (häufig wird z.B. auch im Sommer die Winterzeit, also UTC +1, verwendet; WEA des Herstellers Nordex verwenden in der Regel UTC +0, usw.).

Außerdem bietet ProBat den „Temperaturplot“ zur Prüfung der Zeitstempel in den Daten der WEA. Zur Erstellung des Temperaturplots ist der Import von Temperaturwerten als Bestandteil der von den Sensoren der WEA gemessenen Daten erforderlich. Dann

[9] Die 10-min-Intervalle laufen synchron zur vollen Stunde, also 01:00:00, 01:10:00, 01:20:00 usw. und nicht z.B. 01:02:00, 01:12:00, 01:22:00 usw.

ermöglicht diese Abbildung die Prüfung des Zeitstempels der WEA Daten. Im Temperaturplot ist die Abweichung der Temperatur von der mittleren Tagestemperatur in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand zum Sonnenaufgang dargestellt. Im Mittel sollte die niedrigste Temperatur im Tagesverlauf zwischen etwa einer Viertelstunde vor Sonnenaufgang und bis zu einer halben Stunde nach Sonnenaufgang auftreten (kleinere Abweichungen sind je nach Topographie des Standorts möglich). Eine andere Lage des Minimums weist auf einen fehlerhaften Zeitstempel der WEA

daten hin.

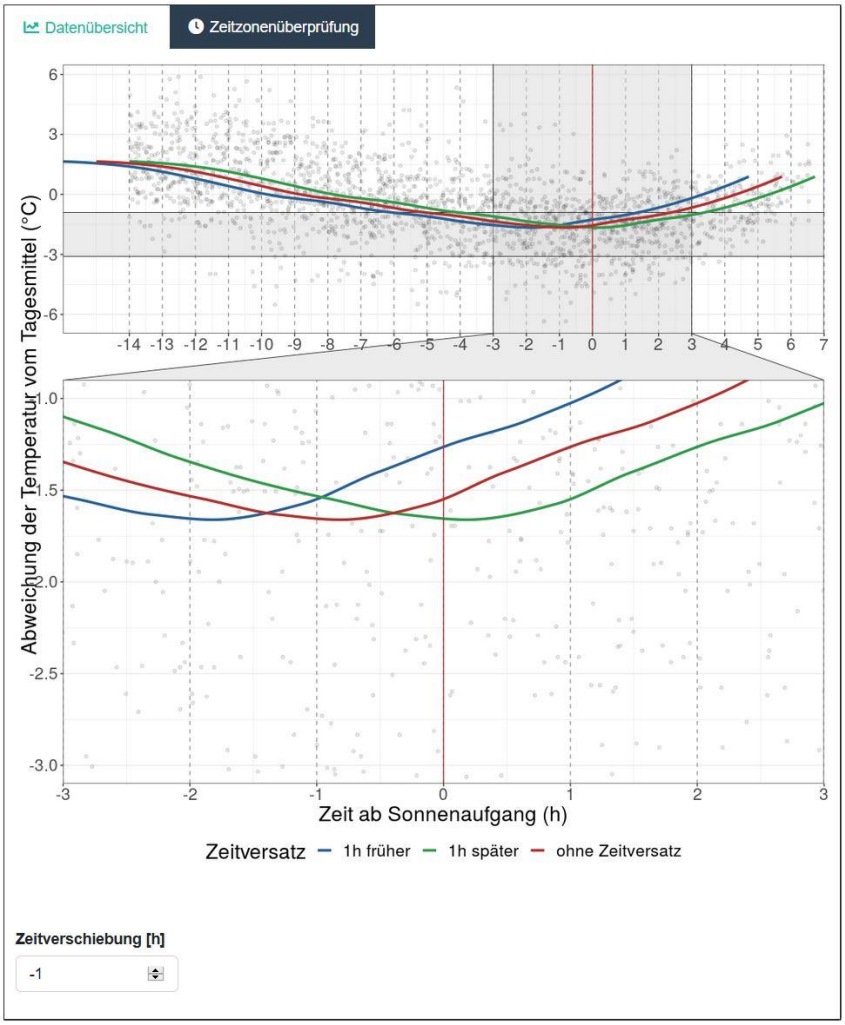

Abbildung 10 **Temperaturplot mit um eine Stunde zu früheren Uhrzeiten verschobenem Zeitstempel. Dargestellt ist die Temperaturabweichungen vom Tagesmittel im Tagesverlauf relativ zum Sonnenaufgang (graue Punkte). Der Nullpunkt der y-Achse entspricht dem mittleren Tagesmittel der Temperatur. Die rote Kurve zeigt die Glättung der Einzelwerte. Die senkrechte rote Linie markiert den Sonnenaufgang (Nullpunkt der x-Achse). Die niedrigste mittlere Tagestemperatur sollte zwischen dem Sonnenaufgang und etwa einer halben Stunde nach Sonnenaufgang liegen (kleinere Abweichungen sind je nach Standort möglich). Das Minimum der roten Kurve sollte daher etwa beim Nullpunkt der x-Achse (Sonnenaufgang) liegen. Eine Verschiebung des Minimums weist auf einen Versatz der Uhrzeiten in den Rohdaten hin. Das Fenster unten rechts in der Abbildung zeigt den Bereich um den Sonnenaufgang vergrößert und zusätzlich eine blaue und eine grüne Referenzkurve. Diese beiden Kurven zeigen die Daten um -1 bzw. +1 Stunde gegenüber der roten Kurve verschoben. Der Schnittpunkt der blauen mit der grünen Kurve sollte etwa bei**

Sonnenaufgang (= rote Linie) liegen, wenn kein Versatz der Uhrzeiten vorliegt.

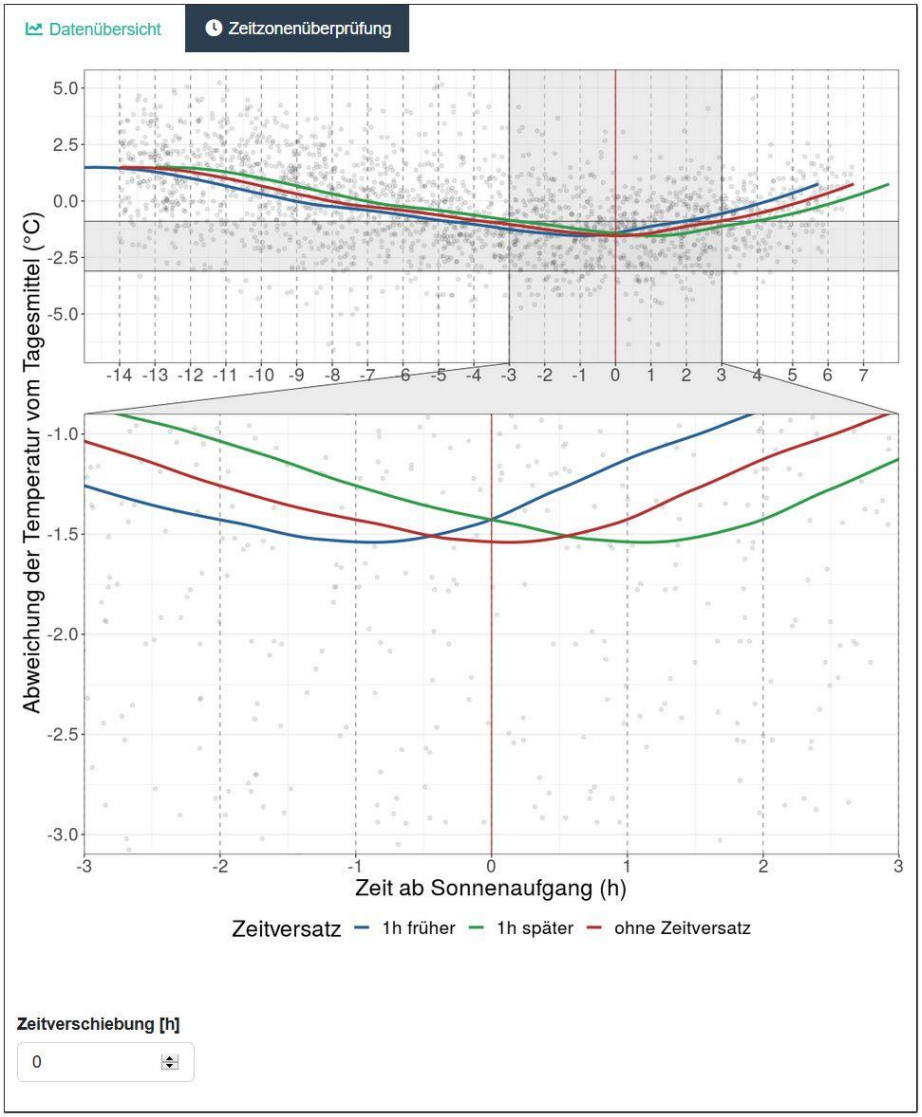

Abbildung 11 Temperaturplot: Gleiche Darstellung wie in Abbildung 10, jedoch mit korrektem Zeitstempel: Das Temperaturminimum liegt kurz nach Sonnenaufgang und der Schnittpunkt der blauen und grünen Linie zu Sonnenaufgang.

4 Prüfung der Aktivitätsmuster

Mit den in Abschnitt 3.2 gezeigten "Aktivitätsverteilungsplots" kann in ProBat die Fledermausaktivität und die Erfassungsdauer in Abhängigkeit der Einflussvariablen Wind, Temperatur, Niederschlag (optional), Nachtzeit und Monat dargestellt werden. Diese Abbildungen geben in erster Linie Hinweise auf mögliche Datenfehler. Darüber hinaus können diese Abbildungen helfen, standortspezifische starke Abweichungen der Aktivitätsmuster von den in ProBat vorausgesetzten Mustern zu erkennen. In den folgenden Abschnitten beschreiben wir die „typischen“ Aktivitätsmuster (die zum Teil in ProBat als Musterverteilungen zugrunde gelegt werden[10]), das Vorgehen bei der Prüfung der Aktivitätsmuster eines Datensatzes und einige der häufiger auftretenden Datenfehler, Abweichungen und Auffälligkeiten.

Bei der Prüfung eines Datensatzes sollte besonderes Gewicht auf die im Text hervorgehobenen Punkte gelegt werden. Weitere im Text erwähnte Punkte können darüber hinaus dazu helfen, die „Schlüssigkeit“ (und mögliche Datenfehler) eines Datensatzes zu beurteilen, vor allem, wenn bereits Erfahrungen mit einigen Datensätzen vorliegen.

4.1 Ursachen abweichender Aktivitätsmuster

Auch bei korrekter Erfassung der Fledermauserfassung und der Wetterparameter weichen vor allem bei kleinen Datensätzen (eine oder wenige WEA, Daten nur eines Jahres, längere Ausfallzeiten, geringe Fledermausaktivität, etc.) die gemessenen Aktivitätsverteilungen in der Regel von den in ProBat zugrunde gelegten Musterverteilungen ab. In der ganz überwiegenden Mehrzahl der Fälle entsprechen diese Abweichungen jedoch nicht dem langjährigen Mittel der Fledermausaktivität am jeweiligen Standort. Ursache sind vielmehr zufällige Abweichungen, wie sie bei kleinen Datensätzen durch stochastische Effekte (z.B. durch außergewöhnliche Wetterlagen) zu erwarten sind.

Eine biologisch begründete und starke Abweichung der Aktivitätsmuster an einem Standort von der ProBat-Musterverteilung, bei der eine Anpassung der von ProBat berechneten cut-in Windgeschwindigkeiten sinnvoll ist, ist sehr selten und beschränkt sich nach aktuellem Wissensstand fast vollständig auf Sonderstandorte an der Küste oder in den Alpen und auf Fälle, bei denen am Morgen kurz vor Sonnenaufgang ein zweites Aktivitätsmaximum auftritt.

Für eine abschließende Beurteilung der gemessenen Aktivitätsmuster sollten daher

- Datensätze aus mindestens zwei Jahren vorliegen
- mögliche Datenfehler gründlich geprüft und ausgeschlossen werden (siehe Abschnitt 3.2)
- vor allem bei nur einer oder wenigen beprobten WEA, längeren Ausfallzeiten oder geringer Fledermausaktivität Interpretationen mit großer Vorsicht erfolgen
- im Zweifelsfall immer den aus vielen Jahren und Datensätzen gemittelten ProBat-Musterverteilungen der Vorzug gegeben werden

[10] Die von ProBat durchgeführten Berechnungen nehmen für die Einflussfaktoren Windgeschwindigkeit, Monat und Nachtzeit Aktivitätsmuster an, die den Datensätzen der RENEBAT Forschungsvorhaben entsprechen.

Erst wenn alle genannten Punkte beachtet wurden, kommt für wenige Sonderfälle (siehe Abschnitte 4.7.2 und 4.8.2) eine geringfügige Anpassung der von ProBat berechneten Algorithmen in Betracht. Eine solche Anpassung sollte nur in Rücksprache mit uns, dem ProBat Entwicklungsteam (ProBat@oekofor.de), erfolgen. Wir bieten für solche Fälle eine Beratung an und sind natürlich an Sonderfällen und außergewöhnlichen Datensätzen für die Weiterentwicklung von ProBat interessiert.

4.2 Dokumentation der Aktivitätsmuster

Die Prüfung der Aktivitätsmuster und der Erfassungsdauer ist im Gutachten zu dokumentieren. Die Fledermausaktivität und die Erfassungsdauer sind hierzu im Gutachten in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit, Monat, Nachtzeit, Temperatur und ggf. Niederschlag zu prüfen (Darstellung der in ProBat erstellten Abbildungen im Gutachten) und mit den hier dargestellten typischen Musterverteilungen abzugleichen. Eine etwaige Anpassung der von ProBat berechneten Algorithmen muss in jedem Fall im Gutachten prominent dargestellt und ausführlich begründet werden.

4.3 Darstellung der Aktivitätsverteilung in ProBat

In den in Abschnitt 3.2 gezeigten „Aktivitäts-Plots" werden in ProBat die Detektordaten in Abhängigkeit von Wind, Temperatur, Niederschlag (optional), Nachtzeit und Monat dargestellt. Die Erfassungsdauer, die Fledermausaktivität aller Arten insgesamt und der Anteil der Rauhautfledermaus am Artenspektrum werden hierbei gesondert dargestellt und sollten auch einzeln geprüft werden.

Die Darstellung „Aktivitätsverteilung über Wind und Temperatur“ zeigt, anders als die anderen Darstellungen, den gemeinsamen Effekt der beiden Einflussvariablen Wind und Temperatur auf die Fledermausaktivität (siehe Abschnitte 4.4 und 0). Die Erfassungsdauer und der Anteil der Rauhautfledermaus werden hier nicht dargestellt.

4.3.1 Erfassungsdauer

Der erste Schritt der Datenprüfung betrifft die Verteilung der Erfassungsdauer (in Stunden), also die Zeiträume, in denen die Monitoring-Geräte aktiv und damit bereit waren, Fledermausaktivität aufzuzeichnen. Die Erfassungsdauer wird von ProBat in den Aktivitätsplots in der unteren Hälfte jeder Abbildung in Form grauer Säulen dargestellt.

Die Absolutwerte der Aufnahmedauer auf der y-Achse werden von der Länge der Ausfallzeiten und in gewissem Umfang von der geografischen Breite des Standortes beeinflusst. Wichtiger noch als die Lage der absoluten Werte ist die Prüfung der Form der Kurven.

4.3.2 Aktivität aller Arten

Im nächsten Schritt der Datenprüfung wird die Verteilung der akustischen Aktivität (als Anzahl Aufnahmen aller Fledermausarten insgesamt pro Stunde) betrachtet. Die akustische Aktivität wird von ProBat in den Aktivitätsplots in der oberen Hälfte jeder Abbildung als rote Linie dargestellt (Skala auf der linken Y-Achse).

Die Absolutwerte der Aktivität auf der y-Achse sind vom Aktivitätsniveau am jeweiligen Standort und vom verwendeten Detektor abhängig und für die hier dargestellte Datenprüfung weniger relevant[11]. Geprüft werden müssen jedoch die Formen der jeweiligen Kurve, die weitgehend unabhängig vom verwendeten Detektor und von der Höhe der Fledermausaktivität sind. Je kleiner der Datensatz, desto stärker machen sich jedoch Zufallseffekte bemerkbar und die Kurven werden „zackeliger“.

4.3.3 Anteil der Rauhautfledermaus

Im dritten Schritt der Datenprüfung wird der Anteil der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, an der Gesamtzahl der Aufnahmen aller Arten betrachtet (in Prozent). Die Anteil der Rauhautfledermaus wird von ProBat in den Aktivitätsplots in der oberen Hälfte jeder Abbildung als blaue Linie (Skala auf der rechten Y-Achse) dargestellt. Hier sind sowohl der Absolutwert (Anteil der Aufnahmen der Rauhautfledermaus) als auch für einige Parameter der Verlauf der Kurve relevant. Wurden keine oder nur sehr wenige Aufnahmen der Rauhautfledermaus aufgezeichnet, kann (und muss) dieser Aspekt des Datensatzes nicht sinnvoll geprüft werden.

4.4 Windgeschwindigkeit

Abbildung 12 „Typische“ Verteilung der Fledermausaktivität über der Windgeschwindigkeit (ProBat 7: ProBat → Überprüfung der Aktivitätsverteilung). Im oberen Teil der Abbildung ist als rote Linie die mittlere akustische Aktivität aller Fledermäuse (linken Y-Achse: Anzahl der Aufnahmen pro Stunde) und als blaue Linie der Anteil der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, (rechte Y-Achse: prozentualer Anteil an den Aufnahmen aller Arten) in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (in Klassen von 1 m/s Breite) auf der X-Achse dargestellt. Die Klasse 10-30 m/s ganz rechts auf der X-Achse ist wesentlich breiter als die anderen Klassen. Im unteren Teil der Abbildung ist die Verteilung der gesamten Aufnahmezeit (in Stunden auf der Y-Achse) ebenfalls über der Windgeschwindigkeit dargestellt.

[11] Unterschiede im Gesamtaktivitätsniveau werden bei der Berechnung der fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmen in ProBat berücksichtigt.

4.4.1 Erfassungsdauer

Die Erfassungsdauer je Windgeschwindigkeitsintervall (Intervalle auf der X-Achse) sollte **annähernd normalverteilt** sein (Abbildung 12 – die Klasse 10-30 m/s ist jedoch wesentlich „breiter“ als die anderen Klassen und weicht daher in der Darstellung von der Normalverteilung ab) mit einem Maximum (häufigste gemessene Windgeschwindigkeit) bei etwa 5 bis 7 m/s. Die genaue Lage des Maximums ist von der Windhöffigkeit (Stärke des Windes) des Standortes abhängig.

4.4.2 Aktivität aller Arten

Die rote Kurve der Aktivitätsverteilung (alle Fledermausarten insgesamt) sollte eine **deutliche (annähernd exponentielle) Abnahme der Aktivität mit zunehmender Windgeschwindigkeit** zeigen. Hierbei sind jedoch verschiedene Bereiche der Windgeschwindigkeit unterschiedlich zu beurteilen:

4.4.2.1 Bereich von 0 bis 2 m/s

Dieser Bereich ist für die Berechnung der cut-in Windgeschwindigkeiten und für die Beurteilung der Daten kaum relevant. Der Kurvenverlauf ist hier sehr variabel und häufig durch Zufallseffekte (Windgeschwindigkeiten von 0 bis 2 m/s sind selten) und durch Datenfehler (falsche Nullwerte der Windgeschwindigkeit durch Messfehler oder Datenlücken) geprägt. So kann, wie in Abbildung 12, auch eine (meist nur scheinbare) Zunahme der Aktivität mit Zunahme der Windgeschwindigkeit von 0 auf 1 oder sogar bis 2 m/s auftreten.

4.4.2.2 Bereich von 2 bis 5 m/s

In diesem Bereich sollte eine Abnahme der Aktivität mit zunehmender Windgeschwindigkeit zu erkennen sein. Vor allem bei kleinen Datensätzen (geringe Fledermausaktivität) kann der Kurvenverlauf jedoch sehr „zackelig“ sein (Abbildung 13).

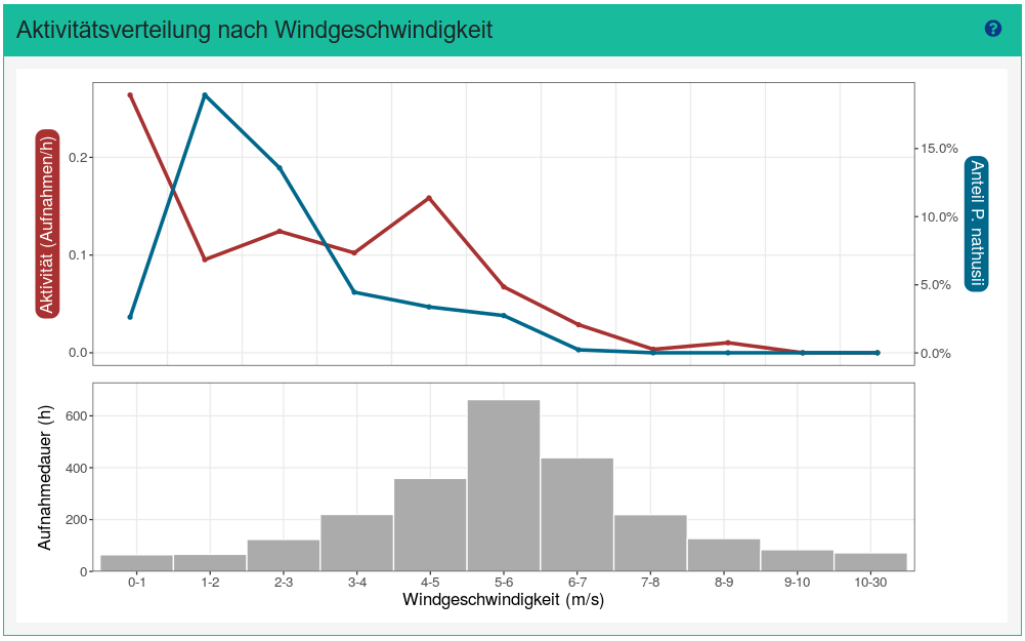

Abbildung 13 „Zackelige“ Verteilung der Fledermausaktivität über der Windgeschwindigkeit, wie sie bei kleineren Datensätzen häufiger auftritt. Darstellung wie bei Abbildung 12 angegeben.

4.4.2.3 Bereich von 5 bis 8 m/s

Dieser Bereich ist für die Datenkontrolle und für die Beurteilung des Datensatzes am wichtigsten. **Auch hier sollte die Fledermausaktivität mit höherer Windgeschwindigkeit abnehmen und deutlich niedriger liegen als im Bereich 2 bis 5 m/s. Ab dem Intervall 7-8 m/s nach rechts (zu höheren Windgeschwindigkeiten) sollte nur noch sehr geringe Aktivität erkennbar sein.**

4.4.2.4 Bereich über 8 m/s

In diesem Bereich sollten **gar keine oder nur noch einzelne Aufnahmen** liegen (Kurve liegt auf oder nahe bei null). Die in einigen Datensätzen auch bei höheren Windgeschwindigkeiten noch vereinzelt registrierten Aufnahmen machen sich als kleinere „Hügel“ in der Kurve bemerkbar, die sonst auf oder nahe null liegt (z.B. Intervall 8-9 m/s in Abbildung 13)[12].

4.4.2.5 Häufiger zu beobachtende Abweichungen der Aktivitätsverteilung

➔ Erhöhter Anteil der Fledermausaktivität bei Windgeschwindigkeiten über 7 m/s

Liegt die gemessene Aktivität bei höheren Windgeschwindigkeiten deutlich über der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Verteilung, liegt dies meist an Datenfehlern. Die scheinbar hohe Fledermausaktivität bei hohen Windgeschwindigkeiten wird häufig durch

[12] Da es auch viele Datensätze gibt, bei denen über z.B. 7 m/s gar keine Aktivität mehr auftritt, ist es auch möglich, dass es sich zumindest bei einem Teil der Aktivität bei hohen Windgeschwindigkeiten um Artefakte handelt (zeitliche Falschzuordnungen, Messfehler bei der Ermittlung der Windgeschwindigkeit, etc.).

eine zeitliche Falschzuordnung von Fledermaus- und WEAdaten verursacht (Abbildung 14), in einzelnen Fällen wohl auch durch Fehler bei der Messung der Windgeschwindigkeit.

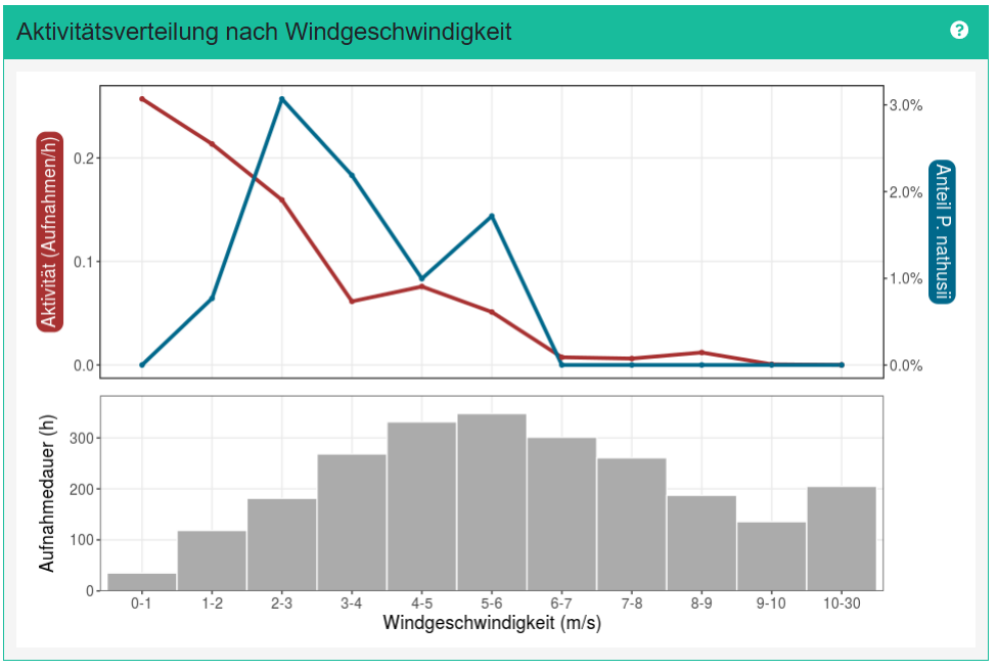

Abbildung 14 Scheinbare Fledermausaktivität bei Windgeschwindigkeiten über 7 m/s, in diesem Fall verursacht durch eine relative zeitliche Verschiebung der Wind- und Aktivitätsdaten um eine Stunde. Darstellung wie bei Abbildung 12 angegeben.

In einigen Fällen verbleibt die rote Kurve auch über 7-8 m/s auf einem gewissen „Restniveau“ und die Aktivität zeigt über 7 m/s kaum noch Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit. Ursache sind dann meist fälschlich als Fledermaus bestimmte Störungsaufnahmen (Abbildung 15).

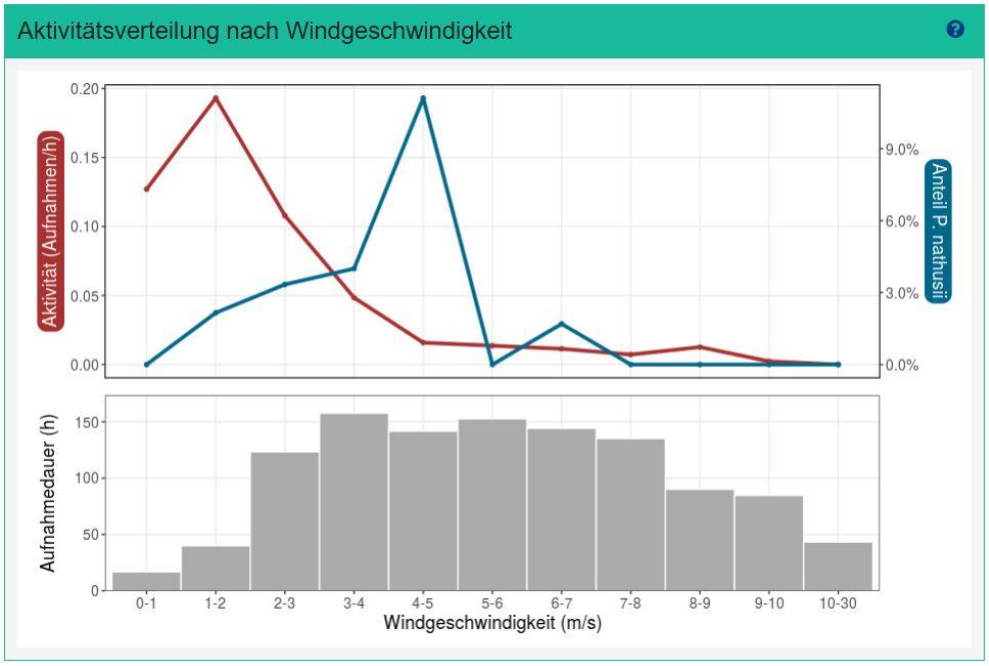

Abbildung 15 „Restniveau“ der Fledermausaktivität bei Windgeschwindigkeiten über 7 m/s, wie es bei fälschlich als Fledermaus bestimmten Störungsaufnahmen auftreten kann. Darstellung wie bei Abbildung 12 angegeben.

Die genannten Datenfehler führen zu unnötig hohen Abschaltvorgaben bei der Berechnung der Betriebsalgorithmen (der Effekt wird jedoch dadurch deutlich verringert, dass ProBat eine Standartverteilung der Aktivität über der Windgeschwindigkeit annimmt).

Vor allem aus den küstennahen Bereichen Nordwestdeutschlands wird immer wieder von erheblicher Fledermausaktivität vor allem der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, und des Großen Abendseglers, *N. noctula*, auch bei über 8 m/s berichtet. Wir konnten bislang nur wenige solcher Datensätze prüfen und in unsere Datenbasis aufnehmen und sind für die Beurteilung dieses möglichen Phänomens und für die Weiterentwicklung von ProBat sehr an solchen Datensätzen interessiert.

4.4.3 Anteil der Rauhautfledermaus

Der Anteil der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, (blaue Kurve in bei Abbildung 12, rechte Y-Achse: prozentualer Anteil an den Aufnahmen aller Arten) steigt in der Regel mit höheren Windgeschwindigkeiten an (auf die große „Windhärte“ dieser Art wurde schon in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** hingewiesen). Auch hier können jedoch vor allem bei kleinen Datensätzen Zufallseffekte zu deutlich anderen Kurvenverläufen führen (Abbildung 13).

4.5 Monat

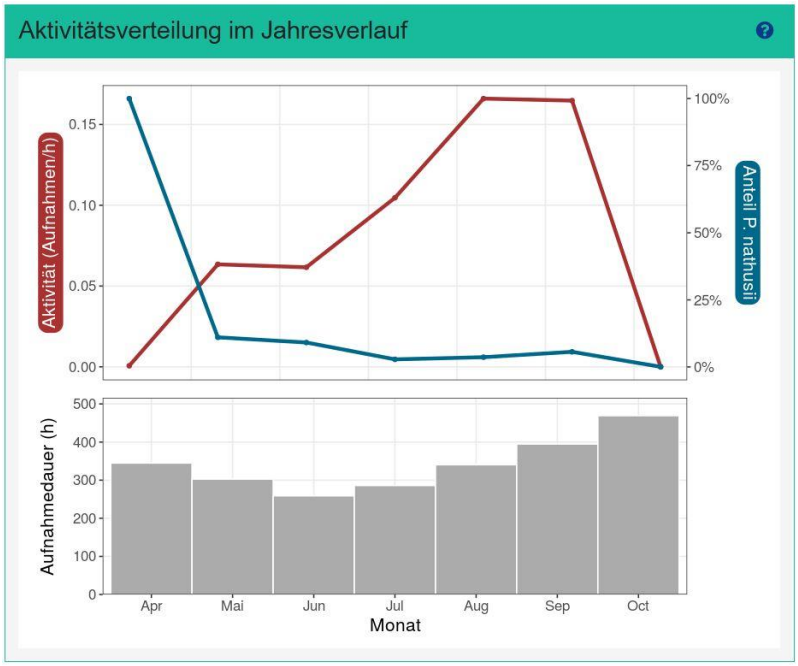

Abbildung 16 Verteilung der Fledermausaktivität über die Monate. Darstellung wie in Abbildung 12, jedoch sind auf der X-Achse statt der Windgeschwindigkeit die Monate der Erfassung dargestellt.

4.5.1 Erfassungsdauer

Die Erfassungsdauer (graue Säulen im unteren Teil der Abbildung 16) sollten im Juni (kürzeste Nächte) am geringsten sein und von dort zum Frühjahr und Herbst hin ansteigen. Der Anstieg ist desto steiler je weiter im Norden der Standort liegt. Längere Ausfallzeiten der Daten verändern die Balken entsprechend.

4.5.2 Aktivität aller Arten

Die phänologische Verteilung der Aktivität über die Monate (rote Linie im oberen Teil der Abbildung 16) kann auch am selben Standort zwischen verschiedenen WEA oder in verschiedenen Jahren sehr unterschiedlich sein – das Wetter hat hier einen starken Einfluss. So waren z.B. im ungewöhnlich heißen und windarmen Sommer 2018 an vielen WEA-Standorten Mitteleuropas ein sehr frühes Aktivitätsmaximum bereits im Juni und eine etwa doppelt so hohe Aktivität wie in anderen Jahren zu beobachten.

In der Regel liegt das Maximum der Aktivität jedoch im Spätsommer bis Frühherbst (Juli bis September), die Form der Kurve kann dabei stark variieren (z.B. die Breite des Maximums). Insgesamt zeigt Aktivität bezüglich des Monats die größte Variabilität aller hier dargestellten Einflussparameter (z.B. Abbildung 17). Aufgrund der starken Unterschiede zwischen verschiedenen Jahren ist es in der Regel sinnvoller, die in ProBat für die jeweilige Region angenommene Standardverteilung zu verwenden, als zu versuchen, die Phänologie für einen Standort aus einer nur ein- oder zweijährigen Erfassung abzuleiten. Geografisch klar

definierte Ausnahmen werden im Folgenden genannt:

➔ **Fehlende Frühjahrsaktivität an Sonderstandorten im Bereich der Nord- und Ostseeküste**

Es gibt vermehrt Hinweise darauf, dass die Frühjahrsaktivität im April und Mai an WEA im direkten Küstenbereich (Marschen in Ost- und Nordfriesland und Mecklenburgisch-Vorpommersches Küstengebiet) meist extrem gering und an machen Standorten auch bei mehrjähriger Beprobung gar nicht nachzuweisen ist. Hier (und **nur für diesen geografischen Bereich!**) kann nach zweijähriger Beprobung und keiner bis sehr geringer gemessener Aktivität (maximal 3 Aufnahmen pro WEA, Jahr und Monat, korrigiert für Ausfallzeiten – Mindestbeprobung 75 % jedes Monats) auf die Abschaltung in den Monaten April und ggf. Mai verzichtet werden (wenn im April im Mittel mehr als 3 Aufnahmen pro WEA und Jahr gemessen wurden, ist immer auch der Mai mit einzuschließen, unabhängig von der im Mai gemessenen Aktivität). Für den Ausschluss von Monaten im Küstenbereich halten wie bitte Rücksprache mit uns, dem ProBat Entwicklungsteam (ProBat@oekofor.de).

➔ **Stark von vermutlichem Zugverhalten geprägte alpine Standorte**

Uns liegen bislang nur sehr wenige Daten von Standorten aus den Alpen oberhalb von 1700 m über dem Meeresspiegel vor (die Zahl der Anlagen in diesem Bereich ist insgesamt verschwindend gering). Die uns bekannten Ergebnisse zeigen zum Teil überraschend hohe Fledermausaktivität und Hinweise darauf, dass sich die Aktivitätsverteilung bezüglich Windgeschwindigkeit, Temperatur, Nachtzeit und Monat in verschiedenen Aspekten von Standorten im Flachland unterscheidet. Hier sind gegebenenfalls Anpassungen der in ProBat gemachten Annahmen sinnvoll. Für die Entwicklung von Betriebsalgorithmen im alpinen Bereich sollten sie mit uns, dem ProBat Entwicklungsteam (ProBat@oekofor.de) Rücksprache halten.

4.5.3 Anteil der Rauhautfledermaus

Der Anteil der Rauhautfledermaus ist in den meisten Gebieten während der Zugzeit dieser Art im Frühjahr und/oder Spätsommer/Herbst am höchsten. Die Höhe des Anteils im Sommer hängt in erster Linie davon ab, ob diese Art im Sommer im Gebiet präsent ist.

Abbildung 17 „Untypische“ bimodale Verteilung der Fledermausaktivität (rote Linie) über die Monate mit zwei Maxima im Mai und September. Wenig typisch ist auch der höchste Anteil der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, im Juni und Juli. In der Regel ist es sinnvoller, die in ProBat für die jeweilige Region angenommene Standardverteilung zu verwenden, als zu versuchen, die Phänologie für einen Standort aus einer nur ein- oder zweijährigen Erfassung abzuleiten. Darstellung wie in Abbildung 12, jedoch sind auf der X-Achse statt der Windgeschwindigkeit die Monate dargestellt.

4.6 Nachtzeit

Abbildung 18 „Typische“ Verteilung der Fledermausaktivität über der Nachtzeit. Darstellung wie in Abbildung 12, jedoch ist auf der X-Achse statt der Windgeschwindigkeit die Nachtzeit dargestellt. Die Nachtzeit ist aufgeteilt in Zehntel der Nachtlänge (Nachtzeit 0 ist der Sonnenuntergang und Nachtzeit 1 ist der Sonnenaufgang). Das Intervall 0-0.1 beinhaltet also den Zeitraum von Sonnenuntergang bis 10 % der Nachtlänge nach Sonnenuntergang. Ein zusätzliches „Dämmerungsintervall“ (-0.15-0) beinhaltet 15 % der Nachtlänge vor Sonnenuntergang.

4.6.1 Erfassungsdauer

Die gesamte Aufnahmedauer je Nachtintervall sollte annähernd gleich sein (einzige Ausnahme hiervon ist das „Dämmerungsintervall“ vor Sonnenuntergang, das etwa 50 % länger ist als die anderen Nachtintervalle – Abbildung 18). Ist dies nicht der Fall, so kann dies ein Hinweis darauf sein, dass der Zeitstempel einen systematischen Fehler aufweist oder die Beprobung über einen längeren Zeitraum nicht die gesamte Nacht umfasste.

4.6.2 Aktivität aller Arten

In der Regel zeigt die Aktivität (rote Kurve in Abbildung 18) ein Maximum in der ersten Nachthälfte (Intervalle 0-0.1 oder 0.1-0.2) und ab diesem Maximum eine mehr oder weniger kontinuierliche Abnahme der Aktivität bis zum Sonnenaufgang (je nach Größe des Datensatzes kann die Kurve auch recht „zackelig“ ausfallen – siehe z.B. Abbildung 19).

➔ **Zweites Aktivitätsmaximum kurz vor Sonnenaufgang in Quartiernähe**

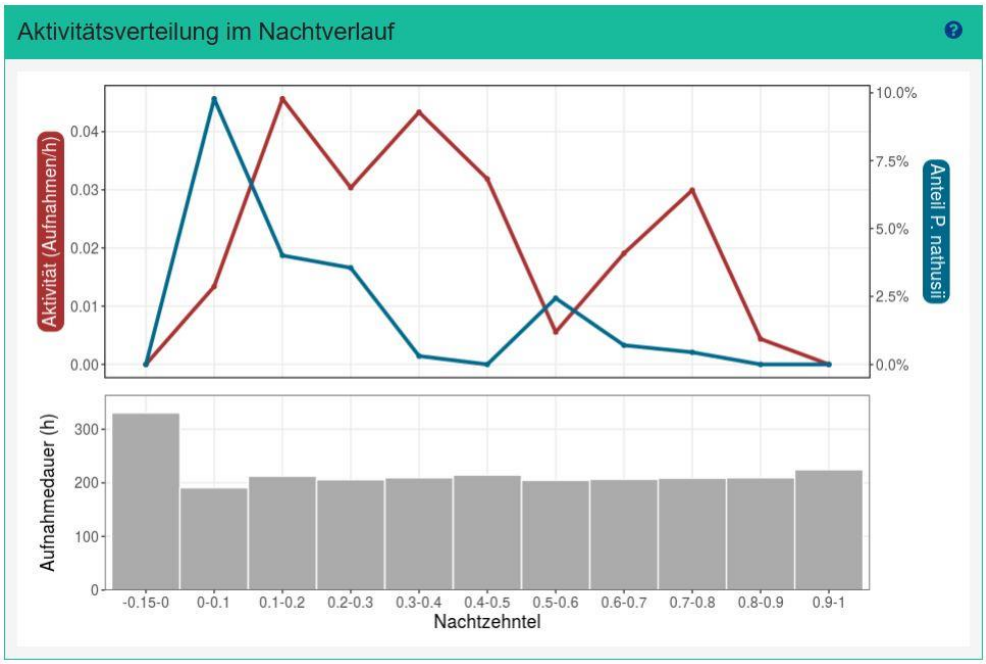

Abbildung 19 Verteilung der Fledermausaktivität über der Nachtzeit mit einem zweiten Aktivitätsmaximum in der zweiten Nachthälfte. Darstellung wie in Abbildung 18.

Immer wieder wird an Standorten konsistent über mehrere Jahre ein **zweites Aktivitätsmaximum kurz vor Sonnenaufgang** beobachtet (Intervalle 0.7-0.8, 0.8-0.9 und 0.9-1 – siehe Abbildung 19). Als Grund hierfür wird häufig ein in der Nähe befindliches Quartier vermutet. Wird an einem Standort (konsistent in mindestens zwei Jahren) ein Peak der Aktivität am Morgen gemessen, so sollten die von ProBat für die Morgenstunden berechneten cut-in Windgeschwindigkeiten entsprechend angehoben werden[13].

4.6.3 Anteil der Rauhautfledermaus

Die Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, zeigt in der Regel ein leicht von den anderen Arten und Artgruppen abweichendes Aktivitätsmuster bezüglich der Nachtzeit. Das Maximum dieser Art liegt meist in der Mitte der Nacht und fällt langsam zu Sonnenunter- bzw. -aufgang hin ab. Hieraus resultiert, dass die blaue Kurve wie in Abbildung 18 meist aber der Mitte der Nacht die höchsten Werte zeigt.

[13] Z.B. können die cut-in Windgeschwindigkeiten für Nachtzehntel in der ersten Nachthälfte auf Nachtzehntel in der zweiten Nachthälfte mit entsprechend hoher Aktivität übertragen werden.

4.7 Temperatur

Die Temperatur geht nicht direkt in die Berechnung der Betriebsalgorithmen durch ProBat ein. In der Regel wird jedoch eine feste Temperaturschwelle als zusätzlicher Parameter für den Betrieb der WEA festgelegt (z.B. Normalbetrieb der WEA unterhalb von 8 °C).

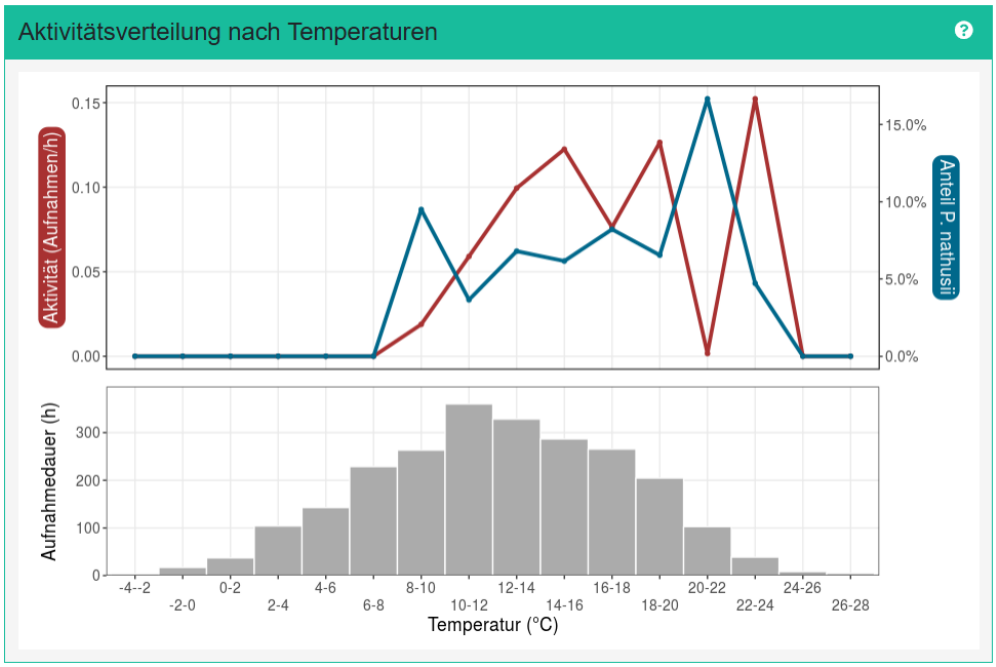

Abbildung 20 „Typische“ Verteilung der Fledermausaktivität über der Temperatur. Darstellung wie in Abbildung 12, jedoch ist auf der X-Achse statt der Windgeschwindigkeit die Temperatur in Schritten von 2 °C dargestellt.

4.7.1 Erfassungsdauer

Die gesamte Aufnahmedauer je Temperaturintervall sollte annähernd gleichverteilt sein mit einem Maximum bei etwa 10 bis 15 °C (Werte für das Flachland und bei Beprobung von April bis Oktober). Die Lage des Maximums ist unter anderem von der Höhe über dem Meeresspiegel und vom eingehenden Zeitraum abhängig. Liegen die Temperaturen deutlich höher als hier angegeben, sollte geprüft werden, ob die Werte des richtigen Temperatursensors verwendet wurden (neben der Außentemperatur werden Temperaturwerte verschiedenster Sensoren im Innenraum der WEA erfasst). Ein Abgleich der Daten mit einer nahegelegenen Wetterstation kann hier hilfreich sein.

4.7.2 Aktivität aller Arten

In der Regel ist für alle Arten (rote Kurve in Abbildung 20) **unterhalb von 8 °C keine oder nur sehr wenig Aktivität nachzuweisen. Relevant für die Beurteilung des Datensatzes ist normalerweise der Bereich zwischen 8 °C und 12 °C.** Ab diesem Temperaturbereich ist in den meisten Datensätzen Fledermausaktivität nachweisbar und entsprechend liegt in diesem Bereich meist die Temperaturschwelle für den Normalbetrieb einer WEA (die WEA kann unterhalb der Temperaturschwelle im Normalbetrieb laufen), sofern eine

Temperaturschwelle zusätzlich zu den von ProBat festgelegten cut-in Windgeschwindigkeiten festgelegt wird. Oberhalb von 12 °C bis etwa 20 °C oder 25 °C (in Ausnahmefällen sogar 30 °C) steigt die Aktivität meist weiter mit der Temperatur an (je nach Größe des Datensatzes mehr oder weniger „zackelig“ wie z.B. in Abbildung 20). Bei den höchsten gemessenen Temperaturen sinkt dann in der Regel die Aktivität wieder, da es sich hier um Zeiten vor oder kurz nach Sonnenuntergang handelt.

4.7.3 Anteil der Rauhautfledermaus

Der Anteil der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, sinkt an vielen Standorten mit höheren Temperaturen (die Rauhautfledermaus ist also relativ häufiger bei tiefen Temperaturen aktiv als andere Arten).

4.8 Niederschlag

Von allen hier genannten Einflussfaktoren hat der Niederschlag die geringste Bedeutung. Der Anteil von Zeiten mit Niederschlag ist in Mitteleuropa gering, außerdem sind Niederschlagszeiten häufig mit tiefen Temperaturen und hohen Windgeschwindigkeiten korreliert, weshalb der Niederschlag über die anderen Einflussfaktoren hinaus nur wenig zusätzliche Information zur Fledermausaktivität bietet.

Darüber hinaus scheinen zumindest einige der an WEA eingesetzten Niederschlagssensoren nur sehr ungenaue Messwerte zu liefern. Auch ein fehlerhafter Anschluss der Sensoren an das SCADA System der WEA wurde in einzelnen Fällen dokumentiert. Wir empfehlen daher im Moment einen konservativen Schwellenwert des Niederschlags für den Normalbetrieb der WEA und eine regelmäßige Kontrolle der Messwerte auf ihre Sinnhaftigkeit.

Da uns bislang nur wenige Datensätze vorliegen, die Niederschlagsdaten beinhalten, können wir noch nicht einschätzen, wie stark sich die mit verschiedenen Sensortypen oder Sensoren desselben Typs erfassten Niederschlagsdaten unterscheiden. Dementsprechend können wir auch noch keine differenzierten Aussagen zum Effekt der Niederschlagsmenge auf die Fledermausaktivität machen. Klar ist, dass die Fledermausaktivität zumindest bei größeren Niederschlagsmengen sehr niedrig ist.

Der Niederschlag geht wie die Temperatur nicht direkt in die Berechnung der Betriebsalgorithmen durch ProBat ein. Zum Teil wird jedoch eine feste Niederschlagsschwelle als zusätzlicher Parameter für den Betrieb der WEA festgelegt (z.B. Normalbetrieb der WEA bei Niederschlagswerten über 5 mm/h).

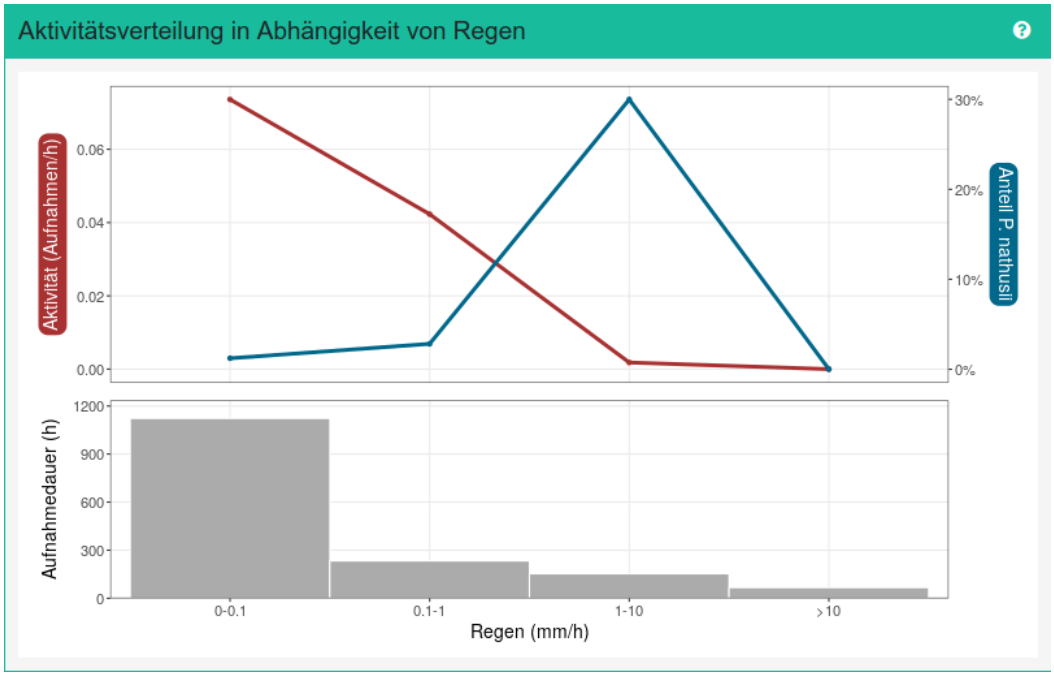

Abbildung 21 „Typische“ Verteilung der Fledermausaktivität über den Niederschlagswerten. Darstellung wie in Abbildung 12, jedoch ist auf der X-Achse statt der Windgeschwindigkeit der Niederschlag dargestellt. Da sich der Messbereich der Niederschlagsmenge über mehrere Zehnerpotenzen erstreckt, sind die Werte der X-Achse in einer näherungsweise logarithmischen Skala dargestellt.

4.8.1 Erfassungsdauer

Wie bereits dargestellt, ist der Anteil von Zeiten mit Niederschlag relativ gering. Entsprechend sollte bei weitem der größte Anteil der Erfassungszeit im niedrigsten Niederschlagsintervall liegen (0-0.1 mm/h)

4.8.2 Aktivität aller Arten

Die Aktivität aller Arten (rote Kurve in Abbildung 21) sollte mit zunehmender Niederschlagsmenge deutlich sinken. Uns liegen bislang noch zu wenige Datensätze mit Niederschlagswerten verschiedener Sensortypen vor, um Aussagen zur Verlässlichkeit der Sensoren und zur genauen Abhängigkeit der Fledermausaktivität vom Niederschlag machen zu können.

4.8.3 Anteil der Rauhautfledermaus

Wir können bislang keine Aussagen dazu treffen, ob sich der Anteil der Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge verändert.

4.9 Aktivitätsverteilung über Wind und Temperatur

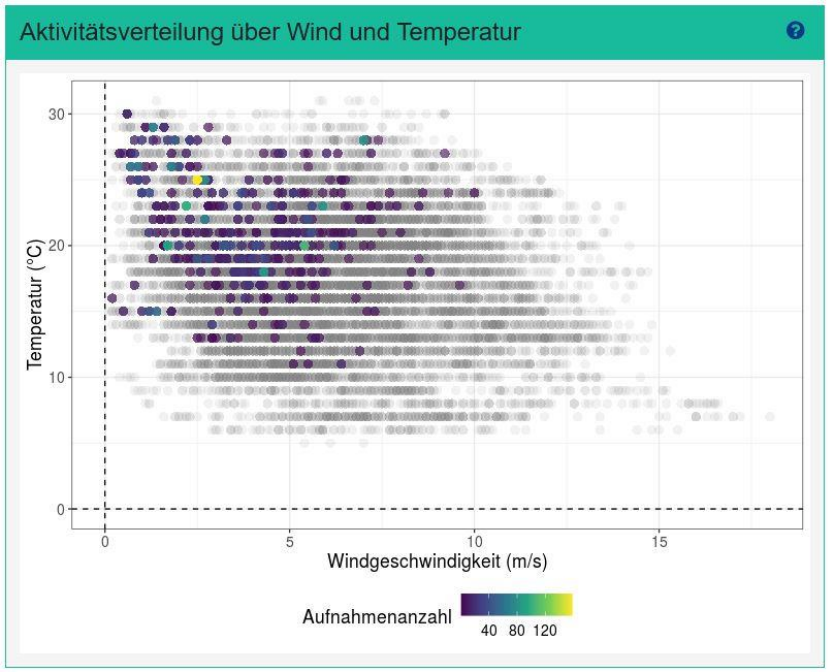

Abbildung 22 „Typische“ Verteilung der Fledermausaktivität in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Temperaturwerten. Dargestellt sind alle 10-Minuten-Intervalle des Erfassungszeitraums als Kreise. Graue Kreise zeigen Intervalle ohne Fledermausaktivität. Je mehr graue Kreise sich überlagern, desto dunkler ist ihr Grauton. Farbige Kreise zeigen Intervalle mit Fledermausaktivität (die Höhe der Aktivität farbkodiert).

Die Darstellung „Aktivitätsverteilung über Wind und Temperatur“ zeigt, anders als die anderen Darstellungen, den gemeinsamen Effekt der beiden Einflussvariablen Wind und Temperatur auf die Fledermausaktivität (Abbildung 22). Die Erfassungsdauer und der Anteil der Rauhautfledermaus werden hier nicht dargestellt.

In dieser Abbildung sollte die Konzentration der Fledermausaktivität (farbige Kreise) auf Zeiten mit niedrigeren Windgeschwindigkeiten und höheren Temperaturen relativ zu Zeiten ohne Fledermausaktivität (graue Kreise) zu erkennen sein.

5 Relevanz und Festlegung von Gültigkeitszeiträumen

Die letzte wichtige Maßnahme auf dem Weg zu einer erfolgreichen Berechnung ist die korrekte Einstellung der Gültigkeitszeiträume von Wind- und Detektordaten.

5.1 Gültigkeitszeiträume

Die gültigen Messzeiträume für Wind definieren die Zeiträume, für die gültige Windgeschwindigkeiten der WEA vorliegen. Hier können auch Zeiträume eingeschlossen werden, für die keine Detektordaten vorliegen. Liegen die Anlagenfaktoren (berechnet für die gemeinsamen Zeiträume von Wind- und Detektordaten) vor, so kann auch für 10-min-Intervalle, für die nur Winddaten vorliegen, die vorhergesagte Fledermausaktivität und damit das Schlagrisiko berechnet werden. Es werden jedoch nur Winddaten innerhalb des Zeitraums des fledermausfreundlichen Betriebs berücksichtigt.

Die Dauer der fledermausrelevanten Zeit während einer Nacht erstreckt sich im Gondelbereich von WEA prinzipiell von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang. Da zum Beispiel Abendsegler, *N. noctula*, häufig auch bereits vor Sonnenuntergang aktiv sind, ist es meist notwendig, das Dämmerungsintervall einzubeziehen (siehe hierzu die ProBat Bedienungsanleitung, Kapitel 8). In diesem Fall erstreckt sich die fledermausrelevante Zeit vom Beginn des Dämmerungsintervalls bis zum Sonnenaufgang.

5.2 Mindestbeprobung

Zur Erzielung sinnvoller Ergebnisse mit ProBat ist eine Mindestbeprobung in den für Fledermäuse relevanten Jahreszeiten notwendig. Des Weiteren gilt auch eine Mindestbeprobung für jede Nacht. **ProBat führt keine Berechnung durch, wenn die definierte Mindestbeprobung unterschritten wird**.

Die hier angegebenen Mindestzeiträume beruhen bislang auf der Einschätzung von Experten für Fledermäuse an WEA. Entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen können daher ggf. noch zu einer Modifizierung der Vorgaben führen.

ProBat überprüft die in den folgenden Abschnitten formulierten Bedingungen sowohl für „Detektor und Wind“-Intervalle als auch nur für „Wind“-Intervalle. **Bei Nichterfüllung der Mindestbeprobungszeiten erfolgt keine Berechnung** bzw. ein Ausschluss der jeweiligen Nacht.

5.2.1 Mindestbeprobungszeiträume

Eine aussagekräftige Berechnung der Anlagenfaktoren und letztlich der Cut-in-Windgeschwindigkeiten erfordert eine Mindestanzahl von Nächten mit gültigen Detektor- und Winddaten. Die entsprechenden Kriterien sind im Dokument „Leitfaden" definiert und festgelegt. Der für Fledermausschlag an WEA relevante Zeitraum wird je nach Bundesland unterschiedlich angesetzt, häufig vom 01.04. bis zum 31.10. Der „Zeitraum des fledermausfreundlichen Betriebs“ muss so eingestellt werden, dass er mindestens diesen Zeitraum einschließt. Demgegenüber ist der Hauptaktivitätszeitraum für Mitteleuropa auf den 1.7. bis 30.9. festgelegt. Für beide Zeiträume gibt es eine Mindestprozentzahl von Nächten,

für die Messdaten vorliegen sollten (75 %) bzw. müssen (66 %). Wird einer der beiden Muss-Werte (für Detektor- oder Winddaten) nicht erreicht, so wird die Berechnung abgebrochen. Wird mindestens einer der beiden Sollte-Werte nicht erreicht, so wird ein Warnhinweis ausgegeben und nach Bestätigung wird die Berechnung fortgesetzt.
Insgesamt gilt natürlich, dass je kürzer die Beprobung ist, desto unsicherer sind die darauf aufbauenden Aussagen. Da das Auftreten von Fledermäusen im Rotorbereich von WEA typischerweise sehr „geklumpt“ ist, nimmt bei abnehmender Beprobungszeit die Gefahr zu, relevante Anteile der Fledermausaktivität zu verpassen. Bei Unterschreiten der hier angegebenen „Sollte-Beprobung“ von 75 % ist bereits mit einer erheblichen Unsicherheit der Ergebnisse zu rechnen.

5.2.2 Einzelne Nächte

Grundsätzlich müssen für mindestens **80 % aller 10-min-Intervalle einer Nacht**[14] gültige Winddaten vorliegen, um diese Nacht in ProBat bearbeiten zu können. Für einige der Berechnungen in ProBat sind sowohl gültige Wind- als auch gültige Detektordaten für 80 % aller 10-min-Intervalle notwendig.

[14] Relevant sind hierbei die 10-min-Intervalle einer Nacht, die in den Berechnungen berücksichtigt werden und für die letztlich der fledermausfreundliche Betriebsalgorithmus erstellt wird. Die relevante Zeit erstreckt sich prinzipiell von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang. Es ist häufig nötig, das Dämmerungsintervall vor Sonnenuntergang mit einzubeziehen.