

Umweltverträglichkeitsbericht Fledermäuse: Wirkungsanalyse aufgrund saisonaler Ultraschall-Aktivität

Projekt Windpark Stierenberg (LU)



Juni 2018

**SWILD – Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation,
Zürich**

Auftraggeber:**Windenergie Stierenberg**

Roland Wismer-Felder
Stierenberg 1
6221 Rickenbach LU

Auftragnehmerin:**SWILD – Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation**

Wuhrstrasse 12, 8003 Zürich

Dr. Fabio Bontadina (Projektleitung, Auswertungen, Bewertung)

Kathi Märki (Rufanalysen, Auswertungen)

Lucretia Deplazes, Mirco Lauper (Auswertungen, Bericht)

Tel. 044 450 68 05

fabio.bontadina@swild.ch

Tel. 044 450 68 12

lucretia.deplazes@swild.ch

**Verdankung**

Wir danken Herrn Roland Wismer sowie dem Kantonalen Fledermausschutzbeauftragtem Manuel Lingg für die gute Zusammenarbeit.

Version 0.9 vom 18. Juni 2018.

Abbildungen Titelbild: SW-Grafik Fledermaus: (cc) / swild.ch; Karte (c) geo.admin.ch; Fotomontage: Windenergie Stierenberg

© Texte und Berechnungsgrundlagen bei SWILD.

Zitat

SWILD. 2018. **Umweltverträglichkeitsbericht Fledermäuse: Wirkungsanalyse aufgrund saisonaler Ultraschall-Aktivität. Projekt Windpark Stierenberg (LU).** Bericht vom Juni 2018, SWILD, Zürich, 23 S.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Ausgangslage	7
1.1 Probleme Windenergie und Fledermäuse.....	7
1.2 Gefährdete Fledermausarten als Kollisionsopfer	7
1.3 Unfallrisiko korreliert mit der Fledermausaktivität.....	7
1.4 Abklärung Umweltverträglichkeit: Gefährdungspotential für Fledermäuse	8
1.5 Rechtliche Grundlagen	8
2 Detaillierte Ziele der Abklärungen	8
3 Eckdaten Projekt	9
4 Vorgehen und Methoden	10
4.1 Permanentstationen: Aufnahmen in Rotorhöhe	10
5 Resultate: Permanentstationen	12
5.1 Zeitlicher Umfang der Aufzeichnungen	12
5.2 Rufanalyse und Störgeräusche	12
5.3 Anzahl Nachweise und Artenspektrum	13
5.4 Aktivität je Periode	15
5.5 Saisonaler Verlauf der Aktivität	17
6 Prognose der Konflikte	18
6.1 Mortalitätsschätzung.....	18
7 Bewertung	19
7.1 Bewertung methodischer Aspekte.....	19
7.2 Bewertung der Ergebnisse	20
Bewertung der Auswirkungen des Projekts auf die Fledermäuse	21
8 Glossar	22
9 Literaturgrundlagen	23

Zusammenfassung

Hintergrund und Aufgabe

Kollisionen mit Rotoren von Windenergieanlagen (WEA) können für Fledermäuse eine tödliche Gefahr darstellen. Alle 30 Fledermausarten sind in der Schweiz bundesrechtlich geschützt. Für den Windpark Stierenberg LU mit 3 geplanten WEA werden im vorliegenden Umweltverträglichkeits-Teilbericht (UVB) die Auswirkungen auf die Fledermäuse untersucht. Für eine umfangreiche Wirkungsanalyse wurde die Aktivität der Fledermäuse während der gesamten Saison 2016 vom Projektinitiator erfasst, anschliessend von SWILD ausgewertet und detailliert nach Artenspektrum sowie Aktivität dargestellt. In einem weiteren Schritt sollen diese Resultate bezüglich Mortalität und Gefährdungspotentials lokaler Fledermauspopulationen und der Fledermausmigration bewertet und allfällige Schadensminderungen (Abschaltplan, Kompensationsmassnahmen) daraus abgeleitet werden.

Vorgehen

Im Perimeter des geplanten Windparks wurden Fledermausabklärungen in Form von **permanenten Aktivitätsmessungen auf dem Windmessmasten (in 82m Höhe)** durchgeführt. In der standardisierten Messperiode vom 15. März bis zum 31. Oktober 2016 (231 Nächte) konnten während 228 Nächten erfolgreich Aufzeichnungen durchgeführt werden (98.7% der Nächte). Die Resultate der eingesetzten Messgeräte wurden korrigiert, so dass die standardisierten Aktivitätswerte mit anderen WEA Projekten in der Schweiz vergleichbar sind. **Die Messungen in Rotorhöhe sind die Grundlage für die Einschätzung des Konfliktpotentials sowie der Massnahmen zur Schadensminderung. Es ist noch zu überprüfen, ob das aktuelle Vorgehen alle Anforderungen erfüllt, wie sie im provisorischen Pflichtenheft des BAFU (2016) empfohlen werden.**

Ergebnisse

Rufanalyse und Störgeräusche: Die Daten umfassten eine grosse Anzahl Störgeräusche (Total 145'792 Sequenzen, davon 4'688 Fledermaussequenzen, inkl. Rufe ausserhalb der stand. Periode). Diese Störungen überdeckten oft die Fledermausrufe und wurden vom Analyseprogramm nicht erkannt. Deshalb mussten die Rufe manuell herausgefiltert werden: Total 2307 (49%) von 4688 Rufe

Permanente Mastmessungen: Insgesamt wurden während der standardisierten Periode **4'679 Fledermaussequenzen** registriert, die einer Artenvielfalt von mindestens **fünf Fledermausarten** zugeordnet werden konnten. Der Anteil an Sequenzen gefährdeter Arten der Roten Liste beträgt mindestens 1.4% (inklusive der potentiell gefährdeten Arten: 80.8%), wobei **keine Sequenz einer „vom Aussterben bedrohten“ oder „stark gefährdeten“ Art** nachgewiesen wurde. Es wurden **eine Art**, die **Zweifarbefledermaus** *Vespertilio murinus*, mit 67 Durchflügen von **„sehr hoher nationaler Priorität“** registriert. 86.4% der Aufnahmen stammen von migrierenden Arten.

Die standardisierten Aktivitätsmessungen und Mortalitätsberechnungen gemäss der SWILD Methode basieren in der Regel auf Aktivitätsaufnahmen mit Hilfe von Batcordern. Die extern durchgeführten Permanentaufnahmen wurden in diesem Fall mit sensitiveren Batloggern durchgeführt. Deshalb musste für die Auswertungen der Aktivität für den Geräteunterschied gemäss Standard korrigiert werden. Die folgenden Werte beruhen auf den standardisierten Daten.

In der Migrationszeit im Frühling wurde eine **„geringe Aktivität“** (1.4 ± 0.6 Durchflüge pro Nacht) aufgezeichnet.

In der Reproduktionszeit im Sommer stieg die Aktivität auf **„erhöhte Aktivität“** (11 ± 5.3).

In der Migrationszeit im Herbst nimmt die Aktivität weiter zu und erreicht die Kategorie

"hohe Aktivität" (28.4 ± 6.1 Durchflüge pro Nacht).

Auf die ganze Untersuchungsperiode zusammengefasst, liegt die Fledermausaktivität im Bereich "erhöhte Aktivität" ($\bar{O}$ 13.3 ± 3.4 Durchflüge pro Nacht).

In der **Migrationsperiode im Herbst** zeigt sich durchgehend erhöhte Aktivität von migrierenden Fledermäusen ohne klare Aktivitätspeaks. Dies deutet darauf hin, dass das Gebiet im Herbst eine Bedeutung für migrierende Fledermausarten hat.

Bewertung und Empfehlungen

Mit mind. 5 Fledermausarten wurde auf Rotorhöhe eine **mittlere Artenvielfalt von geschützten Fledermäusen** erfasst.

Die Permanentaufnahmen in Rotorhöhe, die eine Beurteilung der potentiellen Konflikte mit den Rotoren erlauben, zeigen eine „erhöhte“ Aktivität der Fledermäuse mit hoher Aktivität in der Migrationsperiode im Herbst.

Mindestens 1.4% der Sequenzen sind gefährdeter Arten der Roten Liste (mit den potentiell gefährdeten Arten: 80.8%). Ohne Schutzmassnahmen besteht ein Konfliktpotential mit gefährdeten Arten.

Da die Auswirkungen von WEA an Waldstandorten noch wenig erforscht sind, muss dieser Umstand berücksichtigt werden, indem die

Konfliktprognosen die grössere Unsicherheit einbeziehen.

Aufgrund der erfassten Fledermausaktivität hat das Projekt einen erheblichen Einfluss auf geschützte Fledermausarten. Es sind Schutzmassnahmen angezeigt.

Ob die vorliegenden Messungen auch für einen Waldstandort ausreichend sind, muss noch mit dem Kanton geklärt werden. Ebenso die übrigen Anforderungen an die Untersuchungen UVB.

Für die abschliessende Bewertung eines Waldstandortes müssen noch die vorangehend aufgeführten Punkte einbezogen werden.

Eine Reduktion der erwarteten Konflikte mit Fledermäusen können durch gezielte Massnahmen zur Schadensminderung (Betriebseinschränkungen während Nachtzeiten mit hoher Fledermausaktivität) sowie zur Kompensation der nicht vermeidbaren Mortalität erreicht werden.

Es müssen daher gezielte Massnahmen zur Reduktion des Konfliktpotentials sowie zur Kompensation der nicht vermeidbaren Mortalität angestrebt werden. Ziel dieser Massnahmen ist, die Auswirkungen des geplanten Windparks auf Fledermäuse auf ein verträgliches Mass zu reduzieren, so dass das Projekt bewilligungsfähig wird.

Die Umsetzung und Wirkung der Massnahmen sollen nach Betriebsstart überprüft werden.

1 Ausgangslage

1.1 Probleme Windenergie und Fledermäuse

Seit Windenergieanlagen (WEA) in Europäischen Ländern in grosser Zahl eingesetzt werden, gibt es Berichte von Konflikten mit Wildtieren, insbesondere Unfälle mit den Rotoren. Während das Augenmerk anfänglich auf Unfällen von Vögeln lag, wurde in den letzten Jahrzehnten in Europa und Nordamerika registriert, dass die Unfallzahlen bei Fledermäusen meist deutlich höher sind. Weltweit gehören Kollisionen mit WEA bereits zu den Hauptursachen für gemeldete Todesfälle bei Fledermäusen (O'Shea et al. 2016).

In Europa wurde bisher eine jährliche Mortalität zwischen 0 und 41 Fledermäusen pro Windenergieanlage ermittelt (Brinkmann et al. 2006, Rydell et al. 2010). Bisherige Untersuchungen zeigen, dass insbesondere hohe Anlagen, Standorte auf Hügelkuppen, möglicherweise im Wald, in anderen geeigneten Jagdgebieten oder in Migrationskorridoren zu einer grösseren Anzahl an Unfällen führen können (Kunz et al. 2007, Brinkmann et al. 2006, Hurst et al. 2017).

Bei einer Suche nach Totfunden von Fledermäusen bei 8 WEA in der Schweiz im Auftrag der Bundesämter für Umwelt und für Energie (BAFU & BFE) wurde bestätigt, dass Kollisionen mit Fledermäusen auch in der Schweiz vorkommen und zu einer bedeutenden Mortalität bei Fledermäusen beitragen können (Leuzinger, Lugon & Bontadina, 2008; NATURA & SWILD, 2018).

1.2 Gefährdete Fledermausarten als Kollisionsoffer

In der Schweiz sind 30 Fledermausarten bekannt. Alle Fledermausarten sind in der Schweiz bundesrechtlich geschützt (NHG Art. 20). Alle Arten stehen auf der Roten Liste der gefährdeten Tierarten der Schweiz (Bohnenstengel et al. 2014) in den Kategorien „potenziell gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“, mit Ausnahme von den 4 Fledermausarten (Bartfledermaus *Myotis mystacinus*, Weissrandfledermaus *Pipistrellus kuhlii*, Rauhautfledermaus *Pipistrellus nathusii* und Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*, welche als „nicht gefährdet“ (LC) eingestuft werden), vier weitere Fledermausarten konnten aufgrund ungenügender Datengrundlage nicht beurteilt werden.

Wie jüngere Untersuchungen in der Schweiz gezeigt haben, können auch einheimische Fledermausarten von Kollisionen mit WEA betroffen sein (Leuzinger, Lugon & Bontadina, 2008; NATURA & SWILD, 2018). Es sind insbesondere Fledermausarten, die im freien Luftraum jagen oder solche die zur Migration Langstrecken fliegen.

Betroffen sind damit viele Arten, die auf der Roten Liste der gefährdeten Arten der Schweiz stehen und die aufgrund ihres Schutzstatus spezielle Aufmerksamkeit benötigen. Insbesondere kleine, lokale und bereits bedrohte Populationen können durch eine zusätzliche Mortalität weiter gefährdet werden.

1.3 Unfallrisiko korreliert mit der Fledermausaktivität

Während noch nicht abschliessend geklärt ist, warum Fledermäuse mit Rotoren kollidieren, wurde aufgrund des zeitlichen Auftretens von Totfunden klar, dass es an vielen Standorten eine saisonale Häufung von Unfällen während der Hauptaktivitätszeit im Sommer und den Perioden der Fledermaus-Migration (Frühling und Herbst) gibt. Es konnte gezeigt werden, dass bei grosser Fledermausaktivität an einem Standort auch die Unfallgefahr grösser ist (Amorim et al. 2012). Eine erhöhte Fledermausaktivität wird in geeigneten Jagdgebieten für Fledermäuse oder bei Korridoren der Fledermaus-Migration festgestellt.

Da das Kollisionsrisiko an einem Standort mit der lokalen Fledermausaktivität zusammenhängt, können Messungen der Fledermausaktivität das Gefährdungspotential eines Standortes aufzeigen.

1.4 Abklärung Umweltverträglichkeit: Gefährdungspotential für Fledermäuse

Die Kantonalen Fledermausschutz Beauftragten erstellen im Rahmen der Schweizerischen Koordinationsstelle für Fledermausschutz für Standorte von geplanten WEA in der Schweiz eine Vorabklärung mit einer ersten Einschätzung des Einflussrisikos einer WEA auf Fledermäuse.

Das projektspezifische Gefährdungspotential der Fledermäuse kann nur mit einer Aufzeichnung der lokalen Fledermausaktivität an einem geplanten Windenergie-Standort ermittelt werden. Ziele einer solchen Wirkungsanalyse vor dem Bau einer WEA sind:

- Erhebung von Grundlagen zur Bewertung der Auswirkungen einer WEA auf die Umwelt
- Ermittlung der gefährdeten Fledermausarten: Artenspektrum
- Erhebung des Gefährdungspotentials für lokale und / oder migrierende Fledermäuse
- Ermittlung der kritischen saisonalen Perioden und Nächte für die betroffenen Fledermäuse

Solche Untersuchungen vor dem Bau einer WEA (Wirkungsanalyse) erlauben nicht nur die Bewertung eines geplanten Standortes bezüglich der Fledermäuse, sondern ermöglichen auch Empfehlungen zur Standortwahl mit allfälligen notwendigen Einschränkungen oder Kompensationsmassnahmen bei Bau- und/oder Betrieb der WEA.

Mit einer solchen Umweltverträglichkeitsuntersuchung werden die für die kantonalen Bewilligungsphasen notwendigen fachlichen Grundlagen erhoben. Zusammen mit dem Betreiber können so Lösungen zur Vermeidung oder Reduktion der Konflikte festgelegt werden. Damit wird eine frühzeitige Planungssicherheit geschaffen.

1.5 Rechtliche Grundlagen

Gemäss Art. 20 (Artenschutz) der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 (SR 451.1), welche sich abstützt auf Artikel 20 des Bundesgesetzes vom 1. Juli 1966 (SR 451) über den Natur- und Heimatschutz (NHG), sind alle einheimischen Fledermausarten geschützt.

Gemäss der Liste in Anhang 3 des NHV gehören Fledermäuse zu den geschützten Tieren. Es ist untersagt, Fledermäuse

Abs. 2: lit. a: zu töten, zu verletzen oder zu fangen...

Abs. 3: Die zuständige Behörde kann zusätzlich zu den Ausnahmegewilligungen nach Artikel 22 Absatz 1 NHG weitere Ausnahmegewilligungen erteilen,

lit b: für technische Eingriffe, die standortgebunden sind und einem überwiegenden Bedürfnis entsprechen. Ihr Verursacher ist zu bestmöglichen Schutz- oder ansonsten zu angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten.

Abs. 5: Wer gegen die Bestimmungen der Absätze 1 und 2 verstösst, ist strafbar nach Artikel 24a NHG.

2 Detaillierte Ziele der Abklärungen

1. Erfassung der **saisonalen Fledermausaktivität** am geplanten Windenergie-Standort möglichst während einer vollständigen Saison. Insbesondere sollte ein Schwerpunkt auf die Reproduktionszeit sowie die Zeit der Migration gelegt werden. Die Erfassung sollte möglichst in der Höhe der Rotoren erfolgen.
2. Erfassung des Artenspektrums und des Vorkommens von **gefährdeten Fledermausarten** am Standort und in der unmittelbaren Umgebung der geplanten Anlagen.
3. Bewertung der Bedeutung des Standortes: **für lokale Fledermauspopulationen und/oder für die Fledermaus-Migration.**

3 Eckdaten Projekt

(Planungsstand April 2018)

Projekt: Windpark Stierenberg (LU)
WEA Typ: [noch nicht definitiv; Variante Vestas Nov. 2017]
Geplante Anlagen: Gemeinde Rickenbach LU

Standorte (CH1903+)
WEA1: 654'201 / 232'176
WEA2: 654'210 / 232'510
WEA3: 654'031 / 232'751

Vorabklärung: durch den Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten Manuel Lingg.
Dem Projektstandort wird dabei für Fledermäuse die Stufe GO, "Standort mit besonderer Fledermaus-Aktivitäten" zugeordnet.

Standort und Umgebung: Zwei Standorte im Wald, ein Standort in Waldnähe (siehe Abb. 1).

Permanentmessungen: Erfolgt durch den Auftraggeber selber: Batlogger mit Mikrofon-Verlängerung (100m), Installation auf Windmessmasten, Mikrofon auf **82m Höhe**



Abb. 1. Position der geplanten WEA (Stand April 2018, nicht definitiv).

4 Vorgehen und Methoden

Im geplanten Windpark wurden Fledermausabklärungen mit permanenten Aktivitätsmessungen auf dem Windmessmasten von den Projektinitiatoren Frau Priska Wismer und Herrn Roland Wismer durchgeführt. SWILD analysierte anschliessend die Rufe und führte die Auswertungen durch.

Die **permanenten Messungen auf Masten** dienen der Ermittlung einer Fledermausaktivität in der Höhe der Rotoren im Verlauf einer ganzen Saison und dienen dazu, das mögliche Kollisionsrisiko für die Fledermäuse zu bestimmen. Der Untersuchungsumfang entspricht den Empfehlungen des noch unveröffentlichten Pflichtenhefts des Bundesamtes für Umwelt BAFU (BAFU 2016) und wurde in Absprache mit dem kantonalen Fledermausschutz bestimmt.

4.1 Permanentstationen: Aufnahmen in Rotorhöhe

Datengrundlage: Die Daten der Fledermausmessungen wurden SWILD auf einer externen HD zugestellt (insgesamt 460 GB). Die Logfiles zu den Aufnahmedaten waren fehlerhaft und teilweise nicht vorhanden.

Messgeräte: Akustische Permanent-Aufzeichnungen mit den modernsten Breitband-Ultraschall-detektoren (Batlogger, Elekon): Ultraschallsignale werden detektiert und in Echtzeit aufgezeichnet und digital mit Zeitstempel auf einem Datenlogger gespeichert. Der Batlogger war wie folgt eingestellt:

Trigger: 2 (Crest Advanced), min Crest: 7, min. F:15kHz, max. F: 155kHz, Posttrigger:1000ms

Zeitperiode: Die Aufzeichnungen wurden in drei Perioden unterteilt: eine erste Migrationsperiode im Frühling vom 15. März bis 31. Mai, die Reproduktionszeit im Sommer vom 1. Juni bis 15. August und eine zweite Migrationsperiode im Herbst vom 16. August bis 31. Oktober.

Akustische Analyse: Die Akustische Analyse wird gemäss SBBG Standard in einem mehrstufigen Vorgehen durchgeführt, um systematische, wissenschaftlich verlässliche und dokumentierte Nachweise zu garantieren (Bader et al. 2018).

Die Auswertung erfolgt in folgenden Schritten:

1. automatische Artidentifikation mit Analyseprogramm BatScope (3.2.0)
2. Optische Überprüfung der als "no call" klassierten Dateien im Schnellvorlauf im Lautanalyseprogramm RAVEN PRO 1.4
3. Artnachweise gemäss Kriterien von Hammer & Zahn („Bayrische Richtlinien“, 2009)
4. Stichproben aus den Gruppen werden von Hand kontrolliert mit Hilfe der Lautanalyseprogramme - RAVEN PRO 1.4. Bei Problemarten erfolgt immer eine Einzelüberprüfung der Rufe
5. Datenvalidierung durch zusätzliche Experten der SBBG

In den Auswertungen wurde ein Filter für redundante Rufe (Sequenzen mit Rufen derselben Art in derselben Sekunde) verwendet. Dabei wurden keine Sequenzen gelöscht.

Auswertung: Die durchschnittlichen Aktivitäten wurden als Mittelwerte über die vollständige Zeitperiode (ohne Ausscheidung von Nächten mit Schlechtwetter) berechnet. Dadurch unterliegen die Mittelwerte Wetterschwankungen von Jahr zu Jahr, insbesondere falls das Wetter des Untersuchungsjahrs stark vom Durchschnitt abweicht. Die Werte haben aber den Vorteil, dass sie einfacher mit anderen Standorten vergleichbar sind und auf ganze Saisons hochgerechnet werden können. Es werden Mittelwerte pro Nacht und als Mass für die Streuung des Mittelwertes der Standardfehler (SF) angegeben.

Korrektur Geräteunterschied: Standardisierte bioakustische Permanentaufnahmen in der Höhe werden von SWILD mit den Messgeräten Batcorder (EcoObs, D) durchgeführt. Die Kategorien der Aktivität und die abgeleiteten Mortalitätsberechnungen beruhen auf Erfahrungswerten von standardisierten Aktivitätsaufnahmen von über 15 Windparkstandorten in der Schweiz.

Da die vorliegenden Aufnahmen mit Batloggern (Elekon, CH) durchgeführt wurden, haben wir für den vorliegenden UVB die Sensitivitätsunterschiede der Geräte korrigiert, um eine Vergleichbarkeit der Aktivität und den daraus abgeleiteten Mortalitätsschätzungen zu erreichen. Gemäss Adams et al. 2012 unterscheiden sich Batlogger und Batcorder (bei Einstellung maximaler Empfindlichkeit -36db) in ihrer Aufnahmesensitivität abhängig von der Ruffrequenz und der Distanz der Fledermäuse zu den Aufnahme-geräten. Batlogger zeichnen je nach Frequenz im Verhältnis zu Batcordern bis zu doppelt so viele Sequenzen auf. Die Analysen zeigen, dass mit zunehmender Distanz der Sensitivitätsunterschied der Geräte geringer wird. Auf Basis dieser Untersuchungen wurde der Sensitivitätsunterschied der Geräte auf Grund einer Mischrechnung (mit den Variablen Frequenz & Distanz) geschätzt und korrigiert. Damit werden vergleichbare Resultate und Schlussfolgerungen nach Empfehlungen des unveröffentlichten Pflichtenhefts des Bundesamtes für Umwelt BAFU (BAFU 2016) gewährleistet.

Berechnung Mortalität: Die Mortalität pro Anlage und Fledermaussaison basiert auf zwei Modellberechnungen. Einerseits wird ein Modell erstellt, das auf der gemessenen Fledermausaktivität, der Rotorgrosse der geplanten Anlagen und verschiedenen Faktoren beruht, welche aus einem umfassenden Review europäischer Studien zu Schlagopfern an WEA abgeleitet wurden (SWILD 2015, 2018). Andererseits wird die Mortalität mit dem Software-Tool ProBat (<http://www.windbat.techfak.fau.de/tools>) berechnet. Der Vorteil der Berechnung mit zwei unterschiedlichen Modellvarianten liegt darin, dass die Modelle gleichzeitig auf Plausibilität überprüft werden können. Zu Gunsten des Fledermausschutzes wird am Ende das vorsichtiger Modell für die Berechnung der Mortalität verwendet. Das schrittweise Vorgehen erfolgt jeweils nach einem festgelegten Prozess (SWILD 2018), so dass die Grundlagen dokumentiert und die Resultate reproduzierbar sind.

Modell SWILD

Anhand der gemessenen Fledermausaktivität (Anzahl Rufsequenzen) innerhalb des Aufnahmebereichs des Batcorders wird die erwartete Aktivität im Gefahrenbereich (Rotorbereich der geplanten Maschinen) hochgerechnet. Dabei unterscheidet sich der Aufnahmebereich für migrierende Fledermausarten von dem Aufnahmebereich für lokale Arten, da leisere Rufe über geringere Distanzen detektiert werden können. Ebenfalls unterscheiden sich die zwei Fledermausgruppen betreffend Kollisionswahrscheinlichkeit. Zusätzlich ist die kritische Verlustrate für lokale Populationen kleiner als die von migrierenden Arten, welche ein grösseres Einzugsgebiet haben. Migrierende und lokale Arten werden deshalb im Modell unterschiedlich behandelt.

Software-Tool ProBat

Das Software-Tool ProBat berechnet die Mortalität basierend auf den Ergebnissen der Fledermausaktivität und der Winddaten. Die Modellierung beruht auf umfangreichen Daten, welche in Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt ReneBat I-II (Behr et al. 2015) in Deutschland erhoben wurden. Für die Berechnung der Mortalität wurde die neuste Testversion ProBat 6.0u verwendet. Diese Version befindet sich noch in der Entwicklung, ist aber nach einer ersten Evaluation besser auf Schweizer Verhältnisse mit grosser Fledermausaktivität angepasst als die vorhergehenden Versionen.

Für die Anwendung des Tools werden die Aufnahmedaten mit Posttrigger 800ms mit der Software von EcoObs so auf gesplittet, dass sie dem ProBat Eingabe-Standard von 200ms entsprechen.

5 Resultate: Permanentstationen

5.1 Zeitlicher Umfang der Aufzeichnungen

In der standardisierten Untersuchungsperiode vom 15. März 2016 bis am 31. Oktober 2016 (231 Nächte) konnte am Standort **Stierenberg LU** auf **82m Höhe** während 228 Nächten (**98.7%** der aufgezeichneten Nächte) erfolgreich Daten erhoben werden. Es gab einzig eine Periode mit kurzem Ausfall im September 2016.

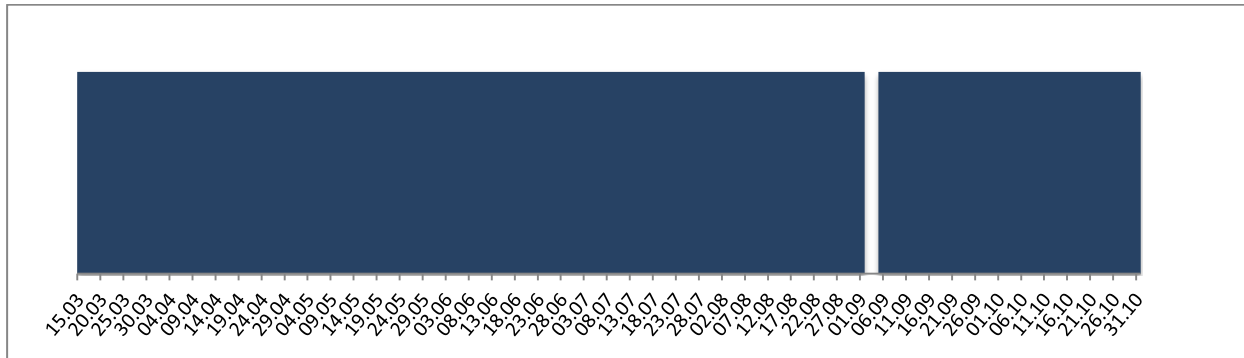


Abb. 2. Darstellung des Umfangs der Datenaufnahme 2016 Standort Stierenberg LU (82m): blau = erfolgreiche Datenaufnahme (98.7%).

Tabelle 1. Umfang der Datenaufnahme je Saison, Stierenberg, LU (82m)

Aufnahmenächte							
Frühling		Sommer		Herbst		Total	
Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
78	100	76	100	74	96.1	228	98.7

5.2 Rufanalyse und Störgeräusche

Der Batlogger zeichnete an diesem Standort sehr viele Störgeräusche auf (total 145'792 Sequenzen, darunter 4'688 Fledermaussequenzen, inkl. Rufe ausserhalb der stand. Periode). Diese Störungen überdeckten oft die Fledermausrufe und wurden vom Analyseprogramm BatScope nicht erkannt und als "no call" klassiert (*Abb. 3*). Deshalb mussten die Rufe manuell herausgefiltert werden: Total 2307 (49%) von 4688 Rufe wurden erst manuell erkannt.

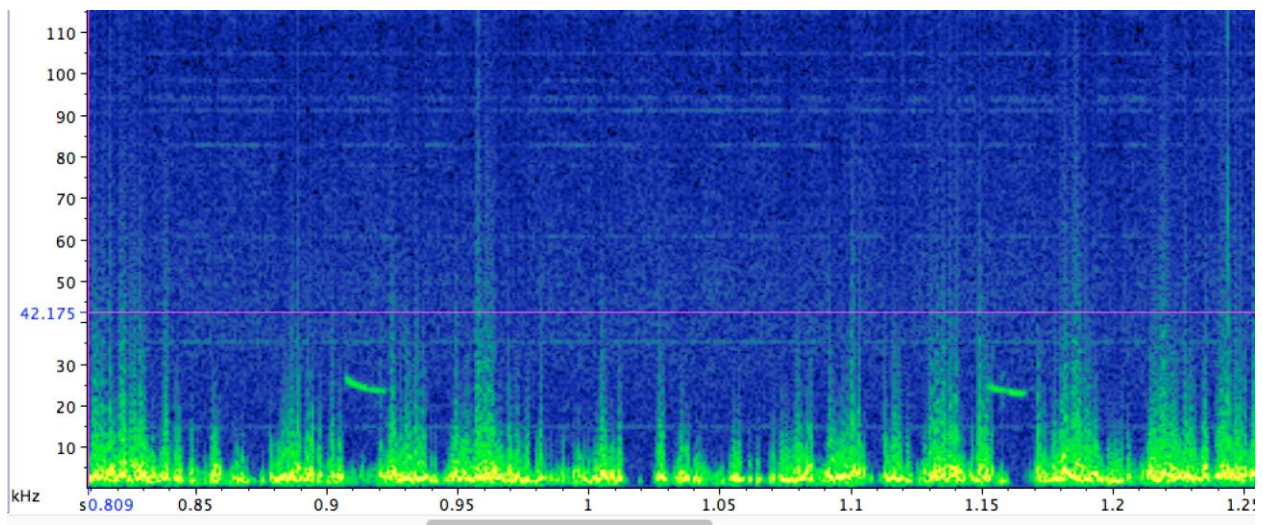


Abb.3. Ein von Störgeräuschen überdeckter Fledermausruf, welcher manuell herausgefiltert werden musste. Insgesamt 49% aller Rufe waren von Störgeräuschen überdeckt.

5.3 Anzahl Nachweise und Artenspektrum

Während der Saison 2016 wurden am Windmessmasten Stierenberg LU auf 82m Höhe 4679 Sequenzen von Fledermäusen mit dem Batlogger aufgezeichnet. Insgesamt sind Sequenzen von mindestens 5 Fledermausarten enthalten (Tab. 3)

Der grösste Anteil der Nachweise stammt von der Gruppe **Nyctaloid (52.9%)**, welche den Grossen und den Kleinen Abendsegler, die Breitflügel-, Zweifarben- und Nordfledermaus enthalten. Zudem macht die Gruppe **NycVes (25.2%)**, welche den Kleinen Abendsegler, Grossen Abendsegler und die Zweifarbenfledermaus enthält, einen grossen Anteil der Nachweise aus. Viele Aufnahmen stammen von **Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*, 11.1%)**. Nur wenige Sequenzen (N=8) konnten keiner genauen Artengruppe zugeordnet werden.

Der Anteil an Sequenzen von Rote Liste Arten beträgt mindestens 1.4% („verletzlich“ bis „vom Aussterben bedroht“: VU – CR, Tab. 2; Bohnenstengel et al. 2014), dabei stammen 68 Sequenzen von der **Zweifarfledermaus *Vespertilio murinus***, eine „verletzliche“ Art (VU) von „sehr hoher nationaler Priorität“.

Stark gefährdete oder vom Aussterben bedrohte Arten wurden keine aufgezeichnet.

80.8% der Aufnahmen werden Arten oder Artenkomplexen zugeordnet, die als „**potenziell gefährdet**“ bis „**vom Aussterben bedroht**“ (NT – CR) eingestuft werden (Tab. 2) (inkl. Rote Liste Arten). Entsprechend stammen **19.2%** der Sequenzen von Arten, welche als „**nicht gefährdet**“ eingestuft werden.

Tabelle 2. Anteil gefährdeter Rote Liste Arten an den beiden Aufnahmestandorten. Status Rote Liste (Bohnenstengel et al. 2014): vom Aussterben bedroht (CR), stark gefährdet (EN) oder verletzlich (VU); potenziell gefährdet (NT); nicht gefährdet (LC). (Aufnahmenächte, 82m: N=228).

	Stierenberg LU	
	82m	
Rote Liste	Seq.	% Anteil
VU-CR	67	1.4%
NT-CR	3779	80.8 %
LC	900	19.2 %

Der Anteil Fledermausaufnahmen von migrierenden Arten entspricht **86.4%**.

Tabelle 3. Artvorkommen Standort Stierenberg (LU): Anzahl Aufnahmesequenzen von insgesamt 9 Fledermausarten/-komplexen. Diese umfassen mindestens 5 verschiedene Arten (mit x markiert).

	Fledermausart	Stierenberg LU							
# Arten	Artkomplex	Status Rote Liste	Schutzstatus	Migration	Frühling	Sommer	Herbst	Total	
					Anzahl Sequenzen			%	
x	Grosser Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	NT			6	42		48	1.0%
x	Zweifarbenfledermaus (<i>Vespertilio murinus</i>)	VU			31	36		67	1.4%
	Gruppe NycVes: Kleiner Abendsegler, Grosser Abendsegler, Zweifarbenfledermaus (<i>Nyctalus leisleri</i> , <i>Nyctalus noctula</i> , <i>Vespertilio murinus</i>)	NT - VU			27	314	838	1179	25.2%
	Gruppe Nyctaloid: Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Zweifarben- und Nordfledermaus (<i>Nyctalus noctula</i> , <i>Nyctalus leisleri</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>Vespertilio murinus</i> , <i>Eptesicus nilssonii</i>)	NT - VU			76	518	1880	2474	52.9%
x	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	LC			25	254	241	520	11.1%
x	Mückenfledermaus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	NT					1	1	0.0%
	Gruppe Zwerg- & Flughautfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i> & <i>Pipistrellus nathusii</i>)	LC			9	75	22	106	2.3%
x	Gruppe Flughaut- & Weissrandfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i> & <i>Pipistrellus kuhlii</i>)	LC			26	85	163	274	5.9%
	Gruppe Flughaut- Weissrand- & Alpenfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i> , <i>Pipistrellus kuhlii</i> & <i>Hypsugo savii</i>)	LC - NT			1		1	2	0.0%
	Species: Fledermaus; Art unbekannt	LC - C R				3	5	8	0.2%
5	Total**				164	1286	3'229	4679	100%

*Arten / Artkomplexe mit migrierenden Arten sind grau markiert, oder wenn sie migrierende Arten enthalten grau schraffiert.

**Gesamttotal Aufnahmen Batlogger während der stand. Fledermausaison von 15.März - 31. Oktober

5.4 Aktivität je Periode

Die Anzahl Sequenzen pro Nacht stellt ein Mass für die Aktivität der Fledermäuse dar. Die Aktivität wurde für die unterschiedliche Sensitivität zwischen Batlogger und Batcorder korrigiert, um eine standardisierte, vergleichbare Basis mit anderen Windparkprojekten in der Schweiz zu gewährleisten (Tab. 4). Nach Korrektur des Geräteunterschieds beträgt die Aktivität über die **gesamte standardisierte Fledermaus-saison durchschnittlich 13.3 ± 3.4 Sequenzen / Nacht** (Mittelwert $\pm$ SF) auf 82m Höhe.

Tabelle 4. Aktivität pro Aufnahmephase a.) mit Batlogger Rohdaten b.) standardisiert für den Aufnahme-Geräteunterschied im Vergleich mit anderen Fledermausabklärungen WEA in der Schweiz

a.) Rohdaten Batlogger

Phase	Anz.Seq.	Anz. Aufnahmenächte	Anz. Seq./Nacht	SE
Frühling	164	78	2.1	± 0.9
Sommer	1286	76	16.9	± 3.2
Herbst	3229	74	43.6	± 3.7
Total stand. FM Saison	4679	228	20.5	± 2.1

b.) Standardisierte Aktivität (Windpark Projekte Schweiz)

Phase	Anz.Seq.	Anz. Aufnahmenächte	Anz. Seq./Nacht	SE
Frühling	107	78	1.4	± 0.6
Sommer	836	76	11.0	± 5.3
Herbst	2099	74	28.4	± 6.1
Total stand. FM Saison	3041	228	13.3	± 3.4

Bei der nachfolgend dargestellten Aktivität handelt es sich um die standardisierte Aktivität.

Gemäss den bisherigen Erfahrungen von SWILD im Rahmen von Fledermausprojekten teilen wir die Fledermausaktivität in sechs Kategorien ein: von „keine Aktivität“ bis „sehr hohe Aktivität“ (Abb. 4).

Die beim geplanten Windpark Stierenberg LU gemessene Aktivität ordnen wir der Kategorie „erhöht“ zu.

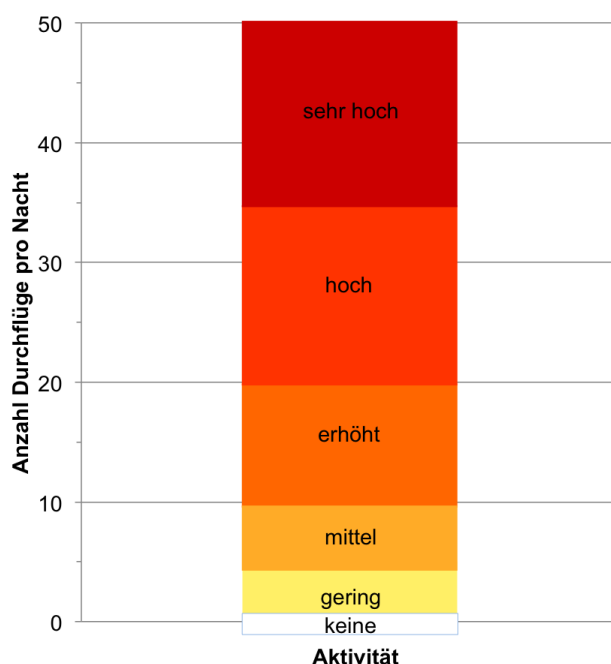


Abb. 4. Aktivitätslevel an Windenergiestandorten (Messungen in Rotorhöhe, standardisierte Aktivität). Aufgrund von Erfahrungswerten wurden sechs Klassen gebildet: „keine“ (weiss) bis „sehr hoch“ (rot). © SWILD.

In der **Migrationszeit im Frühling** wurde auf 82m eine durchschnittliche Aktivität von 1.4 ± 0.6 Sequenzen / Nacht registriert und somit eine „geringe Aktivität“ registriert.

In der **Reproduktionszeit im Sommer** stieg die durchschnittliche Aktivität auf 11.0 ± 5.3 Durchflüge pro Nacht (82m) was einer „erhöhten“ Aktivität entspricht.

In der **Migrationszeit im Herbst** wurden noch höhere Aktivitätswerte von 28.4 ± 6.1 Durchflügen pro Nacht gemessen, was einer „hohen“ Aktivität entspricht.

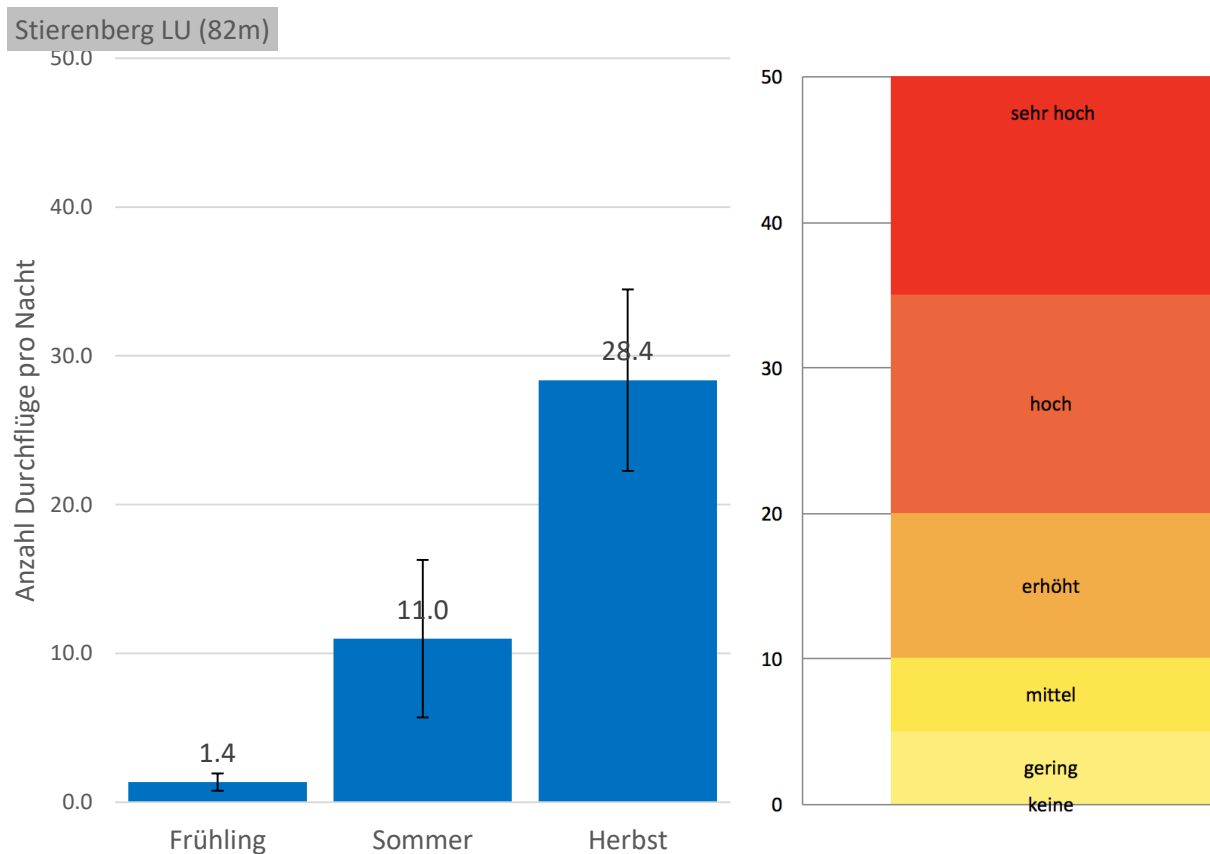


Abb. 5. Durchschnittliche Anzahl Sequenzen pro Nacht (standardisierte Aktivität, Mittelwert $\pm$ SF) für drei die Jahreszeiten Frühling, Sommer und Herbst.

5.5 Saisonaler Verlauf der Aktivität

Der Verlauf der Fledermausaktivität (Anzahl Sequenzen pro Nacht, standardisierte Aktivität) während der Untersuchungsperiode im Jahre 2016 zeichnet sich in der **Migrationsperiode im Frühling** durch wenig Aktivität aus. Erst ab der 2. Mai Hälfte steigt die Aktivität leicht an (Abb. 6).

Generell wurde während der **Reproduktionsperiode im Sommer** eine höhere Aktivität als im Frühling mit einem Aktivitätspeak Anfangs Juli gemessen, total 139 Durchflüge in der Nacht vom 30. Juni auf den 1. Juli. Ein Grossteil der aufgezeichneten Sequenzen (lokale: 114; migrierende: 25) stammt von lokalen Arten.

In der **Migrationsphase im Herbst** war die Fledermaus-Aktivität insbesondere von migrierenden Arten „hoch“ ohne klar ersichtlichen Aktivitätspeak. Während insgesamt 21 Nächten wurde eine „sehr hohe“ Aktivität gemessen.

Auf der Messhöhe von 82m wurde an 24 von 228 Nächten (**10.5%**) eine „sehr hohe“ Aktivität aufgezeichnet.

Aufgrund des hohen Anteils von migrierenden Arten im Herbst wird deutlich, dass sich der Standort in einem Gebiet mit Fledermausmigration befindet.

Im Verhältnis wurden deutlich mehr migrierende Arten aufgezeichnet: im Frühling 79%, im Sommer 74% und im Herbst 92% aller Aufnahmen. Da die migrierenden Arten jedoch über eine grössere Distanz aufgezeichnet werden, ist zu berücksichtigen, dass die lokalen Arten relativ unterrepräsentiert werden. Es kann jeweils nicht ausgeschlossen werden, dass einige Individuen mehrfach aufgezeichnet werden, insgesamt wird aufgrund der Anzahl Durchflüge jedoch das Risiko für Kollisionen sichtbar.

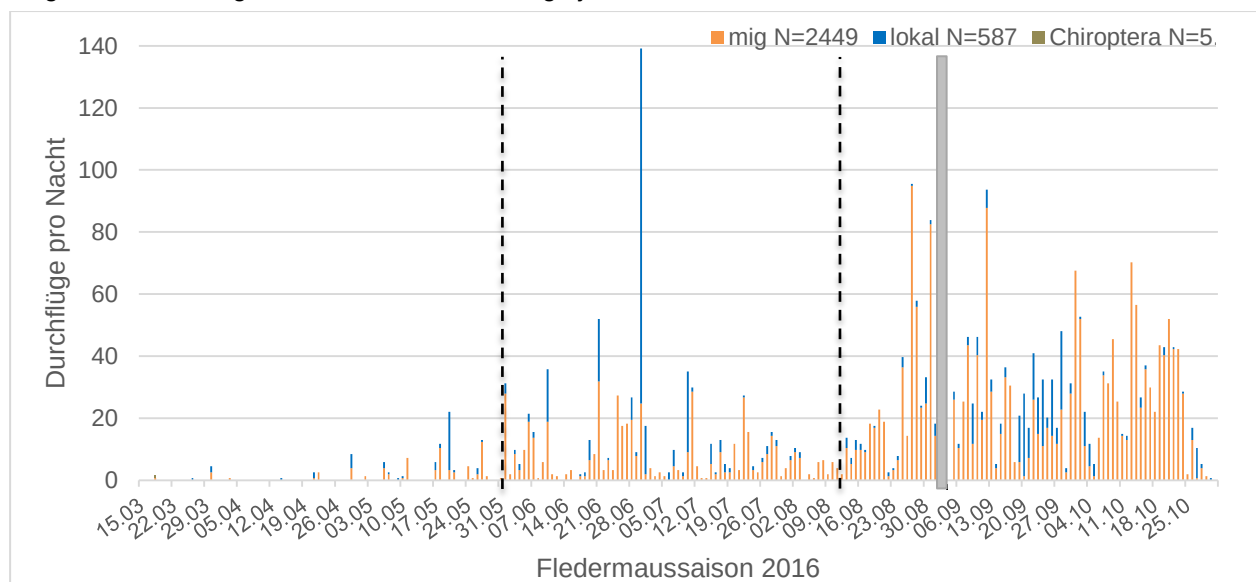


Abb. 6. Saisonale Aktivität Fledermäuse Stierenberg, LU (82m, standardisierte Aktivität) vom 15.03 bis 31.10.2016, gruppiert nach Fledermäusen aus der Gruppe der lokal vorkommenden (blau) im Vergleich zu den migrierenden Arten/-gruppen (orange). (grauer Balken: Aufnahmeausfälle; schwarze gestrichelte Linien: begrenzen die Aufnahmeperioden, Frühling, Sommer, Herbst (von links nach rechts)).

6 Prognose der Konflikte

6.1 Mortalitätsschätzung

Aufgrund der gemessenen Aktivität wurde eine Schätzung der Fledermausmortalität ohne Schutzmassnahmen erstellt. Der Anteil an Aktivität, welcher unterhalb der Anlaufgeschwindigkeit der Rotoren (cut-in speed) erfolgt, und ohnehin geschützt wird, konnte noch nicht in die Berechnung aufgenommen werden, da der WEA-Typ und die Meteodaten noch nicht zur Verfügung standen. Es handelt sich deshalb um die „theoretische Mortalität“. Die Mortalität wurde mit dem SWILD Model berechnet, für die Modellierung mit dem ProBat Modell sind die Meteodaten erforderlich.

Die vorliegende provisorische Schätzung ergibt eine „theoretische Mortalität“ ohne Schutzmassnahmen von total rund 44 Individuen pro WEA und Jahr.

Aufgrund der erfassten Fledermausaktivität hat das Projekt einen erheblichen Einfluss auf geschützte Fledermausarten. Ohne Massnahmen ist insbesondere während der Reproduktionsperiode im Sommer und der 2. Migrationsperiode im Herbst und mit einer bedeutenden Anzahl an Kollisionen, und dadurch einer erheblichen Mortalität an geschützten Fledermäusen zu rechnen. In einem nächsten Schritt sollte diese Berechnung angepasst werden und dazu einen Abschaltplan berechnet werden.

Auch wenn durch die erhöhte Anlaufgeschwindigkeit nur ein Teil davon tatsächlich umkommt, zeichnet es sich ab, dass für einen bewilligungsfähigen Betrieb eines Windparks an diesem Standort ein Abschaltplan zum Schutz der Fledermäuse eingesetzt werden muss.

Tabelle 5. Schätzung der theoretischen Fledermaus-Mortalität pro WEA und Jahr (ohne Berücksichtigung der Anlaufgeschwindigkeit) für die Gruppen lokale und migrierende Fledermausarten für den Windpark Stierenberg, LU – ohne Massnahmen.

Erwartete Anzahl Schlagopfer pro WEA	Anzahl Aufnahmen am Messstandort (ohne Berücksichtigung Anlaufgeschwindigkeit)		ohne Schutzmassnahmen
	#Seq.	Ø Seq. / Nacht	theoretische Mortalität / WEA
Stierenberg LU			
Migrierend	2633	11.6	19.8
Lokal	409	1.8	24
Total pro WEA	3041	13.3	43.8

Der Abschaltplan zur Schadensminderung ist eine gezielte Massnahme für den fledermausfreundlichen Betrieb. Ein optimierter Abschaltplan erlaubt den fledermausfreundlichen Betrieb, bei bestmöglichem Schutz der Fledermäuse und gleichzeitiger Minimierung des Produktionsverlusts. Die Turbinen werden in Nachtzeiten abgestellt, bei denen eine grosse Fledermausaktivität bei geringem Wind herrscht.

Zur **Kompensation der Restmortalität sollen Ersatzmassnahmen** vorgeschlagen werden. Diese haben zum Ziel, die Resilienz der Populationen der Zielarten zu stärken.

Die Umsetzung der Massnahmen und deren **Wirksamkeit** müssen gemäss den Empfehlungen des BAFU **während eines Monitorings von 3 Jahren nach Betriebsaufnahme überprüft werden**. In diesem Zeitraum besteht die Möglichkeit die Massnahmen auch bezüglich Effektivität und Energieeffizienz weiter zu optimieren

7 Bewertung

7.1 Bewertung methodischer Aspekte

- Der **Messumfang zwischen 15. März und 31. Oktober 2017** mit einer Aufzeichnungsrate von 98.7% der Nächte ist eine umfassende Grundlage um aussagekräftige Prognosen zur Fledermausaktivität und zum Kollisionsrisiko abzuleiten. Die Anforderungen für eine **umfangreiche Abklärung** sind somit ausreichend erfüllt (erfolgreiche Aufnahmen während mindestens 80% der Nächte).
- Der **Aufnahmestandort auf 82m am Windmess-Masten zeigt sehr wahrscheinlich ein repräsentatives Bild** der saisonalen Fledermausaktivität im unteren / zentralen Rotorbereich. Im mittleren und oberen Rotorbereich werden eher geringere Aktivitäten erwartet, weshalb die Prognose als vorsichtig (konservativ) gewertet wird.
- Es liegt in der Natur der Sache, dass in einem anderen Jahr aufgrund eines unterschiedlichen Witterungsverlaufs gewisse Abweichungen sowohl in der Gesamtaktivität wie auch im zeitlichen Ablauf der Migration zu erwarten sind.
- Die Korrektur für den Geräteunterschied (Batlogger zum Standard Batcorder) bringt eine weitere Unsicherheit in den Daten. Die Korrektur wurde jedoch eher konservativ durchgeführt.
- Aufgrund fehlender Meteodaten konnte erst eine theoretische Mortalität berechnet werden, ohne Berücksichtigung der cut-in Windgeschwindigkeit. Ebenso konnte die theoretische Mortalität erst mit dem SWILD-Modell berechnet werden. Es muss aktuell also noch mit Anpassungen bezüglich der erwarteten Mortalität gerechnet werden.

7.2 Bewertung der Ergebnisse

- Am Messstandort auf 82m wurden zwischen dem 15. März und 31. Oktober insgesamt 4679 Durchflüge von Fledermäusen auf Rotorhöhe registriert. Nach Korrektur für den Geräteunterschied (die Aufnahmen wurden mit Batloggern durchgeführt, standardisierte Fledermausabklärungen führt SWILD mit Batcordern durch) werden für Vergleiche noch insgesamt 3041 gemessene Durchflüge von Fledermäusen geschätzt. Damit wurde eine **"erhöhte" Aktivität von geschützten Fledermäusen** festgestellt.
- Während im **Frühling** die Aktivität im **Durchschnitt als "gering" eingeschätzt** wird, nimmt die Aktivität im **Sommer und Herbst** jeweils deutlich zu und erreicht ein **"erhöhtes" Aktivitäts-Niveau im Sommer (Juli) und während der zweiten Migrationsphase im Herbst eine "hohe" Aktivität.**
- Die saisonalen Auswertungen zeigen, dass sich das Gebiet des Windparks in einem Bereich mit Fledermausmigration im Herbst befindet. Aufgrund der "hohen" Aktivität von migrierenden Fledermäusen im Herbst kann vermutet werden, dass das **Gebiet eine erhebliche Bedeutung für migrierende Fledermausarten hat.** Die Tatsache, dass nicht nur im Herbst, sondern auch im Sommer migrierende Arten aufgezeichnet wurden, deutet darauf hin, dass sich migrierende Arten zum Teil länger im Gebiet aufhalten oder während des Durchzugs einige Wochen zur Nahrungsaufnahme verbleiben.
- **Lokale Arten wurden während der ganzen Periode nachgewiesen** und zeigen starke Aktivitäts-Peaks in einzelnen Nächten im Sommer. Dadurch muss auch **eine Gefährdung lokaler Arten** angenommen werden. Da der Detektionsbereich von lokalen Arten deutlich kleiner ist im Vergleich zu migrierenden Arten, wird ihr relativer Anteil an Durchflügen im Rotorbereich deutlich höher eingeschätzt, was bei der Einschätzung der Auswirkungen berücksichtigt werden muss.

7.3 Bewertung der Auswirkungen des Projekts auf die Fledermäuse

- Mit einem Artenspektrum von **mind. 5 Fledermausarten** wurde **auf Rotorhöhe eine mittlere Artenvielfalt** aus der Gruppe der geschützten Fledermäuse erfasst. Das Gebiet wird somit von einer bedeutenden Zahl geschützter Fledermausarten in Rotorhöhe als Lebensraum oder Durchzugsgebiet während der Migration genutzt.
- **Mindestens 1.4% der Nachweise betreffen Fledermausarten der Roten Liste (VU).** Dabei handelt es sich um die Zweifarbenfledermaus, eine Art von „sehr hoher nationaler Priorität“, von welcher total 67 Durchflüge aufgezeichnet wurden. 80.8% der Aufnahmen stammen von Arten oder Artenkomplexen, welche den Rote Liste-Kategorien „potenziell gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“ (NT – CR) zugeordnet werden. Dies macht deutlich, dass **ohne Massnahmen ein Konfliktpotential mit gefährdeten Arten besteht.**
- **Die Auswirkungen von WEA an Waldstandorten sind noch wenig erforscht. Falls die definitiven WEA Standorte im Wald liegen, muss dieser Umstand berücksichtigt werden, indem die Konfliktprognosen die grössere Unsicherheit einbeziehen.**
- Aufgrund der erfassten Fledermausaktivität hat das Projekt einen erheblichen Einfluss auf geschützte Fledermausarten. **Ohne Massnahmen** ist insbesondere während der Reproduktionsperiode im Sommer und der 2. Migrationsperiode im Herbst und mit einer **bedeutenden Anzahl an Kollisionen**, und dadurch einer erheblichen Mortalität an geschützten Fledermäusen zu rechnen.
- **Ob die vorliegenden Messungen auch für einen Waldstandort ausreichend sind, muss noch mit dem Kanton geklärt werden. Ebenso die übrigen Anforderungen an die Untersuchungen UVB.**
- **Für eine Bewertung eines Waldstandortes müssen noch die vorangehend aufgeführten Abklärungen einbezogen werden. Erst dann kann festgestellt werden, ob der gewählte Standort im Wald bewilligungsfähig ist.** Eine Reduktion der erwarteten Konflikte mit Fledermäusen können durch gezielte Massnahmen zur Schadensminderung (Betriebseinschränkungen während Nachtzeiten mit hoher Fledermausaktivität) sowie zur Kompensation der nicht vermeidbaren Mortalität erreicht werden.
- Aufgrund des Zusammenhangs, dass die Mehrheit der Fledermäuse bei geringen Windgeschwindigkeiten fliegen und der Tatsache, dass sich die grösste Fledermausaktivität während bei saisonalen der Migrationsperiode im Herbst konzentrieren, sind **effektive Schadensminderungsmassnahmen durch temporäre Abstellungen möglich.**
- Die Umsetzung der Massnahmen und deren **Wirksamkeit** müssen gemäss den Empfehlungen des BAFU **während eines Monitorings von 3 Jahren nach Betriebsaufnahme überprüft werden.** In diesem Zeitraum besteht die Möglichkeit die Massnahmen auch bezüglich Effektivität und Energieeffizienz weiter zu optimieren.
- Die Wirksamkeit der Schadenminderungs-Massnahmen sollte zudem, wenn möglich, durch ein Monitoring von lokalen Kolonien überprüft werden.

8 Glossar

Aktivität	(auch Fledermausaktivität) Anzahl aufgezeichnete Sequenzen mit Fledermausrufen pro Stunde. Mass für die Fledermausdichte, aber auch für das Expositionsrisiko bei den Windenergieanlagen.
Komplex	(auch Artkomplex) Gruppe von Fledermausarten, die aufgrund von ihren akustischen Signalen nicht immer voneinander unterschieden werden können.
Migration	(auch Fledermausmigration) Zugbewegungen von einigen Fledermäusen über mehrere hundert Kilometer. Vergleichbar mit dem Vogelzug.
Migrationsperioden	Zeitabschnitte vom Mitte März bis 31. Mai und vom 16. August bis 31. Oktober. In dieser Zeit finden die meisten Flugbewegungen der ziehenden Arten statt.
Periode	Zeitabschnitt innerhalb der Saison, basierend auf dem Verhalten der Tiere.
Permanentmessungen	In rund 80-100m durchgeführte bioakustische Aufzeichnungen von Fledermäusen über einen Zeitraum von mehreren Monaten.
Permanentstationen	Standorte, an welchen die Permanentmessungen durchgeführt wurden.
Reproduktionsperiode	Zeitabschnitt vom 1. Juni bis 15. August. In dieser Zeit werden die Jungtiere geboren und aufgezogen.
Ruf	Einzelner Ruf einer Fledermaus im Ultraschallbereich. Eine Serie von Rufen wird als Sequenz = Fledermaus Durchflug aufgezeichnet.
Saison	Mitte März bis Ende Oktober. Monate mit der grössten Fledermausaktivität.
Sequenz	auch Fledermaus(ruf)sequenz, Audiofile mit einer Abfolge von Fledermausrufen. Eine Sequenz wird gleichgesetzt mit dem Durchflug einer Fledermaus, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass ein Individuum mehrfach aufgezeichnet wurde oder in einer Sequenz gleichzeitig mehrere Individuen registriert wurden.
WEA	Windenergieanlage

9 Literaturgrundlagen

- Adams A M, Jantzen M K, Hamilton RM, Brockett Fenton M. 2012. **Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats.** *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 992-998.
- Amorim F, Rebelo H, Rodrigues L. 2012. **Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the mediterranean region.** *Acta Chiropterologica*, 14 (2): 439-457.
- Bader E, Bontadina F, Frey-Ehrenbold A, Schönbächler C, Zingg P E, Obrist M K. 2018. **Richtlinien für Aufnahme, Auswertung und Validierung von Fledermaus-Rufen in der Schweiz.** Bericht der Swiss Bat Bioacoustics Group SBBG, Version 1.0. 19 Seiten
- Baerwald E F, Barclay R M R. 2009. **Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities.** *Journal of Mammalogy*, 90 (6): 1341-1349.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt). 2016. **Berücksichtigung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse.** Anhang zum UVB Handbuch des Bundesamtes für Umwelt BAFU. Entwurf zur technischen Vernehmlassung vom 23. Dezember 2016.
- Boesch R, Obrist M K. 2013. **BatScope - Implementation of a BioAcoustic Taxon Identification Tool.** Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland.
- Bohnenstengel T, Krättli H, Obrist MKO, Bontadina F, Jaberg C, Ruedi M, Moeschler P. 2014. **Rote Liste der Fledermäuse der Schweiz, Stand 2011.** Bundesamt für Umwelt, Bern; Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel; Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des Chauves-souris, Genève und Zürich; WSL, Birmensdorf. Umwelt Vollzug.
- Bontadina F, Sattler T. 2006. **Windenergie in Deutschland und Frankreich: Sorgen wegen Fledermäusen - und die Lösungssuche.** *Fledermaus-Anzeiger* 83: 1-3.
- Brinkmann R, Behr O, Niermann I, Reich M. 2011. **Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen.** *Umwelt und Raum* 4: 457 S. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Brinkmann R, Schauer-Weissshahn H, Bontadina F. 2006. **Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg.** Regierungspräsidium Freiburg.
- Dietz Ch, von Helvesen O, Nill D. 2007. **Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung.** Kosmos Naturführer: 399 S.
- Hurst J, Brinkmann R, Biedermann M, Dietz C, Dietz M, Karst I, Krannich E, Petermann R, Schorcht W. 2017. **Fledermäuse und Windkraft im Wald.** Landwirtschaftsverlag. ISBN-13: 9783784340531
- Korner-Nievergelt F, Brossard C, Filliger R, Gremaud J, Lugon A, Mermoud O, Schaub M, Wechsler S. 2016. **Effets cumulés des éoliennes du Jura vaudois et des régions limitrophes sur l'avifaune et les chiroptères: risque de collisions et de perte d'habitat pour quelques espèces d'oiseaux et de chiroptères.** Rapport à l'intention de canton Vaud. 182 pp.
- Krättli H, Brossard C, Moeschler P, Magnin B, Bontadina F. 2014. **Integration of bat conservation concerns in the development of wind energy projects in Switzerland.** XIIIth European Bat Research Symposium 2014. ISBN 978-953-6904-30-3.
- Kunz Th. et al. 2007. **Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses.** *Front. Ecol. Envir.* 5(6):315-324.
- Leuzinger Y, Lugon A, Bontadina F. 2008. **Éolienne en Suisse - Mortalité de chauves-souris.** Rapport inédit sur mandat de l'OFEV et l'OFEN, 37 pages.
- NATURA & SWILD. 2018. **Mortalité causée par le parc éolien du Peuchapatte sur les chauves-souris et évaluation de mesures de protection - Mortalität von Fledermäusen beim Windpark Le Peuchapatte und Evaluation von Schutzmassnahmen.** Rapport de synthèse - Synthesebericht. NATURA, Les Reussilles / SWILD, Zürich.
- Rodrigues L, Bach, L, Dubourg-Savage M J, Karapandža B, Kovač D, Kervy T, Dekker A, Kepel A, Bach P, Collins J, Harbusch C, Park K, Micevski B, Minderman J. 2015. **EUROBATS Publication Series N° 6** (version française). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- Sattler T, Bontadina F. 2005. **Grundlagen zur ökologischen Bewertung von zwei Windkraftgebieten in Frankreich aufgrund der Diversität und Aktivität von Fledermäusen.** Unveröffentlichter Kurzbericht. SWILD, Zürich im Auftrag von Megawatt Eole, Stuttgart, 23 S.
- SWILD. 2015. **Grundlagen zur Berechnung der Fledermaus-Mortalität bei Windenergie-Anlagen.** Interner Bericht, PDF und XLS.
- SWILD. 2018. **Grundlagen zur Berechnung der Geräteunterschiede Batlogger/Batcorder.** Interner Bericht, PDF und XLS.