

**Umweltverträglichkeitsbericht Fledermäuse:
Wirkungsanalyse aufgrund saisonaler Ultraschall-Aktivität**

Windenergieprojekt Oberegg, AI



Oktober 2016 / V2

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

Auftraggeberin:**Appenzeller Wind AG**

Wiesstrasse 13
9413 Oberegg

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

Wuhrstrasse 12, 8003 Zürich

Dr. Fabio Bontadina (Projektleitung, Auswertungen, Bewertung)
Adrian Dietrich (Feldaufnahmen)
Kathi Märki (Rufanalysen, Auswertungen)
Lucretia Deplazes (Feldaufnahmen, Auswertungen, Bericht)

Tel. 044 450 68 05 / 12

fabio.bontadina@swild.ch / lucretia.deplazes@swild.ch

**Verdankung**

Wir danken der Arnold AG für die Hilfe bei der Installation der Messeinrichtung, Mehmet Hanagasioglu von Interwind sowie dem Kantonalen Fledermausschutz Beauftragten René Güttinger für die gute Zusammenarbeit.

Abbildungen Titelbild: SW-Grafik Fledermaus (cc); swild.ch; Fotomontage: appenzellerwind.ch
© Texte und Berechnungsgrundlagen bei SWILD.

Zitat

SWILD. 2016. **Umweltverträglichkeitsbericht Fledermäuse: Wirkungsanalyse aufgrund saisonaler Ultraschall-Aktivität. Windenergieprojekt Oberegg, AI.** Oktober 2016 / V2, SWILD, Zürich, 22 Seiten.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	5
1.1	Probleme Windenergie und Fledermäuse	5
1.2	Gefährdete Fledermausarten als Kollisionsopfer	5
1.3	Unfallrisiko korreliert mit der Fledermausaktivität	5
1.4	Abklärung Umweltverträglichkeit – Risikoabschätzung aufgrund der Fledermausaktivität	5
2	Detaillierte Ziele der Abklärungen	6
3	Eckdaten Projekt (Planungsstand Juni 2015)	7
4	Permanentstationen: Vorgehen und Methoden	8
5	Resultate: Permanentstationen	10
5.1	Zeitlicher Umfang der Aufzeichnungen	10
5.2	Anzahl Nachweise und Artenspektrum	10
5.3	Aktivität je Periode	13
5.4	Saisonaler Verlauf der Aktivität	14
6	Prognose der Konflikte und Lösungen	15
6.1	Mortalitätsschätzung	15
6.2	Prognose Mortalität und Schadensminderung	15
6.3	Restmortalität und Kompensationsmassnahmen	16
7	Bewertung	17
7.1	Bewertung methodischer Aspekte	17
7.2	Bewertung der Ergebnisse: Permanentmessungen Mast	17
7.3	Bewertung der Auswirkungen des Projekts auf die Fledermäuse	18
8	Empfehlungen und Massnahmen	19
8.1	Schadensminderung durch temporäre Abschaltung	19
8.2	Kompensation	19
8.3	Massnahmen- und Wirkungskontrolle	19
9	Anhang	20
10	Glossar	21
11	Literaturgrundlagen	22

Zusammenfassung

Hintergrund und Aufgabe

Kollisionen mit Rotoren von Windenergieanlagen (WEA) stellen für Fledermäuse eine tödliche Gefahr dar. Alle 30 Fledermausarten sind in der Schweiz bundesrechtlich geschützt. Für den geplanten Standort von zwei WEA beim geplanten Windenergieprojekt Oberegg, AI werden im vorliegenden Umweltverträglichkeits-Teilbericht (UVB) die Auswirkungen auf die Fledermäuse untersucht. Für eine umfangreiche Wirkungsanalyse wurde die Aktivität der Fledermäuse während einer gesamten Saison Sommer/Herbst 2015 und Frühling/Sommer 2016 erfasst. In den Auswertungen wird detailliert das Artenspektrum sowie die Aktivität dargestellt und bezüglich der Gefährdung lokaler Fledermauspopulationen und der Fledermausmigration bewertet.

Vorgehen

Im Perimeter des geplanten Windparks wurden **permanente Aktivitätsmessungen auf dem Windmessmast** durchgeführt. Die Permanentmessungen in Rotorhöhe machen eine detaillierte Prognose möglicher Konflikte im Rotorbereich möglich. Dieses Vorgehen entspricht den Anforderungen, wie sie im provisorischen Pflichtenheft des BAFU empfohlen werden. Auf weitere Sonderabklärungen (Boden/Waldrandaufnahmen) wurde verzichtet.

Permanente Mastmessungen: Auf 72m am Windmess-Masten wurden mit Breitband Ultraschalldetektoren permanente Aufzeichnungen im Rotorbereich während einer vollständigen Fledermaussaison (230 Nächte) durchgeführt (97% der Nächte mit erfolgreichen Aufzeichnungen).

Ergebnisse

Insgesamt wurden **1777 Fledermäusesequenzen** registriert, die einer Artenvielfalt von mindestens **5 Fledermausarten** zugeordnet werden konnten. Dabei stammten **79.3%** der aufgezeichneten Sequenzen von Fledermausarten der **Roten Liste**. 78.7% der Aufnahmen

stammten von migrierenden Arten. In der **Migrationszeit im Frühling** wurde eine „geringe“ Aktivität (<5 Sequenzen/Nacht) aufgezeichnet. In der **Reproduktionszeit im Sommer** war die Aktivität „erhöht“ (10-15 Sequenzen/Nacht). In der **Migrationszeit im Herbst** erreichte die durchschnittliche Anzahl Durchflüge ebenfalls eine „erhöhte“ Aktivität. Damit entspricht die **Fledermausaktivität während der ganzen Untersuchungsperiode einer "mittleren" Aktivität** (durchschnittlich 7.9 ±1.2 Sequenzen/Nacht).

Bewertung und Empfehlungen

Im Perimeter des geplanten Windparks wurde eine **mittlere Artenvielfalt** mit einer **"mittleren" Aktivität** gefunden. Es erfolgten Nachweise von Arten mit hohem Schutzstatus der Roten Liste, davon **1 National Prioritäre Art der Kategorie sehr hoch** (Zweifarbennfledermaus).

Der saisonale Verlauf der Fledermaus-Aktivität deutet auf ein geringes Konfliktpotenzial im Frühling und ein erhöhtes Risiko für Kollisionen im Sommer und im Herbst hin.

Ohne Massnahmen wird eine **jährliche Mortalität** im gesamten Windpark (2 WEA) von rund **40 Fledermäusen** prognostiziert. Ohne Schutzmassnahmen treten Konflikte mit geschützten Arten, insbesondere mit migrierenden Fledermausarten auf.

Es sind **gezielte, saisonal limitierte Massnahmen zur Schadensminderung, sowie zur Kompensation der nicht vermeidbaren Mortalität notwendig**, um die Auswirkungen des geplanten Windparks auf Fledermäuse auf ein verträgliches Mass zu reduzieren.

Wir schlagen Schutzmassnahmen vor, die die Konflikte mit Fledermäusen um rund 66% reduzieren. Die Massnahmen müssen im Detail in nachfolgenden Schritten ausgearbeitet werden. Umsetzung und Wirkung der Massnahmen müssen beim Betrieb des Windparks überprüft werden, was gleichzeitig auch die Gelegenheit für Optimierungen ergibt.

1 Ausgangslage

1.1 Probleme Windenergie und Fledermäuse

Seit Windenergieparks 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. So können bis zu 50 tote Fledermäuse je WEA und Saison festgestellt werden. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass insbesondere hohe Anlagen, Standorte auf Hügelkuppen, im Wald oder in anderen geeigneten Jagdgebieten oder in Migrationskorridoren zu einer grossen Anzahl an Unfällen zu führen können.

Bei einer Suche nach Totfunden von Fledermäusen bei fünf 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 (Details in Leuzinger, Lugon & Bontadina, 2008).

1.2 Gefährdete Fledermausarten als Kollisionsoffer

In der Schweiz sind 30 Fledermausarten bekannt. Mit Ausnahme von 4 Fledermausarten, Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*), Weissrandfledermaus (*Pipistrellus kuhlii*), Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), welche als „nicht gefährdet“ (LC) eingestuft werden, sind alle Arten auf der Roten Liste (Bohnenstengel et al. 2014) der gefährdeten Tierarten der Schweiz als „potenziell gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“ kategorisiert. 4 weitere Fledermausarten konnten aufgrund ungenügender Datengrundlage nicht beurteilt werden. Wie die jüngeren Untersuchungen gezeigt haben, kann ein grosser Anteil der einheimischen Fledermausarten von Kollisionen mit WEA betroffen sein. 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 sind durch eine zusätzliche Mortalität durch WEA gefährdet.

1.3 Unfallrisiko korreliert mit der Fledermausaktivität

Während noch nicht abschliessend geklärt ist, warum Fledermäuse mit Rotoren kollidieren, so 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 gibt. Es konnte gezeigt werden, dass bei grosser Fledermausaktivität an einem Standort auch die Unfallgefahr grösser ist. Eine erhöhte Fledermausaktivität wird in guten Gebieten für jagende Fledermäuse oder bei Korridoren für die Fledermaus-Migration festgestellt.

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

1.4 Abklärung Umweltverträglichkeit – Risikoabschätzung aufgrund der Fledermausaktivität

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.

Die projektspezifische Gefährdung der Fledermäuse kann nur mit einer Aufzeichnung der lokalen Fledermausaktivität an einem geplanten Windenergie-Standort ermittelt werden. Ziele einer solchen Wirkungsanalyse mit Risikoabschätzung 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 Risikos für lokale und / oder ziehende Fledermäuse
- Ermittlung der kritischen saisonalen Perioden 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 zu Standortwahl, allfällig 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 der Konflikte festgelegt werden. Damit wird frühzeitig eine Planungssicherheit hergestellt.

2 Detaillierte Ziele der Abklärungen

1. Es soll die **saisonale Fledermausaktivität** am geplanten Windenergie-Standort möglichst während einer vollständigen Saison erfasst werden. 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. Erfassung der Bedeutung des Standortes: **für lokale Fledermauspopulationen und/oder für die Fledermaus-Migration**
4. **Prognose der Konflikte und Aufzeigen allfälliger Lösungen**

3 Eckdaten Projekt (Planungsstand Juni 2015)

Gemeinde:	Oberegg, AI	
Projekt:	Windenergieprojekt Oberegg, AI	
Geplante Anlagen:	T1	Koordinaten 757 349 / 252 226
	T2	Koordinaten 757 070 / 252 554
Anlagentyp:	Enercon E-126	
	Nabenhöhe	135m
	Rotordurchmesser	127m
	Unterkante Rotor	71.5m

Vorabklärung: Es besteht keine Vorabklärung vom Fledermausschutz Kanton St. Gallen und Appenzell, woraus das Pflichtenheft abgeleitet werden kann. Eine Absprache mit dem Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten René Güttinger am 22. Juni 2015 hat ergeben, dass an diesem Standort auf eine eigenständige Vorabklärung verzichtet wird und in Übereinstimmung mit dem bisher unveröffentlichten Pflichtenheft UVB Fledermäuse bei Windenergieanlagen des BAFU die folgenden Anforderungen an die permanenten Messungen gestellt werden:

Standort und Umgebung: siehe *Abb. 1*

Messstandorte:	Oberfeld Windmessmasten	100m Höhe
	BatUnit Messhöhe	72 m Höhe
	Koordinaten	757245 / 252310 (47°24'7.21"N / 9°31'23.19"E)

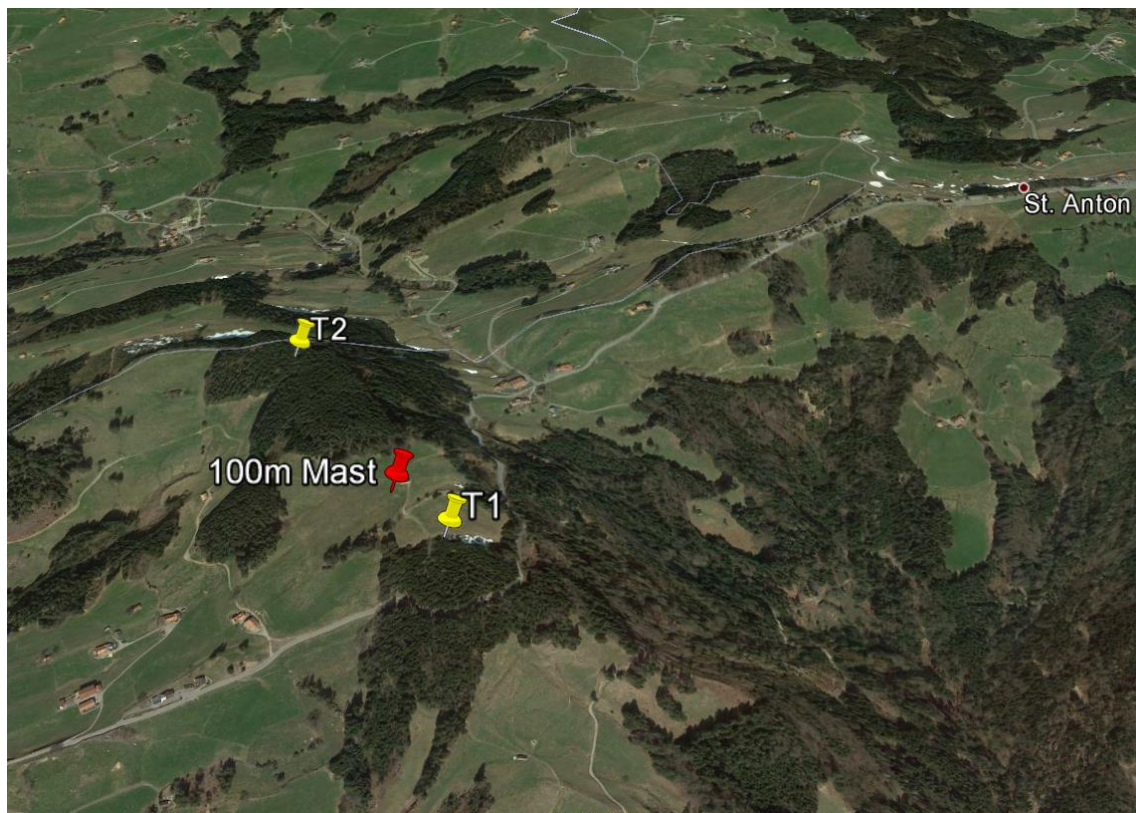


Abb. 1. Lage des geplanten Windenergieprojekts Oberegg, AI. Der Messmasten liegt zwischen den geplanten Turbinen T1 (am Waldrand) und T2 (im Wald).

4 Permanentstationen: Vorgehen und Methoden

Aufnahmen in Rotorhöhe

Im geplanten Windpark wurden permanente Aktivitätsmessungen von Fledermäusen auf dem Windmessmasten durchgeführt. Der Untersuchungsumfang entspricht damit den Empfehlungen zur UVP Handbuch betreffs Fledermäuse gemäss dem noch unveröffentlichten Pflichtenheft des Bundesamtes für Umwelt BAFU. In Absprache mit dem Kantonalen Fledermausschutzbeauftragten (Absprache mit René Güttinger, 22.06.2015 wurde auf zusätzliche Sonderaufnahmen verzichtet.

Die **permanenten Messungen auf Masten** dienen der Ermittlung einer Fledermausaktivität in der Höhe der Rotoren im Verlauf einer ganzen Saison und zeigen das mögliche Kollisionsrisiko für die Fledermäuse.

Messstandorte: Koordinaten 757245 / 252310, Oberfeld, Oberegg, AI

Messhöhe: Aufnahmen auf 72 m Höhe

Messgeräte: Akustische Permanent-Aufzeichnungen mit den modernsten Breitband-Ultraschalldetektoren (Batcorder, Ecoobs, Nürnberg): Ultraschallsignale werden detektiert und in Echtzeit mit einer sampling Rate von 500 KHz bzw. 312.5 KHz aufgezeichnet und digital mit Zeitstempel auf einem Datenlogger gespeichert. Die verwendete Messeinrichtung ist in *Abbildung 2* gezeigt. Zur Gewährleistung der Datenqualität wurden die Aufnahmen mit Mobilfunk überwacht und täglich eine Statusmeldung zur Datenspeicherung und zur Mikrofonqualität per SMS in eine online Datenbank geschrieben. Diese wird täglich manuell überprüft. Aufgrund der tiefen Temperatur und den wenigen Sonnenstunden im Frühling, fiel die Akkuspannung unter das kritische Niveau und das Gerät fiel für eine Nacht vom 29.03.16 - 30.03.16 aus. Aus technischen Problemen am Gerät fiel die Nacht vom 2.6.16 - 3.6.16 und die Nächte vom 29.06.16 - 3.07.16 aus. Insgesamt wurde in 97% der Nächte (224 Nächte der Fledermaussaison von 230 Nächten)

Kontrollperioden: Alle zwei bis vier Wochen oder nach Funkalarm erfolgte eine Kontrolle vor Ort zur Sicherung der Daten. Dabei wurde jeweils die Sensitivität des Mikrofons überprüft und bei Bedarf die Geräte oder das Mikrofon ausgetauscht.

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.

Mikrofon-Sensitivität: Die Prüfung der Mikrofon-Sensitivität erfolgte mittels Autobat (Sussex, UK). Die Batcorder Sensitivity wurde auf maximale -36db eingestellt. Zur Gewährleistung der Datenqualität wurde die Mikrofonsensitivität täglich automatisch überprüft und per SMS übermittelt.

Akustische Analyse: Gemäss der von SWILD für den Batcorder entwickelten Prozedur erfolgt die Analyse in einem mehrstufigen Vorgehen, um systematische, wissenschaftlich verlässliche und dokumentierte Nachweise zu garantieren (SWILD, Bioakustischer Analysestandard, Herbst 2013).

Die Auswertung erfolgt in folgenden Schritten:

1. automatische Artidentifikation mit bcAdmin und batldent Analyseprogrammen (bcAdmin 2.21, batldent 1.03)
2. Artnachweise gemäss Kriterien von Hammer & Zahn („Bayrische Richtlinien“, 2009)
3. Stichproben aus den Gruppen werden von Hand kontrolliert mit Hilfe der Lautanalyseprogramme - RAVEN pro 1.4. Bei Problemarten erfolgt immer eine Einzelüberprüfung der Rufe

In den Auswertungen wurde ein Filter für redundante Rufe, Sequenzen mit Rufen derselben Art in derselben Sekunde, verwendet. Dabei wurden 25 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 Seasons hochgerechnet werden können. Es werden Mittelwerte pro Nacht und als Mass für die Streuung des Mittelwertes der Standardfehler (SE) angegeben.

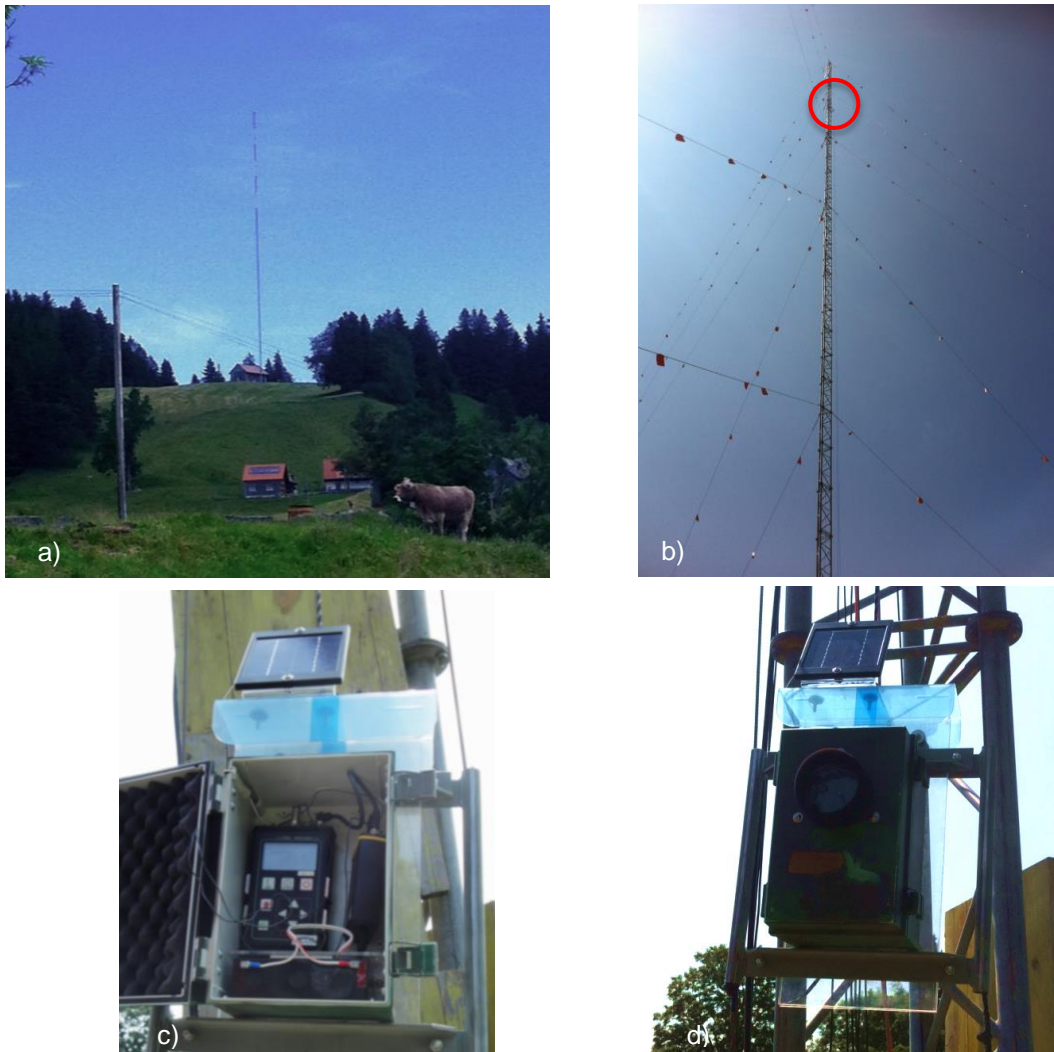


Abb. 2. Messstation: a) Messmast 100m und Umgebung b) Messhöhe auf 72m c.) Inhalt einer Bat-Unit mit den Aufzeichnungsgeräten (Batcorder, Steuerung) und autonomer Stromversorgung (Bleigel-Akku). d) Geschlossene Bat-Unit mit Scheibenmikrophon

5 Resultate: Permanentstationen

5.1 Zeitlicher Umfang der Aufzeichnungen

Mit der Installation des Windmessmastens im Jahr 2015 starteten die Fledermausabklärungen ab dem 17. Juli bis zum 7. November und wurden im Jahr 2016 vom 15. März bis zum 24. Juli (nur Fledermausdurchflüge bis am 16. Juli wurden 2016 bewertet) fertig gestellt. Während der Wintermonate wurden die Geräte eingeholt. In der Untersuchungsperiode (Fledermaus-Saison) von 230 Nächten vom 15. März bis am 31. Oktober wurde während 224 Nächten (**97.4% der aufgezeichneten Nächte**) **erfolgreich aufgezeichnet**. Für die Auswertungen werden die Aufnahmenächte während der Fledermaussaison bewertet.

Die Details zur zeitlichen Verteilung der Aufzeichnungen sind im *Anhang Abb. A1/Tabelle A1* dargestellt.

5.2 Anzahl Nachweise und Artenspektrum

Während der Saison 2015/2016 wurden insgesamt **1777 Sequenzen von Fledermäusen** aufgezeichnet (*Tabelle 1*). Insgesamt konnten die Sequenzen **mindestens 5 Fledermausarten** zugeordnet werden (*Tabelle 2*).

In der ersten Migrationsperiode im Frühjahr (2016) wurden insgesamt nur 8 Sequenzen aufgezeichnet, davon wurden rund 75% migrierenden Arten/-gruppen zugeordnet. In der Sommerperiode (2015/2016) (Reproduktionszeit) wurden 795 Sequenzen aufgezeichnet, mit einem Anteil von rund 66% migrierender Arten. In der zweiten Migrationsperiode im Herbst (2015) wurden 974 Sequenzen registriert, davon rund 89% der Aufnahmen von migrierenden Arten/-gruppen (*Tabelle 1*).

Tabelle 1. Anzahl Sequenzen in drei Aufnahmeperioden. Rote Liste (Anteil Arten der Kategorie potenziell gefährdet NT – vom Aussterben bedroht CR); Migration: Anteil migrierender Fledermausarten; Anzahl Sequenzen: Umfang der Nachweise (Aufnahmenächte N = 224, 2015/2016).

Saison	Oberfeld, Oberegg		
	Rote Liste	Migration	Anzahl Sequenzen
Frühling	75%	75%	8
Sommer	67.7%	66.4%	795
Herbst	88.8%	88.8%	974
Total	79.3%	78.7%	1777

Zumindest 6 Arten/Komplexe werden auf der Roten Liste (Bohnenstengel et al. 2014) als „potenziell gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“ eingestuft. **Der Anteil an Sequenzen gefährdeter Arten beträgt 79.3%** (potenziell gefährdet NT – vom Aussterben bedroht CR) (*Tabelle 2 farblich markiert*).

Während der Untersuchungsperiode erfolgten **keine Aufnahmen von Arten/-gruppen mit ausserordentlicher Gefährdung (Schutzstatus)**. 219 Aufnahmen (12.2 % aller Aufnahmen) der gemäss Roten Liste als "verletzlich" eingestufte Zweifarbenfledermaus, einer **National Prioritären Art der Kategorie sehr hoch**, registriert (*Tabelle 2*).

Tabelle 2. Anzahl Sequenzen von 10 Fledermausarten/-gruppen. Migrierende Arten sind grau markiert. In den 10 Fledermausarten/-gruppen sind mindestens 5 Fledermausarten enthalten (mit x markiert). Status Rote Liste (Bohnenstengel et al. 2014): rot: vom Aussterben bedroht (CR), orange: stark gefährdet (EN) oder verletzlich (VU); gelb: potenziell gefährdet (NT); grau: nicht gefährdet (LC). Es wurden keine Arten mit ausserordentlicher Gefährdung (Schutzstatus) aufgezeichnet.

Fledermausart		Oberfeld, Oberegg							
# Arten	Artkomplex	Status Rote Liste	Schutzstatus	Migration	Frühling	Sommer	Herbst	Total	
					Anzahl Sequenzen			%	
x	Grosser Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	NT				28	104	132	7.4%
x	Zweifarbenvledermaus (<i>Vespertilio murinus</i>)	VU				146	73	219	12.2%
	Gruppe NycVes: Kleiner Abendsegler, Grosser Abendsegler, Zweifarbenvledermaus (<i>Nyctalus leisleri</i> , <i>Nyctalus noctula</i> , <i>Vespertilio murinus</i>)	NT - VU			2	166	388	556	31.3%
	Gruppe Nycmi: Kleiner Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Zweifarbenvledermaus (<i>Nyctalus leisleri</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>Vespertilio murinus</i>)	NT - VU				78	66	144	8.1%
	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			4	110	234	348	19.6%
x	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	LC			2	219	66	289	16.2%
x	Gruppe Rauhaut- & Weissrandfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i> & <i>Pipistrellus kuhlii</i>)	LC				33	34	67	3.7%
x	Alpenfledermaus (<i>Hypsugo savii</i>)	NT				10		10	0.6%
	Gruppe Pipistrelloid: Pipistrellus-Arten & Alpenfledermaus (<i>Pipistrellus species</i> & <i>Hypsugo savii</i>)	LC - NT				5	5	10	0.6%
	Species: Fledermaus; Art unbekannt	LC - CR					4	4	0.2%
5	Total				8	795	974	1777	100%

Der grösste Anteil der Nachweise stammt von der Gruppe Nyctaloid (78.3%), in welcher der Grosse Abendsegler, der Kleine Abendsegler, die Nord-, die Breitflügel- und die Zweifarbenfledermaus enthalten sind. Aufgrund dieser **Artenzusammensetzung** kann davon ausgegangen werden, dass ein substanzieller Anteil **Fledermausmigration** im Gebiet stattfindet. Die restlichen Aufnahmen verzeichnen Sequenzen der Gruppe Pipistrelloid (21%) (*Übersicht Fledermausgruppen Abb.3*). Wenige Sequenzen konnten keiner genauen Artgruppe zugeordnet werden.

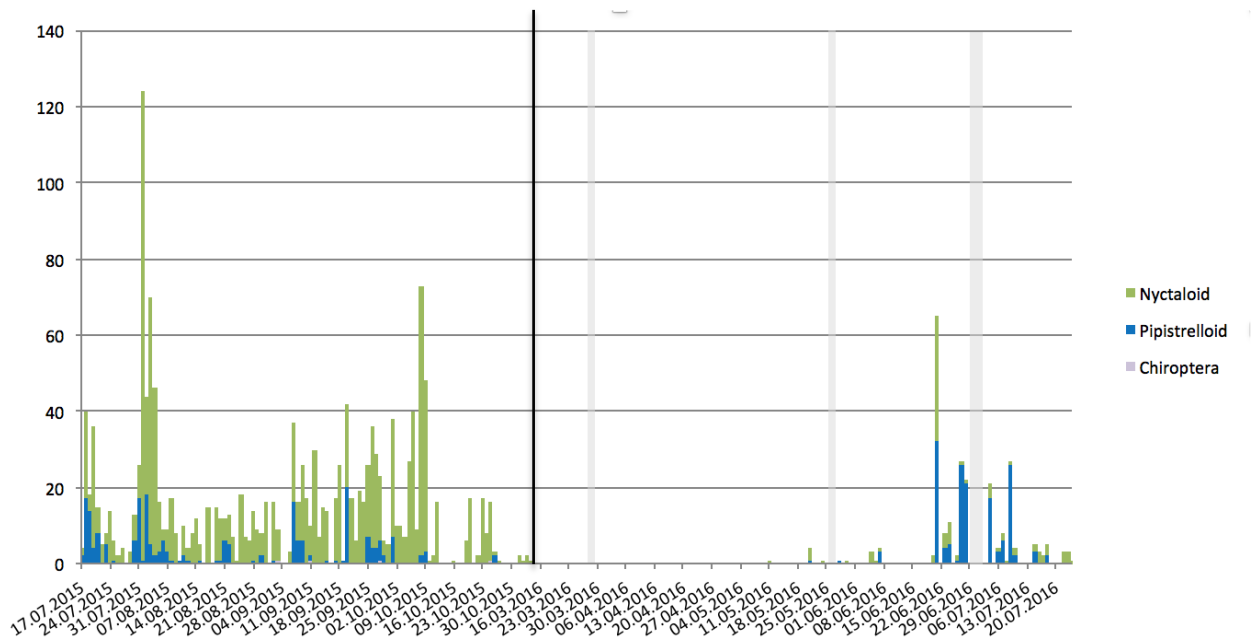


Abb.3. Verhältnis der nachgewiesenen Fledermausgruppen über die Fledermausseason (Herbst 2015 und Frühling / Sommer 2016). Gruppe Nyctaloid (grün), Gruppe Pipistrelloid (blau) und Aufnahmen, welche keiner bestimmten Art zugeordnet werden konnten Chiroptera (grau).

5.3 Aktivität je Periode

Die Anzahl Sequenzen pro Nacht, welche ein Mass für die Aktivität der Fledermäuse darstellt, beträgt über die **gesamte Fledermaussaison durchschnittlich 7.9 ± 1.2 Sequenzen / Nacht**.

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 Oberegg gemessene Aktivität ordnen wir somit der Kategorie „**mittlere**“ **Aktivität** zu.

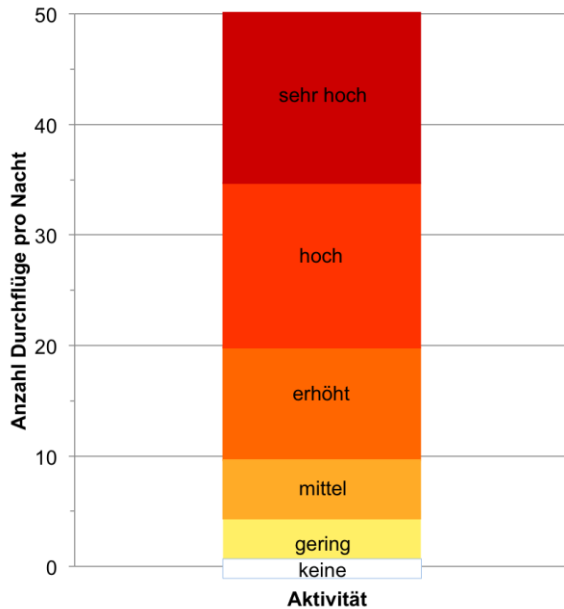


Abb. 4. Aktivitätslevel an Windenergiestandorten (Messungen in Rotorhöhe). Aufgrund von Erfahrungswerten wurden sechs Klassen gebildet: „keine“ (weiss) bis „sehr hoch“ (rot).

In der **Migrationszeit im Frühling** wurde eine Aktivität von 0.1 ± 0.2 Sequenzen / Nacht registriert und somit eine „geringe“ Aktivität gemessen.

In der **Reproduktionszeit im Sommer** stieg die Aktivität; auf eine knapp „erhöhte“ Aktivität mit 11.4 ± 2.7 Sequenzen / Nacht.

In der **Migrationszeit im Herbst** wurden 12.7 ± 1.5 Sequenzen / Nacht aufgezeichnet. Dies entspricht einer „erhöhten“ Aktivität (Abb. 5).

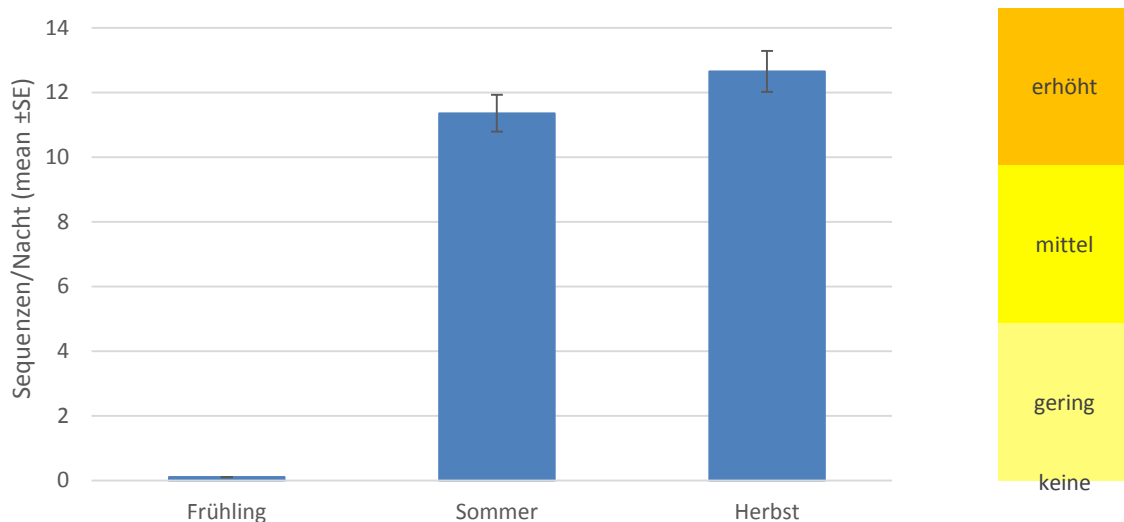


Abb. 5. Durchschnittliche Anzahl Sequenzen pro Nacht für drei Untersuchungsperioden.

5.4 Saisonaler Verlauf der Aktivität

Im Verlauf der Fledermausaktivität (Anzahl Sequenzen pro Nacht) während der Untersuchungsperioden in den Jahren 2015/2016 zeichnet sich in der **Migrationsperiode im Frühling** kein Hinweis auf eine Migrationsphase von Fledermäusen ab. In nur 5 von 77 Nächten wurden Fledermäuse aufgezeichnet.

In der **Reproduktionsperiode im Sommer** stieg die Aktivität auf durchschnittlich über 10 Sequenzen/Nacht an und es wurden insgesamt 12 Nächte mit hoher Fledermausaktivität (≥ 20 Sequenzen/Nacht) und 20 Nächte mit mittlerer Aktivität (≥ 5 Sequenzen/Nacht) aufgezeichnet. Im Sommer 2015 gab es einen Aktivitätspeak von migrierenden Arten in der Nacht vom 1. - 2.08 2015 mit 123 Durchflügen.

In der **zweiten Migrationsphase im Herbst** zeichnet sich kein klarer Aktivitätspeak ab. Insgesamt wurde in 14 Nächten eine hohe Aktivität (≥ 20 Sequenzen/Nacht) und in 38 Nächten eine mittlere Aktivität (≥ 5 Sequenzen/Nacht) gemessen. Ein kleiner Aktivitätspeak zeichnet sich Anfangs Oktober ab. In der Nacht vom 8.-9.10 wurden 71 Durchflüge von migrierenden Fledermäusen aufgezeichnet.

Lokale Arten (*blau in Abb.6*) wurden besonders in der Sommerperiode und teilweise im Herbst registriert. Die höchste Aktivität wurde in der Nacht vom 21.-22.06.2015 mit 32 Durchflügen von lokalen Arten verzeichnet.

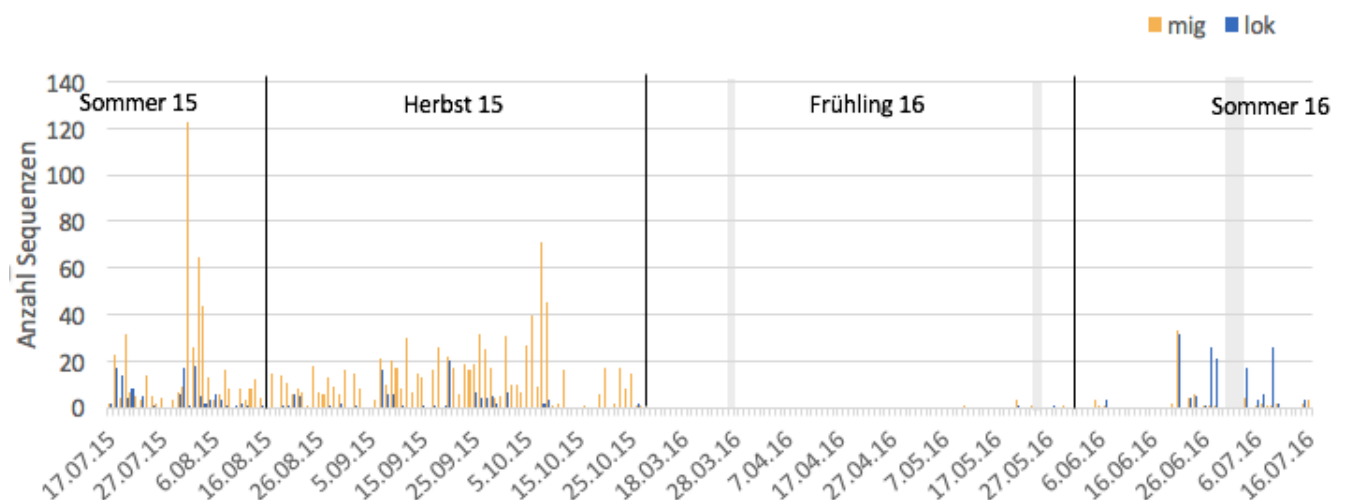


Abb. 6. Saisonale Aktivität am Messstandort gruppiert nach Fledermäusen aus der Gruppe der lokal vorkommenden (*blau*) im Vergleich zu den migrierenden Arten (*orange*). (*graue Balken*: Aufnahmeausfälle; *schwarze Linien*: begrenzen die Aufnahmeperioden, Frühling, Sommer, Herbst)

6 Prognose der Konflikte und Lösungen

6.1 Mortalitätsschätzung

Anhand der ermittelten durchschnittlichen Aktivität pro Nacht (7.9 Seq./Nacht, N=224 Nächte) wird in *Tabelle 3* eine Hochrechnung der erwarteten Anzahl Fledermausdurchflüge, durch die vom Rotor überstrichene Fläche und die Saison (230 Nächte mit Aktivität), berechnet.

Die Berechnung der Anzahl Durchflüge von Tieren pro Nacht basiert auf der Detektionsschwelle für Rufe der jeweiligen Artengruppe und der vom Rotor überstrichenen Fläche. Als Detektionsschwelle für Aufnahmen der kleinen, lokalen Arten wird 20m, für die grossen, migrierenden Arten 50m verwendet. Die Berechnung der Mortalität erfolgte aufgrund umfangreicher Literaturgrundlagen im Vergleich zu Forschungsprojekten mit Erhebungen zur Mortalität, einer Unterscheidung nach lokaler und migrierender Fledermausarten, sowie einer Anpassung an die lokalen Gegebenheiten (SWILD 2015).

Für den geplanten Rotordurchmesser von 127m wurde eine Rotorfläche von 12'668 m² berechnet.

Tabelle 3: Schätzung der jährlichen Mortalität für eine WEA für die beiden Gruppen lokale und migrierende Fledermäuse für den Standort Oberfeld, Oberegg.

Lokale Arten	Aufnahmenächte Lokale	[d]	224
	# Lokale pro Nacht (gemessene Aktivität)		2
	# Lokale pro Nacht (Durchflüge im Rotorbereich)	Ind.	17
	# Lokale pro Saison (Durchflüge im Rotorbereich)	Ind.	1150
	Mortalität Lokale	Ind.	5.7
Migrierende Arten	Aufnahmenächte Migrierende	[d]	224
	# Migrierende pro Nacht (gemessene Aktivität)		6
	# Migrierende pro Nacht (Durchflüge im Rotorbereich)	Ind.	10
	# Migrierende pro Saison (Durchflüge im Rotorbereich)	Ind.	1439
	Mortalität Migrierenden	Ind.	14.4
	# Fledermäuse pro Saison (Durchflüge im Rotorbereich)	Ind.	2589
	Mortalität Total		20.1

6.2 Prognose Mortalität und Schadensminderung

Ohne Massnahmen wird aufgrund der obigen Berechnungen für das Windenergieprojekt Oberegg mit insgesamt 2 WEA eine Mortalität von rund 40 Fledermäusen pro Jahr prognostiziert (*Tabelle 4*), davon rund 11.5 Individuen von lokalen Arten und rund 29 Individuen von migrierenden Arten.

Tabelle 4: Mortalität für den gesamten Windpark Oberegg pro Jahr.

Gebiet	Oberegg	Anz. Anlagen		Mortalität pro Anlage	Total
Lokale Arten		2	Ind	5.7	11.5
Migrierende Arten		2	Ind	14.4	28.8
Total			Ind	20.1	40.3

Aufgrund populationsbiologischer Überlegungen ist die maximal tolerierbare Mortalität pro Windpark erreicht, wenn die Mortalität migrierender Fledermäuse ≤ 10 und die Mortalität lokaler Fledermäuse ≤ 5 ist.

6.3 Restmortalität und Kompensationsmassnahmen

Restmortalität ist derjenige Anteil der erwarteten Mortalität, der mit vertretbarem Aufwand zur Schadensminderung nicht vermieden werden kann.

Zur Beschränkung der Mortalität sind **Massnahmen zur Schadensminderung um einen Anteil von 66%** notwendig (siehe Berechnungen zur verbleibenden Mortalität in *Tabelle 5*). Entsprechend resultiert eine Restmortalität von 34% (*Tabelle 5*). Diese Restmortalität muss durch Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen (Kompensationsmassnahmen) zu Gunsten der betroffenen Zielarten kompensiert werden.

Tabelle 5: Berechnung der Restmortalität. Mit Massnahmen zur Schadensminderung um 66% ist die Zielsetzung einer verträglichen maximalen Mortalität erreichbar. Für die anfallende Restmortalität (34%, rund 14 Individuen) müssen Kompensationsmassnahmen realisiert werden.

Gebiet	Oberegg	Anz. Anlagen	34% Restmortalität pro Anlage	Total
Lokale Arten		2	Ind	3.9
Migrierende Arten		2	Ind	9.8
Total		2	Ind	13.7

7 Bewertung

7.1 Bewertung methodischer Aspekte

- Der Aufnahmestandort (72m) auf dem 100m Masten zeigt sehr wahrscheinlich **ein repräsentatives Bild der saisonalen Fledermausaktivität im unteren Rotorbereich**. Im mittleren und oberen Rotorbereich werden eher geringere Aktivitäten erwartet, weshalb die Prognose als vorsichtig (konservativ) gewertet wird.
- Der Messumfang zwischen 15. März und 31. Oktober (2015/2016) mit einer durchschnittlichen **Aufzeichnungsrate von rund 97.5% der Nächte** ist eine umfassende Grundlage um aussagekräftige Prognosen zur Fledermausaktivität und zum Kollisionsrisiko abzuleiten.
- Am Standort wurde gemäss Kantonalem Fledermausschutzbeauftragtem ein relativ kleines Konfliktpotential prognostiziert. Deshalb wurde in Absprache mit dem Kanton auf schwierig zu realisierende Aufnahmen über dem Wald sowie auf zusätzliche Sonderaufnahmen am Waldrand oder am Boden verzichtet.
- 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.

7.2 Bewertung der Ergebnisse: Permanentmessungen Mast

- Am Messstandorten wurde zwischen dem 15. März und 31. Oktober insgesamt 1777 Durchflüge von Fledermäusen auf Rotorhöhe registriert.
- Mit einem Artenspektrum von **mind. 5 Fledermausarten** wurde **auf Rotorhöhe eine mittlere Artenvielfalt** aus der Gruppe der bundesrechtlich geschützten Fledermäuse erfasst.
- **Rund 79% der Nachweise betreffen Fledermausarten der Roten Liste**, womit die meisten Nachweise von Arten stammen, die gemäss der Roten Liste als „potenziell bedroht“ gelten. Mit der Zweifarbenfledermaus wurde 1 National **Prioritäre Art der Kategorie sehr hoch** im Kanton registriert.
- Im Frühling wurde eine „geringe“ Aktivität, im Sommer und im Herbst eine „erhöhte“ Aktivität von Fledermäusen festgestellt. Über die gesamte Untersuchungszeit wurde **„mittlere“ Fledermaus-Aktivität** verzeichnet.
- Die tiefe Aktivität im Frühling ist nur teilweise auf die schlechten Witterungsbedingungen im Frühling 2016 zurückzuführen.
- Lokale Arten wurden im Rotorbereich gehäuft in der Reproduktionsphase im Sommer aufgenommen, sowie teilweise im Herbst. Absolut sind 374 Durchflüge von lokalen Arten aufgezeichnet worden. Dadurch kann eine schwache **Gefährdung lokaler Arten** nicht ausgeschlossen werden.
- Die saisonalen Auswertungen zeigen hingegen eine spezielle Bedeutung des Standorts für **migrierende Fledermäuse (78.7% der Arten)** mit einem eher ungewöhnlichen Aktivitätspeak im Sommer. Die Aktivität im Frühling war gering. Im Herbst war die Aktivität zwar grösser, aber es sind keine klaren Migrationspeaks in den Daten sichtbar.
- Insbesondere beim grossen Anteil an migrierenden Arten, die üblicherweise grossräumig unterwegs sind, darf angenommen werden, dass mit einer vergleichbaren Aktivität auch über dem Wald gerechnet werden kann.

7.3 Bewertung der Auswirkungen des Projekts auf die Fledermäuse

- Gemäss diesen Erhebungen muss ohne Massnahmen zum Schutz der Fledermäuse mit einer jährlichen Mortalität von rund 40 Fledermäusen im Windpark mit 2 WEA gerechnet werden. Die Konflikte treten insbesondere im Sommer und im Herbst auf. Insbesondere migrierende Fledermäuse wären betroffen. Das Ziel einer maximalen Mortalität Fledermäuse von maximal 5 Individuen lokaler Arten bzw. maximal 10 Individuen migrierender Arten pro Saison und Windpark ist damit nicht erfüllt. Es sind Schutzmassnahmen notwendig, um ein bewilligungsfähiges Projekt zu erreichen.
- Aufgrund des Zusammenhangs, dass die Mehrheit der Fledermäuse bei geringen Windgeschwindigkeiten fliegen, die geplanten WEA erst bei einer minimalen Windgeschwindigkeit den Betrieb aufnehmen (Anlaufgeschwindigkeit) sowie der Tatsache, dass die grösste Fledermausaktivität während einzelner Nächte auftritt, sind effektive Schadensminderungsmassnahmen möglich. Es ist notwendig, die Möglichkeit und Ausgestaltung von Massnahmen im Detail zu evaluieren.
- Eine Reduktion der erwarteten Konflikte mit Fledermäusen können durch gezielte Massnahmen zur Schadensminderung (Betriebseinschränkungen während Nachtzeiten mit hoher Fledermausaktivität, Erhöhung der Einschaltgeschwindigkeit der WEA) sowie zur Kompensation nicht vermeidbarer Mortalität erreicht werden.
- Es wird empfohlen, dass geeignete Massnahmen entwickelt werden (fixer oder komplexer Abschaltplan, Vorwarnung und Abschaltung in Echtzeit durch Radar oder Ultraschalldetektoren) um die erwarteten Konflikte von Fledermäusen mit den geplanten WEA **auf ein verträgliches Mass** zu reduzieren. Mit solchen Massnahmen kann die grundsätzliche Bewilligungsfähigkeit des Projektes erreicht werden.
- Die Umsetzung der Massnahmen und deren Wirkung 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.

8 Empfehlungen und Massnahmen

8.1 Schadensminderung durch temporäre Abschaltung

Einschränkungen beim Betrieb der WEA während Stunden mit mittlerer bis grosser Fledermausaktivität erlauben eine effiziente Reduktion der Mortalität der Fledermäuse.

Für das vorliegende Projekt empfehlen wir eine Schadensminderung durch eine temporäre Abschaltung der Anlagen durch Erhöhung der Einschaltwindgeschwindigkeit (cut-in wind speed) der Anlagen zu Nachtzeiten mit bedeutender Fledermausaktivität. Vermutlich kann im Frühling auf eine Abschaltung verzichtet werden und die Massnahmen auf die Periode ab 15. Juli oder Ende Juli bis 15. Oktober konzentriert werden.

In aktuellen Forschungsarbeiten wurden Algorithmen entwickelt, aufgrund derer der Betrieb der WEA zu bestimmten Perioden des Jahres und bei definierten klimatischen Bedingungen, wo die grösste Fledermausaktivität herrscht, eingestellt wird. Ein solcher Algorithmus kann in die Steuerung der WEA implementiert werden, wobei darauf geachtet wird, dass die notwendige Reduktion der Mortalität der Fledermäuse durch einen reduzierten Betrieb der WEAs bei gleichzeitig tragbaren, minimalen Produktionsseinbussen erreicht werden kann.

8.2 Kompensation

Beträchtliche Auswirkungen auf die geschützten Fledermäuse müssen zu einem Grossteil vermindert werden. Die nicht vermeidbare Mortalität soll schlussendlich durch Kompensationsmassnahmen ausgeglichen werden. Dabei müssen die betroffenen Arten und Populationen in ihrem Bezugsraum von einem Nutzen im Umfang des Verlustes durch die Mortalität profitieren. Dazu sollen Massnahmen verwirklicht werden, die zur Aufwertung des Lebensraums und damit zur Steigerung der Reproduktions- und Überlebensrate führen.

Ein **Kompensationskonzept** soll den Umfang der nötigen Lebensraumaufwertungen aufzeigen, mit der die erwartete Mortalität kompensiert werden kann (gemäss den detaillierten Empfehlungen, die aktuell vom BAFU erarbeitet werden). Es ist damit zu rechnen, dass grossflächige Lebensraumaufwertungen nötig sein werden, um die jährlichen Kompensationsleistungen zu erbringen. Von den Massnahmen sollen die betroffenen bedrohten Arten profitieren, der Bezugsraum muss der Lebensraum der betroffenen Zielarten sein.

8.3 Massnahmen- und Wirkungskontrolle

Die Umsetzung der verfügbaren Massnahmen muss nach Betriebsaufnahme der WEA während 3 Jahren kontrolliert werden. Die Einhaltung der **Betriebseinschränkungen** (automatischer Abschaltalgorithmus) muss während der ganzen Betriebsdauer für die Behörden nachvollziehbar **überprüfbar** sein.

Die prognostizierte Reduktion der Auswirkungen muss nach Betriebsaufnahme der WEA gemäss Empfehlung des BAFU während 3 Jahren mit der Aufzeichnung der Ultraschallrufe und gleichzeitig vorzunehmender Meteo-Messung auf Gondelhöhe überprüft und die Schadenminderungs-Massnahmen bei Bedarf angepasst werden wobei die Möglichkeit für Optimierungen genutzt werden kann.

Dieses Vorgehen ist zielgerichteter, erlaubt eine Optimierung der Schadenminderungsmassnahmen und ersetzt dadurch eine Wirkungskontrolle mittels Totfundsuche. Es wird empfohlen, dieses Vorgehen gemäss dem Modell vom Kanton Graubünden von einer Begleitkommission, zusammengesetzt aus Vertretern der Betreiber, der Vollzugbehörde des Kantons, des Fledermausschutz sowie von Naturschutzorganisationen begleiten zu lassen.

9 Anhang

Abb. A1. Darstellung des Umfangs der Datenaufnahme 2014: blau = erfolgreiche Datenaufnahme Messtandort, Weisse Lücken: Ausfälle.

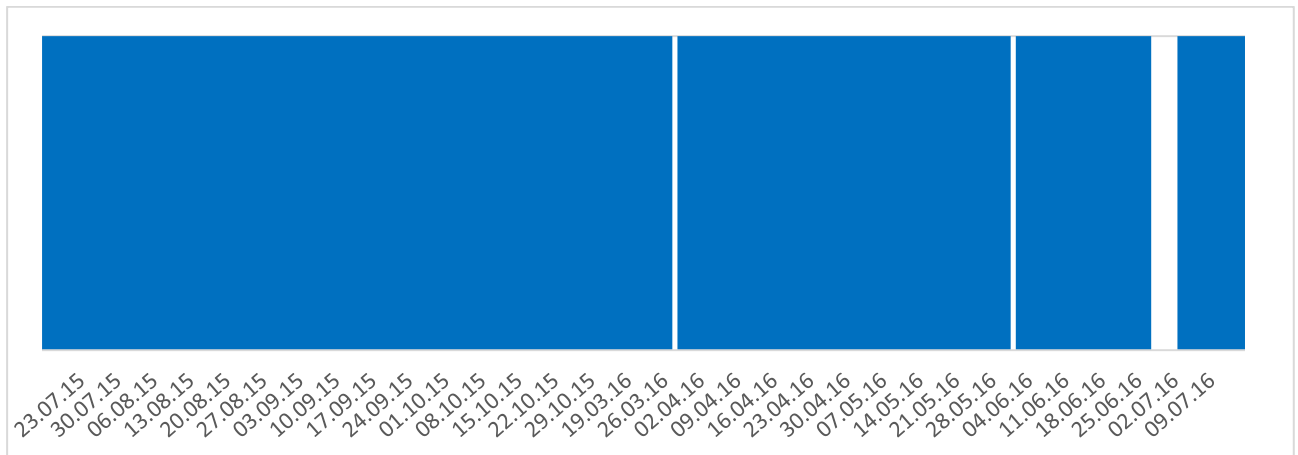


Tabelle A1. Umfang der Datenaufnahme je Standort und Saison.

Jahr	Aufnahmenächte							
	Frühling	%	Sommer	%	Herbst	%	Saison	%
2015			30	100.0%	77	100%	107	
2016	77	98.7%	40	87.0%			117	
Total	77	98.7%	70	92.1%	77	100%	224	97.4%

10 Glossar

Aktivität	(auch Fledermausaktivität) Anzahl aufgezeichnete Sequenzen mit Fledermausrufen pro Stunde. Mass für die Fledermausdichte, aber auch für das Expositionsrisiko bei den Windenergieanlagen.
Bodenabklärungen	Nach Rote Liste Standard durchgeführte bioakustische Aufzeichnungen von Fledermäusen in rund 1 m Höhe.
Komplex	(auch Artkomplex) Gruppe von Fledermausarten, die aufgrund von ihren akustischen Signalen nicht immer voneinander unterschieden werden können.
Migration	(auch Fledermausmigration) Zugsbewegungen 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 Rotorhöhe 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 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

11 Literaturgrundlagen

- 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.
- 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), in Bearbeitung: **Berücksichtigung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse**. Anhang zum UVB Handbuch des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- 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-Weisshahn H, Bontadina F. 2006. **Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg**. Regierungspräsidium Freiburg.
- Dietz Ch, von Helversen O, Nill D. 2007. **Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung**. Kosmos Naturführer: 399 S.
- Duelli P. 1994. **Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz** (ed. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL). Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), Bern.
- 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.
- Rodrigues L, Bach L, Biraschi L, Dubourg-Savage M J, Goodwin J, Harbusch C, Hutson T, Ivanova T, Lutsar L, Parsons K. 2006. **Wind Turbines and Bats: guidelines for the planning process and impact assessments**. EUROBATS guidelines: 21 p.
- Rodrigues L, Bach L, Dubourg-Savage M J, Goodwin G, Harbusch C. 2008. **Guidelines for consideration of bats in wind farm projects**. EUROBATS Publication Series N°3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn
- 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.
- Schorcht W, Bontadina F, Schaub M. 2009. **Variation of adult survival drives population dynamics in a migrating forest bat**. Journal of Animal Ecology 78:1182–1190.
- SWILD. 2015. **Grundlagen zur Berechnung der Fledermaus-Mortalität bei Windenergie-Anlagen**. Interner Bericht, PDF und XLS.
- Voigt CC, Popa-Lisseanu AG, Niermann I, Kramer-Schadt S. 2012. **The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations**. Biological Conservation 153:80–86.
- Voigt C C, Lehnert L S, Petersons G, Adorf F, Bach L. 2015. **Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats**. European Journal of Wildlife Research 61 (2), pp 213-219