

Abschaltplan Fledermäuse V2 Windpark Oberegg AI

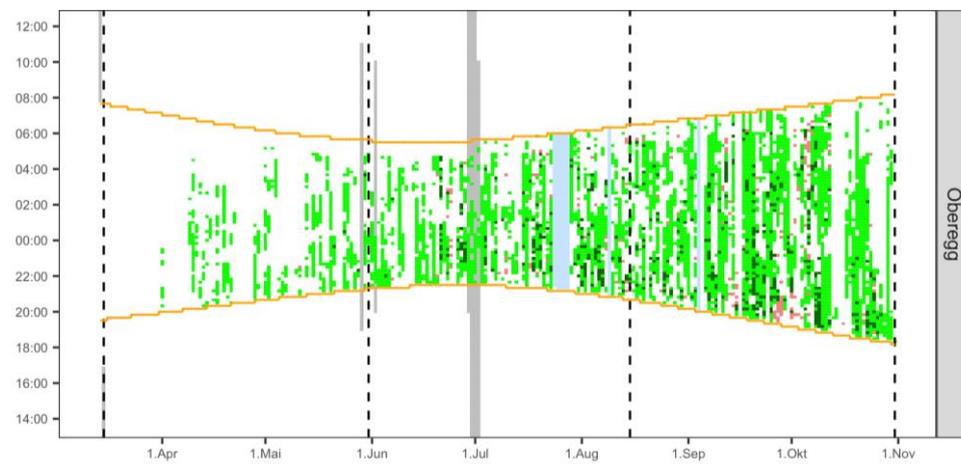


STADTÖKOLOGIE
WILDTIERFORSCHUNG
KOMMUNIKATION



Abschaltplan Fledermäuse
Januar 2023

Auftraggeberin:
Appenzeller Wind AG
Wiesstrasse 13
9413 Oberegg



Auftragnehmerin:
SWILD
Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation
Wuhrstrasse 12
8003 Zürich



Auftraggeberin:

Appenzeller Wind AG
Wiesstrasse 13
9413 Oberegg

Kontaktperson:

Werner Geiger, Appenzeller Wind AG
—
+41 71 891 36 72
werner.geiger@appenzellerwind.ch

Abschaltplan Fledermäuse

Januar 2023

© SWILD. Verwendung auch
von Auszügen nur nach
schriftlicher Abmachung.

Auftragnehmerin:

SWILD
Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation

Wuhrstrasse 12
8003 Zürich

+41 44 450 68 10
inbox@swild.ch
swild.ch

Projektleitung:

Fabio Bontadina, Dr.phil-nat. Wildtierbiologe
—
+41 44 450 68 05
fabio.bontadina@swild.ch

Mitarbeit:

Mirco Lauper, MSc, Wildtierbiologe
—
mirco.lauper@swild.ch

Bildnachweis Titelbilder:

WEA, Wirkungskontrolle,
Fledermaus
(© swild.ch)

Zitat:

SWILD. 2022. Abschaltplan Fledermäuse V2. Windpark
Oberegg AI, 17 Seiten.

1.1 Fledermausschutz bei Windenergieanlagen (WEA)

Beim Betrieb von WEA werden Fledermäuse gefährdet durch Kollisionen mit den drehenden Rotoren oder wenn sie aufgrund von grossen Druckunterschieden entlang der Rotoren innere Verletzungen (Barotrauma) erleiden und dadurch umkommen. Da beim Stillstand der Rotoren keine Unfallgefahr für Fledermäuse besteht, erlauben Einschränkungen beim Betrieb einer WEA durch einen Abschaltplan während Zeiten mit grosser Fledermausaktivität eine umfassende Reduktion der Mortalität der Fledermäuse.

1.2 Varianten zur Erstellung eines Abschaltplans

Es bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Berechnung eines Abschaltplans:

Fixer / pauschaler Abschaltplan:

Einfacher Abschaltplan, basierend auf Messungen der Fledermausaktivität im Rotorbereich, bei dem während der ganzen Fledermaussaison oder in Perioden mit grosser Fledermausaktivität unter denselben, fixen meteorologischen Bedingungen (meist abhängig von Temperatur und Windgeschwindigkeit) abgestellt wird.

Optimierter Abschaltplan:

Komplexer Abschaltplan, berechnet aus mehreren multivariaten Modellen, die auf der gemessenen Fledermausaktivität sowie den Meteorodaten (abhängig von Temperatur, Windgeschwindigkeit in 10min Auflösung basieren). Die Modellierung des Zusammenhangs zwischen Fledermausaktivität und Mortalität basiert dabei auf einem Prozentwerte-Modell oder auf den Grundlagen von Renebat I-III, eines umfassenden Forschungsprogrammes, das vom Deutschen Bundesamt für Naturschutz initiiert wurde (Brinkmann et al. 2011, Behr et al. 2015, Behr et al. 2018). Die Modelle wurden erstellt aufgrund von Untersuchungen an 70 WEA in insgesamt 35 Windparks aus 5 Naturräumen, wobei für die Prüfung des ProBat Algorithmus 16 WEA von 8 Standorten ausgewählt wurden. Beim optimierten Abschaltplan wird die Fledermausmortalität aufgrund der Modellberechnungen anhand der standortspezifisch gemessenen Fledermausaktivität geschätzt. Ein optimierter Abschaltplan ist aufgrund der umfangreichen statistischen Grundlagen und der detaillierten zeitlichen Auflösung wirkungsvoller und effizienter als ein fixer Abschaltplan (Barré et al. 2023).

Das Vorgehen zur Berechnung ist in den oben aufgeführten Publikationen detailliert beschrieben und kann projektspezifisch mit einer Software durchgeführt werden (ProBat 7.1c: OekoFor 2022). Die Berechnungen erfolgen aufgrund von Messungen der Fledermausaktivität, standardmässig aus der Gondel und die berechneten Abschaltpläne können später iterativ im Rahmen des Monitorings mit den zusätzlich erhobenen Daten optimiert werden. Werden Aktivitätsdaten von Windmessmasten für die Berechnungen eingesetzt, dann ist davon auszugehen, dass aufgrund der geringeren Höhe der Aktivitätsmessungen auf Windmessmasten (meist 50-95m) und der generell grösseren Aktivität von Fledermäusen in Bodennähe (Wellig et al. 2018), die Fledermausaktivität deutlich überschätzt wird und damit die erstellten Abschaltpläne als zu vorsichtig (konservativ) erstellt werden. Im Rahmen des Monitorings können diese Abschaltpläne an die präziseren Aktivitätsdaten aus der Gondel einer WEA angepasst werden.

1.3 Zielsetzung des Abschaltplans

Das grundsätzliche Ziel eines Abschaltplan ist der fledermausfreundliche Anlagebetrieb, der bezüglich Kosten-Nutzen optimiert ist und es erlaubt, bei möglichst kurzem Umfang der Abschaltungen die festgesetzte Schwelle der tolerierbaren, jährlichen Fledermausmortalität nicht zu überschreiten.

Gemäss den Vorgaben wurde der Abschaltplan so festgesetzt, dass nicht mehr als 13.7 Schlagopfer Fledermäuse pro Windpark und Jahr auftreten (UVB, SWILD 2017).

1.4 Vorgehen zur Konfliktlösung

Um den Schutz der Fledermäuse zu gewährleisten und einen wirtschaftlichen Betrieb des Windparks zu ermöglichen, wurde folgendermassen vorgegangen:

- 1) Basierend auf der gemessenen Fledermausaktivität auf einem Messmasten in den Jahren 2015 und 2016 (SWILD 2017) wurde ein optimierter Abschaltplan berechnet. Die Modellierung erfolgte auf Basis der aktuellsten Version der ProBat-Software (Probat 7.1c, Version 2022, <https://oekofoor.shinyapps.io/probat7/>). Anpassungen auf die biogeografische Region wurden aufgrund der Phänologie der Fledermausaktivität geprüft. Aufgrund von deutlichen Migrationspeaks im Herbst (September und Oktober) wurden die Abschaltbedingungen in diesen zwei Monaten zusätzlich verschärft.
- 2) Die Wirkung der Abschaltpläne wurde anhand der vorhandenen Daten überprüft, damit die tolerierte Anzahl von Durchflügen nicht überschritten wird.
- 3) Der Abschaltplan wird in die Steuerung der WEA implementiert (Enercon: Fledermausmodul, über die SCADA Schnittstelle).
- 4) Im Rahmen des Monitorings wird aufgrund der Produktionsdaten der WEA und der bioakustischen Messungen überprüft, ob der Abschaltplan während dem Betrieb wie vorgesehen eingehalten wurde (Massnahmenkontrolle) und ob der reduzierte Betrieb der WEA zum notwendigen Schutz der Fledermäuse geführt hat (Wirkungskontrolle).

2 Grundlagen Berechnungen

Abschaltplan

2.1 Ausgangslage Windpark Oberegg

Aufgrund technischer Weiterentwicklung im Bereich der Effizienz von WEA wurden Anlagentypen der neusten Generation (4 MW Klasse) gewählt. Dies führt zu einer Optimierung der Wirtschaftlichkeit des Windparks, ergibt aber auch gewisse Änderungen bei den Parametern.

Als Basis für den optimierten Abschaltplan wurden folgende neue Dimensionen der 2 WEA für die Berechnungen berücksichtigt (Vergleich zu UVB SWILD 2017):

- Rotor Radius 69m (statt 63)
- Nabenhöhe 131m (statt 135m)
- Gesamthöhe 200m (statt 198m)
- Unterkante Rotoren 62m (statt 72m)

2.2 Bioakustische Fledermausaufnahmen

Im Rahmen der Abklärungen für den Standort Oberegg wurden vom 17.7.2015 bis 7.11.2015 und vom 15.3.2016 bis 24.7.2016 bioakustische Aufnahmen auf 72m Höhe auf dem 100m hohen Windmessmasten durchgeführt (später pauschal als 70m angegeben). Zudem wurden vom 7.7.2016 – 24.7.2016 Bodenaufnahmen am Mastfuss aufgenommen, welche jedoch nicht für die Abschaltplanberechnung verwendet werden. Um die Auswertung übersichtlicher zu gestalten, wurden die Daten jeweils vom 17.7.2015 bis 31.10.2015 und vom 15.3.2016 bis 16.7.2016 so zusammengeführt, dass ein ganzes Jahr (2015) im Zeitraum vom 15.3 bis 31.10 abgedeckt wird (230 Nächte). Aufgrund einzelner Ausfälle wurden in insgesamt 224 Nächten erfolgreich bioakustische Aufnahmen durchgeführt. Dies entspricht einer Beprobungsabdeckung von 97% während dem für Fledermäuse relevanten Zeitraum vom 15.3 bis 31.10.

Für die Aufnahmen wurden Breitband-Ultraschalldetektoren (Batcorder von EcoObs) mit höchster Empfindlichkeit (-36dB) und einem Posttrigger von 800ms verwendet. Die Daten wurden nachträglich mit der Software (bcAdmin, EcoObs) mit einem Posttrigger von 200ms so aufbereitet, dass sie die Datenvoraussetzungen der Probat-Software erfüllen.

Daraus resultierten folgende Sequenzen über den zusammengelegten Zeitraum (in der Klammer ist die unkorrigierte Anzahl Sequenzen vor der Korrektur des Posttriggers (SWLD 2017) sowie die Zunahme der Anzahl Sequenzen durch die Korrektur in % ausgewiesen):

- Messmast auf 72m: 4491 Sequenzen (vorher 1777: +153%)

Es wird deutlich, dass die Korrektur des Posttrigger von 800ms zu 200ms dazu führt, dass die einzelnen Sequenzen weniger lang sind. Eine Sequenz wird nach 200ms abgeschlossen und eine längere Aufnahme führt zu einer neuen Sequenz. Entsprechend entstehen durch die Korrektur des Posttriggers mehr Sequenzen, die in die Auswertungen einfließen. Bei einer Verkürzung des Posttriggers von 800ms zu 200ms führt dies bei den vorliegenden Daten zu 2.5 mal so viel Sequenzen (Zunahme um rund 150%).

Bei der Prüfung der Schutzwirkung für Rote Liste Arten wurden die Aufnahmen mit dem Posttrigger der Aufnahmen von 800ms verwendet (Abb. 6).

2.3 Meteorologische Daten zu den bioakustischen Aufnahmen

Bei den Untersuchungen zur UVB (SWILD 2017) wurde parallel zu den bioakustischen Aufnahmen auf dem Windmessmasten auch Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 100m Höhe gemessen. Die Rohdaten lagen in UTC Zeitformat und 10min-Intervallen vor und wurden ebenfalls auf den Zeitraum vom 17.7.2015 bis 31.10.2015 und vom 15.3.2016 bis 16.7.2016 so zusammengeführt, dass ein ganzes Jahr (2015) im Zeitraum vom 15.3 bis 31.10 abgedeckt wird. Zur Datenbereinigung wurde Probat (7.1c) verwendet, welches die importierten Winddaten diversen Syntax- und Plausibilitätsprüfungen unterzieht und gleichzeitig die Zeitzonen-Einstellung validiert. Bei fehlgeschlagenen Prüfungen wird das jeweilige 10min-Intervall ausgeschlossen.

Gründe für automatisch ausgeschlossene Intervalle können sein:

- 0er Werte sind für tatsächlich fehlende Werte eingetragen
- Werte sind sehr lange konstant, weil der letzte gültige Messwert für die Dauer eines Ausfalls der Dokumentation weitergeschrieben wurde
- Extremwerte (z.B. Temperaturen > 40°C) oder unmögliche Werte (Windgeschwindigkeiten <0 m/s) wurden aufgezeichnet

2.4 Fledermausaktivität

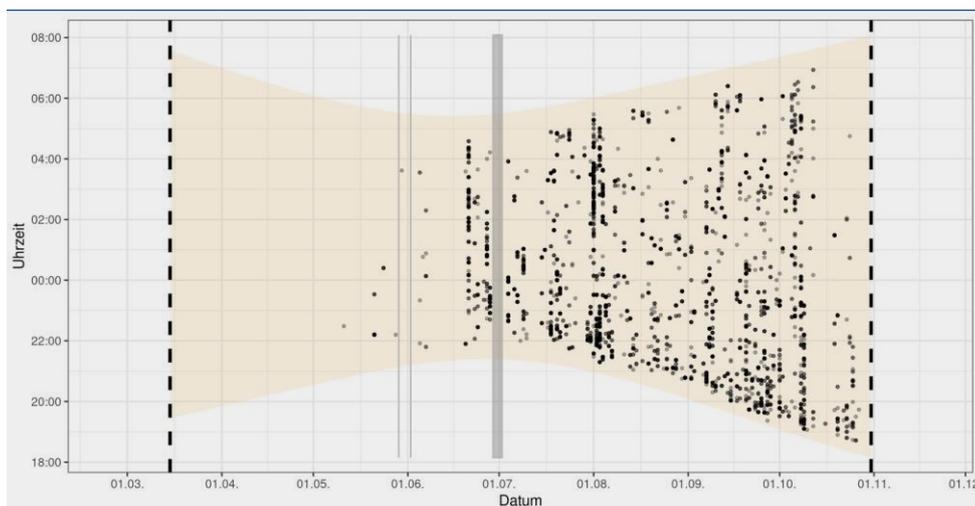


Abb. 1 Darstellung der Fledermausaktivität im Jahresverlauf.

Die Fledermausaktivität auf 72m Höhe des Messmasten in Oberfeld ist dargestellt. Der gelbe Bereich repräsentiert die Zeit zwischen Sonnenunter- und Sonnenaufgang (UTC+2). Fledermausaufzeichnungen werden als transparente schwarze Punkte dargestellt, die sich überlagern können. Ausfallzeiten der Aufnahmegerate sind grau unterlegt. Die senkrechten gestrichelten Linien stellen den Anfang bzw. das Ende der akustischen Erfassung dar. Wie in Kapitel 2.2 und 2.3 beschrieben, wurden Daten aus den Jahren 2015 und 2016 auf eine Fledermausperiode 15.3 – 31.10 zusammengelegt.

2.5 Aktivitätsverteilung über Wind und Temperatur

Die Fledermausaktivität ist abhängig von Windgeschwindigkeit, Temperatur, Nachtzeit und Jahresverlauf. Die Hauptaktivität der Fledermause (grüne und gelbe Punkte) findet bei Temperaturen ab $\sim 1^{\circ}\text{C}$ und tiefen Windgeschwindigkeiten statt (Abb. 2).

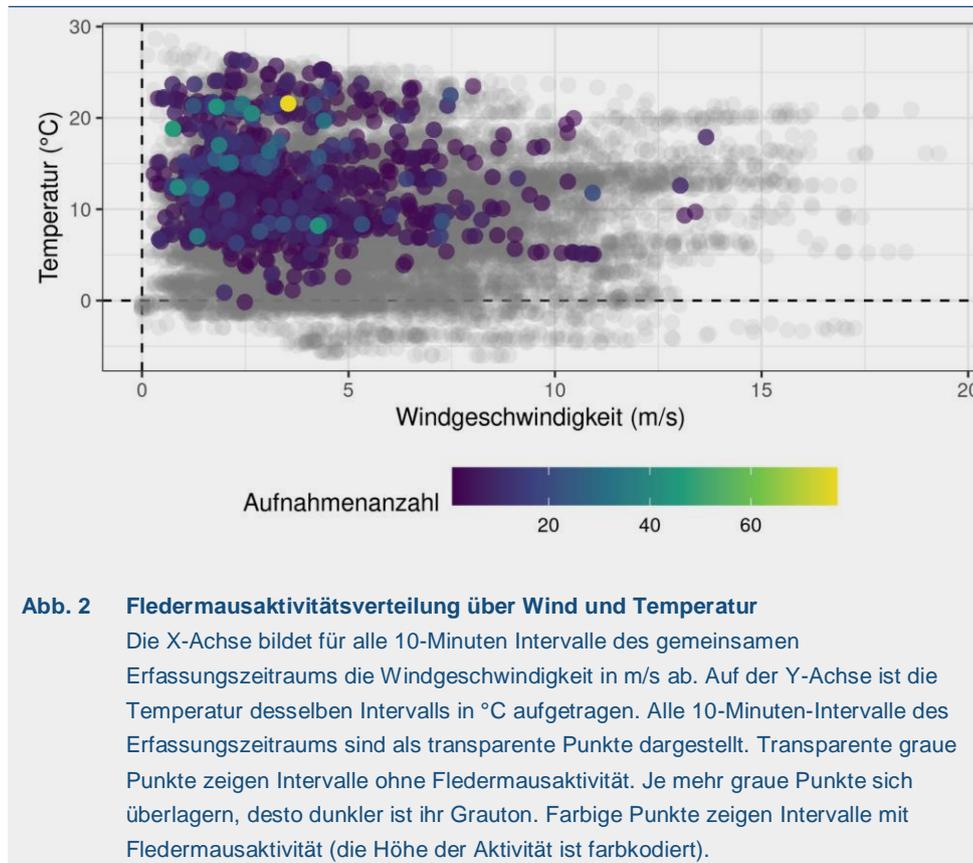


Abb. 2 Fledermausaktivitätsverteilung über Wind und Temperatur

Die X-Achse bildet für alle 10-Minuten Intervalle des gemeinsamen Erfassungszeitraums die Windgeschwindigkeit in m/s ab. Auf der Y-Achse ist die Temperatur desselben Intervalls in $^{\circ}\text{C}$ aufgetragen. Alle 10-Minuten-Intervalle des Erfassungszeitraums sind als transparente Punkte dargestellt. Transparente graue Punkte zeigen Intervalle ohne Fledermausaktivität. Je mehr graue Punkte sich überlagern, desto dunkler ist ihr Grauton. Farbige Punkte zeigen Intervalle mit Fledermausaktivität (die Höhe der Aktivität ist farbkodiert).

3.1 Datengrundlage

Die Berechnungen beruhen auf den Daten, welche in Kapitel 2.2 und 2.3 beschrieben werden. Insgesamt sind bioakustische und meteorologische Daten von insgesamt 217 Nächten verfügbar. Dies entspricht einer Beprobungsabdeckung von 93.9%.

3.2 Einbezug eines Temperaturgrenzwertes

Anhand der Fledermaus-Akustikaufzeichnungen wurde ein Temperaturgrenzwert berechnet, der zusätzlich zu den Cut-In Windgeschwindigkeiten festgelegt werden kann. Damit kann auch die Temperatur als Variable zur Optimierung des Abschaltplans eingesetzt werden. Der Schwerpunkt der Optimierung vor Baubeginn bezieht sich jedoch auf die Windgeschwindigkeiten, weshalb bei der zukünftigen Erfolgskontrolle noch Potential zur Optimierung des Temperaturgrenzwertes besteht.

3.3 Kriterien des Abschaltplans

Die Windenergieanlage muss abgeschaltet werden, wenn die Windgeschwindigkeit gleichzeitig kleiner ($<$) als die Cut-In-Windgeschwindigkeit (Kapitel 4 Grenzwerte Abschaltplan) und die Gondel-Außentemperatur gleich oder größer (\geq) als 0.9°C beträgt. Der Abschaltplan gilt jeweils während der Periode vom 15.03 bis zum 31.10 von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang.

3.4 Anpassung an standortspezifische Aktivitäts-Muster

Da die Aktivitätsmuster einen deutlichen Aktivitätspeak aufweisen, wurden die Abschaltungen in dieser Periode zusätzlich verschärft, um einen möglichst vollständigen Schutz der Fledermäuse zu gewährleisten. Dadurch wird der Abschaltplan in diesen Monaten strenger, als ursprünglich durch die Modellrechnungen in Probat 7.1c vorgeschlagen. Diese Anpassungen sollen im Rahmen des mehrjährigen Monitorings überprüft und bei Bedarf optimiert werden.

Die deutliche erhöhte Aktivität im September und Oktober während der Migrationszeit (Abb. 1) wurde durch die Verschärfung des Abschaltplans um 1.5m/s in diesen Monaten berücksichtigt. Diese Anpassungen dienen insbesondere dem umfassenden Schutz migrierender Arten während der Migrationsperiode im Herbst.

3.5 Grenzwert der Schlagopferzahl

Als maximal tolerierbare Mortalität wurde für den Windpark (gemäss UVB SWILD 2017) eine Grenze von total 13.7 Individuen pro Jahr festgelegt. Diese wurden für die Berechnungen zu gleichen Teilen auf die 2 WEA aufgeteilt, was einer Mortalität von 6.8 Individuen pro WEA und Jahr entspricht.

Gegenüber den standardisierten Berechnungen von ProBat wurden für den vorliegenden Abschaltplan, als Ausgangslage im ersten Jahr, zusätzlich eine Sicherheitsmarge von 25% einbezogen. Die Berechnungen gehen damit vorsichtshalber von einer um 25% reduzierten Mortalität aus.

3.6 Darstellung der Abschaltungen im Jahresverlauf

Die Abb. 3 zeigt die Abschaltungen im Jahresverlauf. Es ist deutlich erkennbar, dass der optimierte Abschaltplan auf die Aktivitätsverteilung der Fledermäuse angepasst ist. Die meisten Abschaltungen finden in den Monaten September und Oktober statt, da zu diesen Jahreszeiten die höchsten Fledermausaktivitäten gemessen wurden.

Abschaltplan Fledermäuse
Windpark Oberegg Ai

SWILD – Januar 2023

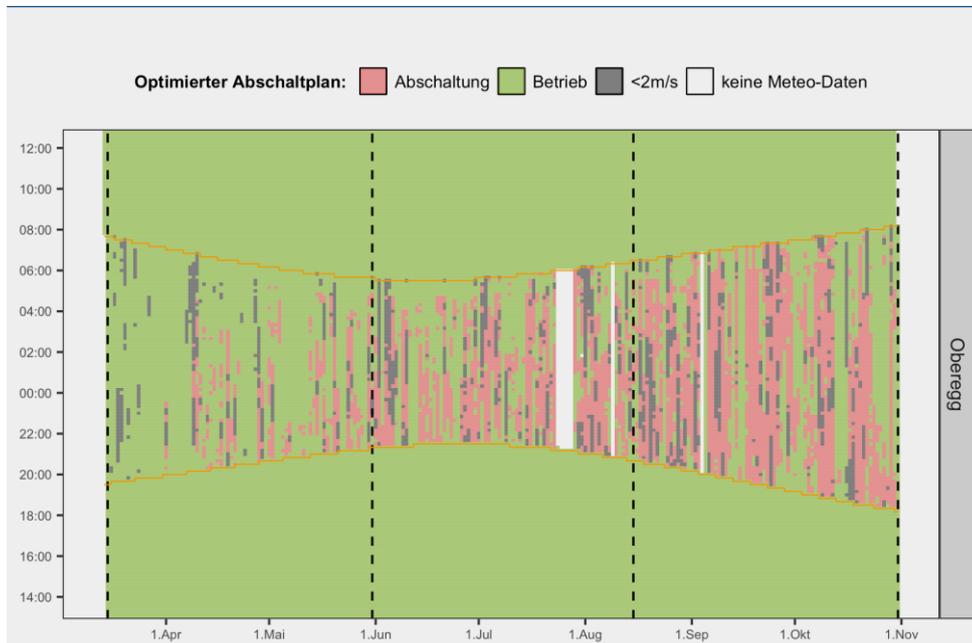


Abb. 3 Abschaltungen im Jahresverlauf

Für jedes 10-Minuten-Intervall wird anhand der Windgeschwindigkeit und der Temperatur evaluiert, ob eine Abschaltung initiiert werden muss (rot) oder die WEA uneingeschränkt betrieben werden kann (grün). Wo keine Meteo-Daten zur Verfügung stehen (weiss), können keine Aussagen gemacht werden. Wird die Anlauf-Windgeschwindigkeit der WEA (2m/s gemäss Leistungskurven Enercon) nicht überschritten (grau), findet kein Betrieb statt, womit auch kein Schlagrisiko für Fledermäuse besteht. Aufgrund dieser Datengrundlage werden auch die Produktionsverluste geschätzt.

3.7 Schutzwirkung des Abschaltplans

Eine erste Prüfung der optimierten Abschaltpläne wurde anhand der Aktivitätsmessungen der UVB Untersuchungen (SWILD 2017) angestellt. Die Darstellungen in Abb. 4 zeigen den umfassenden Schutz und die Plausibilität des optimierten Abschaltplans. Eine erste Wirkungskontrolle mit den vom Modell unabhängigen Aktivitätsdaten der Fledermausaufnahmen aus dem Gondelmonitoring kann nach dem ersten Betriebsjahr erfolgen und ist die Grundlage für eine Optimierung des Abschaltplans.

Abschaltplan Fledermäuse
Windpark Oberegg Ai

SWILD – Januar 2023

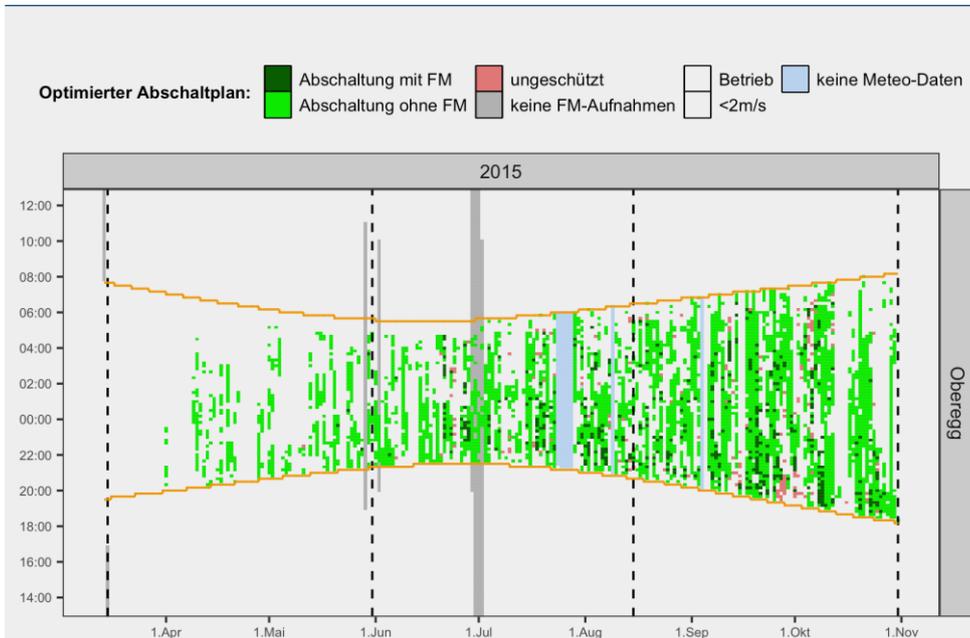


Abb. 4 Wirkungskontrolle der optimierten Abschaltpläne.

Eine erste Wirkungskontrolle lässt sich anhand der Fledermaus-Aktivitätsmessungen vom Windmessmasten der UVB Untersuchungen (SWILD 2017) erstellen. Für jedes 10-Minutenintervall im Verlaufe des Jahresablaufs wird gezeigt, wie die Abschaltung wirkt: Abschaltungen ohne Aktivität von Fledermäusen (FM) sind hellgrün, mit FM dunkelgrün markiert. Rote Pixel markieren Intervalle, in denen keine Abschaltungen erfolgen, obwohl Fledermausaktivität aufgezeichnet wurde. Messausfälle (FM-Aufnahmen in grau und Meteo-Daten in hellblau) führen dazu, dass für bestimmte Perioden noch keine Aussagen zur Wirkung gemacht werden können.

3.8 Schutzwirkung für Rote Liste Arten

Im Rahmen der Untersuchungen für den UVB (SWILD 2017) wurden 219 Aufnahmen (12.2 % aller Aufnahmen) der gemäss Roten Liste als "verletzlich" eingestufte Zweifarbenfledermaus, einer National Prioritären Art der Kategorie sehr hoch, registriert.

Die Schutzwirkung des optimierten Abschaltplans für diese Rote Liste Art wurde speziell untersucht (Abb. 5) und in die Optimierung einbezogen: mit 12 Durchflügen (Sequenzen) pro Saison und WEA ist ein möglichst vollständiger Schutz dieser gefährdeten Art erfüllt.

Abschaltplan Fledermäuse
Windpark Oberegg Ai

SWILD – Januar 2023

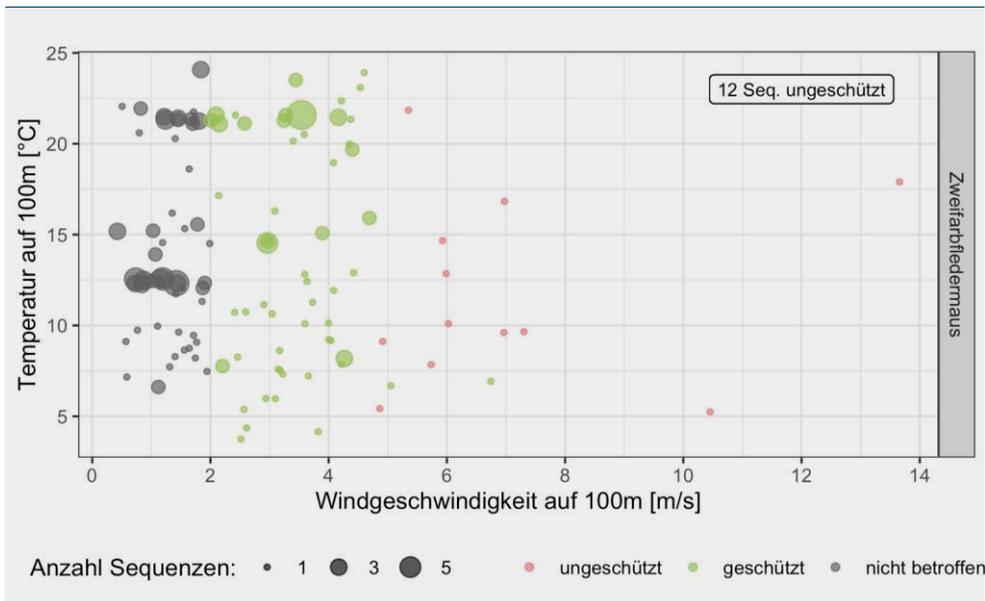


Abb. 5 Schutzwirkung für Zweifarbenfledermaus

Unter Einhaltung des optimierten Abschaltplans sind von den ursprünglich 219 aufgezeichneten Sequenzen der Zweifarbfledermaus nur noch 12 Durchflüge (Sequenzen, was einem Anteil von 5.5% entspricht) dem Schlagrisiko von drehenden Rotoren ausgesetzt (rot = ungeschützt).

5 Massnahmen- und Wirkungskontrolle

5.1 Erfolgskontrolle

Die vorliegende Beschreibung des Abschaltplans dient als Grundlage für die Umsetzung und als Dokumentation für die Bewilligungsbehörde. Der Abschaltplan ist so eingestellt, dass er den Zielwert, die absolute Anzahl der maximal tolerierbaren Mortalität pro Jahr, einzuhalten vermag.

Die Erfolgskontrolle umfasst zwei Teile:

1. Massnahmenkontrolle

Während der ganzen Betriebszeit der WEA müssen die Protokolle der tatsächlichen Betriebsdauer vorliegen und die Einhaltung der Abschaltbedingungen in einer Auswertung nachgewiesen werden. Die tatsächliche Umsetzung der festgelegten Betriebseinschränkungen kann üblicherweise aufgrund der Leistungsdaten der WEA, zusammen mit den durch die WEA erfassten Meteorodaten, im Rahmen einer Erfolgskontrolle überprüft und in einer Grafik dargestellt werden. Dazu wird die tatsächliche Fledermaus-Aktivität auf Nabenhöhe bei einem Teil der WEA des Windparks in der Betriebsphase gemessen und bezüglich der Zielsetzungen der Schadensminderungsmassnahmen analysiert.

2. Wirkungskontrolle

Gemäss den Empfehlungen der KVV (2022) soll nach Betriebsaufnahme während einer Dauer von mind. drei Jahren im Rahmen einer Erfolgskontrolle die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen aufgrund eines bioakustischen Monitorings aufgezeigt werden. Aufgrund der erfassten Daten zur Fledermausaktivität in der Gondel ist jeweils eine Optimierung des Abschaltplans möglich, wobei die Ziele der Schadensminderung eingehalten werden müssen.

6.1 Berechnungsgrundlagen

Als Basis für die Berechnungen diente die luftdichteabhängige Leistungskurve vom Typ E-138 EP3 E3 (4260kW) von Enercon (Dokument-ID: D02502963/0.0-de), welche am 4.1.23 durch Olga Ivanova (ENERCON GmbH) zur Verfügung gestellt wurde. Dabei wurde die Leistungswerte bei einer Luftdichte von 1.075kg/m^3 verwendet, wobei gemäss den Windmessungen von *JH Wind* die Luftdichte am Messtandort 1.087kg/m^3 beträgt (gem. Mail von Werner Geiger am 5.1.23).

Die Berechnungen wurden mit den Windmessdaten vom Jahr 2015 und 2016 durchgeführt (siehe dazu Kap. 2.3). Dabei wurde der optimierte Abschaltplan (Tab. 1) mit den Meteodaten verschnitten und berechnet, welcher Anteil der 10-Minutenintervalle durch den Abschaltplan ausser Betrieb gehen. Diese 10-Minutenintervalle wurden entsprechend der Leistungskurve aufsummiert, um eine Schätzung der Produktionseinbusse auf die Jahresproduktion zu erhalten. Bei diesen Werten sind keine Synergien bezüglich der Abschaltung aus anderen Gründen einbezogen.

Alle Berechnungen wurden mit der Software R durchgeführt (R Core Team¹ 2021).

6.2 Produktionseinbussen pro WEA

Unter Einhaltung des optimierten Abschaltplans zum Schutz der Fledermäuse entstehen jährliche Produktionseinbussen $\sim 1.5\%$ ($\sim 0.12\text{GWh}$). Die Gesamtjahresproduktion wird anhand der verwendeten Winddaten auf 8.2GWh geschätzt, wobei der Hauptertrag in den Wintermonaten, ausserhalb der Aktivitätszeit der Fledermäuse, produziert wird (Abb. 6). Die grössten monatlichen Produktionseinbussen werden in den Monaten August bis Oktober erwartet (ca. $5.9 - 7.7\%$).

6.3 Produktionsoptimierung gegenüber pauschalen Abschaltplänen

Wie in Tab. 2 veranschaulicht führt der optimierte Abschaltplan unter Einhaltung der tolerierbaren Mortalität (Schutzwirkung) zu deutlich geringeren Produktionseinbussen als pauschale Abschaltpläne.

Tab. 2 Vergleich der Produktionseinbussen mit pauschalen Abschaltplänen

Der vorgeschlagene optimierte Abschaltplan (blau markiert) erfüllt die Schutzwirkung für Fledermäuse (Einhaltung der tolerierbaren Mortalität) unter geringeren Produktionseinbussen als sämtliche überprüften pauschalen Abschaltpläne mit ausreichender Schutzwirkung.

Abschaltplan	Cut-in Windgesch. [m/s]	Temperatur Grenzwert [°C]	Einbusse Jahresproduktion	Tolerierbare Mortalität
Optimiert (Tab. 1)	Ø4.07	0.9	1.5%	eingehalten
pauschal	4.5	0.9	1.0%	überschritten
pauschal	5.5	0.9	2.5%	eingehalten
pauschal	6.5	0.9	4.6%	eingehalten

¹ R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

6.4 Darstellung der Produktionseinbussen

Abschaltplan Fledermäuse
Windpark Oberegg Ai

SWILD – Januar 2023

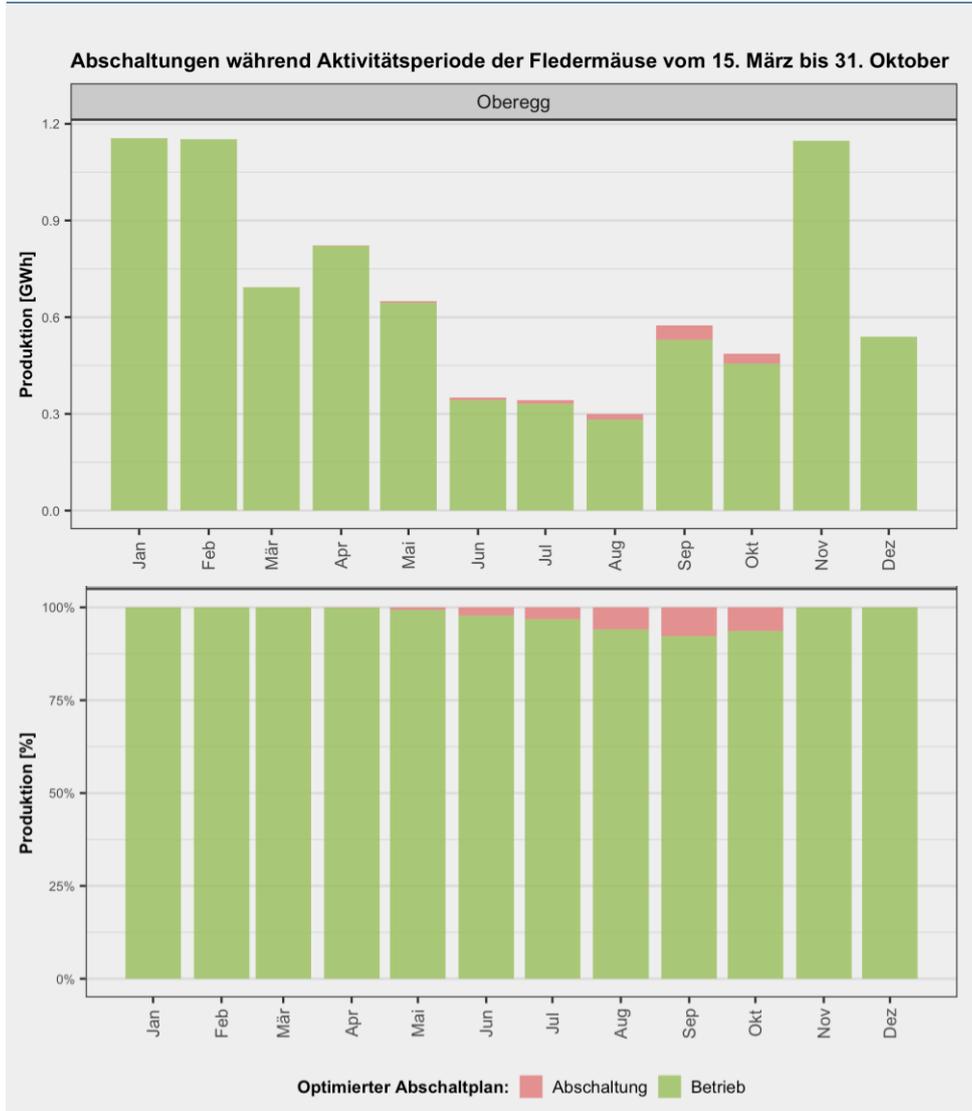


Abb. 6 Monatliche Produktionseinbussen durch optimierten Abschaltplan

Die Produktionseinbussen, welche aufgrund der Abschaltungen (rot) entstehen sind pro Monat in Bezug zur absoluten (oben) und relativen (unten) Produktion gesetzt. Die Abschaltungen finden nur während der Aktivitätsperiode der Fledermäuse 15.3 bis 31.10 statt. Die Jahresproduktion wurde von SWILD aufgrund der theoretischen Leistungskurve auf 8.2GWh geschätzt (siehe Berechnungsgrundlagen Kap 6.1).

-
- Barré K, Froidevaux JSP, Sotillo A et. Al (2023). Drivers of bat activity at wind turbines advocate for mitigating bat exposure using multicriteria algorithm-based curtailment, *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161404>
- Behr O, Barré K, Bontadina F, Brinkmann R, Dietz M, Disca T, Froidevaux J, Ghanem S, Huemer S, Hurst J, Kaminsky SK, Kelm V, Lauper M, Lintott P, Korner-Nievergelt F, Newman Ch, Peterson T, Proksch J, Roemer Ch, Schorcht W, Nagy M. 2023. Standardized and referenced acoustic monitoring reliably estimates bat fatality risk at wind turbines: comments on 'Limitations of acoustic monitoring at wind turbines to evaluate fatality risk of bats'. *Mammal Review* (in press).
- Behr, O., R. Brinkmann, K. Hochradel, J. Hurst, J. Mages, A. Naucke, M. Nagy, I. Niermann, H. Reers, R. Simon, N. Weber & F. Korner-Nievergelt (2015). Experimenteller Test der fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmen. In: Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). O. Behr, R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt et al. Hannover, Institut für Umweltplanung. *Umwelt und Raum* Bd. 7: 81-100.
- Behr O, Brinkmann R, Hochradel K, Mages J, Korner-Nievergelt F, Reinhard H, Simon R, Stiller F, Weber N & Nagy M. 2018. Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis (RENEBAT III). Report To The German Federal Ministry Of Economics. [Http://Windbat.Techfak.Fau.De/Abschlussbericht/Renebat-III.Pdf](http://Windbat.Techfak.Fau.De/Abschlussbericht/Renebat-III.Pdf).
- Brinkmann, R., O. Behr, F. Korner-Nievergelt, J. Mages, I. Niermann & M. Reich (2011). Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT I). Report to the Germany Federal Ministry for the Environment. Göttingen, Cuvillier Verlag.
- KVU. 2022. Checkliste UVP für Windenergieanlagen. Fachbereiche Vögel, Fledermäuse, Landschaft, Interessenabwägung. Erfolgsfaktoren bei der Planung und Beurteilung von UVP-pflichtigen Windenergieanlagen. Bericht im Auftrag der Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter KVU. Entwurf vom 30.11.2022. 94 S.
- Oekofor. 2020. ProBat – Intelligentes WEA-Betriebsmanagement zum Schutz der Fledermäuse an Windenergieanlagen. PraxisInfo 1. Naturschutz und erneuerbare Energien. Forschung am BfN.
- Rodrigues L, Bach L, Duborg-Savage MJ, Karapandza B, Kovac D, Kervyn T, Dekker J, Kepel A, Bach P, Collins J, Harbusch C, Park K, Micevski B, Minderman J. 2015. Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects—Revision 2014. EUROBATS Publication Series 3.
- SWILD. 2015d. Performance of the real-time bat detection system DTBat at the wind turbine of Calandawind, Switzerland. Final report V2.2, 29 pages.

SWILD. 2017. Umweltverträglichkeitsbericht Fledermäuse: Wirkungsanalyse aufgrund saisonaler Ultraschall-Aktivität. Windenergieprojekt Oberegg, Al. Juli 2017 / V2.2, SWILD, Zürich, 24 Seiten.

Voigt CC. 2020. Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben. Springer Nature, Berlin, 178 Seiten.

Voigt CC, Russo D, Runkel V, Goerlitz HR. 2021. Limitations of acoustic monitoring at wind turbines to evaluate fatality risk of bats. Mammal Review, 51(4), 559-570. [siehe dazu auch das reply von Behr et al. 2023]

Seite 17

Abschaltplan Fledermäuse
Windpark Oberegg Ai

SWILD – Januar 2023