

Gutachten über die Funktionsweise und den Nutzen von „Fleximaus“ - *Intelligenter Fledermausschutz für Windräder*

Januar 2016



Auftraggeber: EE-TechService GmbH
Technischer Service für Erneuerbare Energien
Faulenberg 3
D-91583 Schillingsfürst

Bearbeiter: Dipl.-Biologe Stefan Kaminsky (Projektleitung)
Dipl.-Biologin Martina Tospann
Dipl.-Biologin Jasmin Feltl



KAMINSKY
Naturschutzplanung GmbH

Hinter den Gärten 14
97702 Münnerstadt-Windheim
Telefon: 0 97 08 / 705 612
info@naturschutzplanung.de
<http://www.naturschutzplanung.de>

Inhaltsverzeichnis

1. Fledermäuse und Windenergie	2
2. Fleximaus	4
2.1. Vorteile und Nutzen durch Fleximaus.....	4
2.2. Funktionsweise von Fleximaus	5
3. Überprüfung der Funktionen von Fleximaus	8
3.1. Umsetzung und Einhaltung der Nachtzehntel inklusive Dämmerungsintervall.....	8
3.2. Durchführung der Abschaltungen.....	9
3.3. Umsetzung und Einhaltung der Cut-In-Windgeschwindigkeiten in den Nachtzehnteln	9
3.4. Betrachtung der Temperatur	11
3.5. Betrachtung des Regens.....	12
3.6. Betrachtung der Hysterese bei Cut-In Windgeschwindigkeiten	12
4. Bewertung	14
5. Literatur	14

1. Fledermäuse und Windenergie

Windenergieanlagen (WEA) gelten als ökologisch besonders verträglicher Weg, Energie zu gewinnen. Doch gerade im Binnenland können die Anlagen zur tödlichen Gefahr für Fledermäuse werden. In den letzten Jahren ist deutlich geworden, dass Fledermäuse unter bestimmten Bedingungen vermehrt an Windenergieanlagen (WEA) verunglücken (LUBW 2014, LfU

2013a & b, BRINKMANN et al. 2011, AGF 2012, BRINKMANN et al. 2006). Laut dem BMU Forschungsvorhaben geht man von 10 - 12 Schlagopfern pro WEA im Jahr aus (BRINKMANN et al. 2011). Dieser Wirkfaktor hat vermutlich größere Auswirkung auf die betroffenen Arten als die non-letalen Wirkungen wie Störung oder Habitatverlust (HÖTKER et al. 2004).

Betroffen sind vor allem acht Arten: die beiden häufigen *Pipistrellus*-Arten (Zwerg- und Raufhautfledermaus), die beiden Abendsegler-Arten sowie die Breitflügel-, Nord-, Mücken- und Zweifarbfledermaus (ZAHN ET AL. 2014, LUBW 2014, BRINKMANN et al. 2011, AGF 2012, StMI et al. 2011, LfU 2013a & b). Es handelt sich somit vorwiegend um eine Gruppe von Fledermausarten die bevorzugt im freien Luftraum jagt und überwiegend auch Zugverhalten aufweist. Für die Mopsfledermaus lässt sich aufgrund sporadischer Nachweise in relevanten Höhen ebenso ein Kollisionsrisiko grundsätzlich nicht gänzlich ausschließen (vgl. LUBW 2014, siehe aber auch FELTL et al. 2015, BRINKMANN et al. 2011, KAMINSKY 2012). Für die Arten der Gattung *Myotis* und die beiden *Plecotus*-Arten dagegen besteht praktisch kein Kollisionsrisiko (siehe z.B. LfU 2013a & b, BRINKMANN et al. 2011, StMI et al. 2011, BANSE 2010, BRINKMANN et al. 2009, BANSE & EISNER-LEHAR 2008, LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2015, DÜRR 2007, BEHR et al. 2007, BRINKMANN et al. 2006, HAENSEL 2007).

Die Fledermäuse verunglücken an den WEA, da ihr Nahortungssystem (Ultraschall) nur wenige Meter weit reicht. Außerdem erreichen die Rotorblätter hohe Geschwindigkeiten (bei Windstärke 5 - 6 m/s erreichen die Rotorspitzen 240 - 300 km/h) und überstreichen eine große Fläche (bei einem Rotordurchmesser von bis zu 150 m eine Fläche von ca. 17.670 m²). Dabei verunglücken die Fledermäuse sowohl durch direkte Kollisionen als auch durch Barotrauma (Tod durch Unterdruck) in den Luftverwirbelungen an den Rotorblättern (BAERWALD et al. 2008).

Nach dem derzeitigen Forschungsstand sind zeitweise Abschaltungen die einzige wirksame Methode zur Verringerung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen mit WEA (BRINKMANN et al. 2011). Zunächst wurden pauschale Abschaltungen aufgrund der Nähe von Gehölzstrukturen empfohlen (z.B. RODRIGUES et al. 2008). Auswertungen im Rahmen des Forschungsvorhabens "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen" (BRINKMANN et al. 2011)

zeigten jedoch, dass Abstandsmaße u.a. zu Gehölzen in der Analyse nur einen schwach signifikanten Einfluss haben (BRINKMANN *et al.* 2011). Zur Reduktion des Kollisionsrisikos werden teils einfache Betriebsalgorithmen eingesetzt, bei denen die für die Fledermäuse problematischen Zeiträume nur aufgrund der Windgeschwindigkeit und der Jahreszeit vorhergesagt werden. Dieses Vorgehen senkt zwar das Kollisionsrisiko für Fledermäuse, es kommt jedoch zu unnötigen Abschaltungen und somit Ertragsverlusten, da nicht berücksichtigt wird, dass sich das Kollisionsrisiko für Fledermäuse standortspezifisch sehr unterscheidet. Sinnvoller ist daher die Etablierung eines standortspezifischen Abschaltalgorithmus, der in die Anlagensteuerung der WEA eines Windparks implementiert werden kann (BRINKMANN *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2006, LfU 2013a & b). Die Abschaltzeiten sollten dabei an die Jahreszeit, die Nachtzeit, die Windgeschwindigkeit und Temperatur angepasst werden, da diese Faktoren Einfluss auf die Fledermausaktivität haben. Temperaturen unter 10 °C, sowie Windgeschwindigkeiten über 6 m/s führen zu einer starken Aktivitätsabnahme der Fledermäuse. Des Weiteren führt schon geringer Niederschlag, auch in Form von Nebel (0,002 - 0,004 mm/min) zur Abnahme der Fledermausaktivität (Brinkmann *et al.* 2011, Kerns *et al.* 2005). Betrachtet man den Jahresverlauf, so kommt es im Zeitraum vom 20. Juli bis zum 20. September zu einer Erhöhung des Kollisionsrisikos, dies ist vermutlich auf vermehrtes Inspektionsverhalten von Fledermäusen nach Ende der Wochenstubenphase zurückzuführen (BRINKMANN *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2006, MUGV 2011, DÜRR 2007). Des Weiteren beginnt die herbstliche Zugzeit bei zahlreichen Arten Mitte/Ende August. Außerdem liegt bei Fledermäusen der Aktivitätsschwerpunkt im ersten Viertel der Nacht (BRINKMANN *et al.* 2011). Mehrfach konnte gezeigt werden, dass die Fledermaus-Aktivität eng mit der Windgeschwindigkeit korreliert. Schon bei Windgeschwindigkeiten von 3 m/s. ist die Aktivität erheblich verringert, um schließlich zwischen 5 bis 6 m/s gegen Null zu gehen (z.B. LfU 2013a & b, BRINKMANN *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2009).

Die Rotorspitzen aktuell geplanter Anlagen reichen minimal bis auf etwa 74 m über Geländeneiveau, was gegenüber Anlagen alten Typs eine deutliche Erhöhung und vor allem für die ohnehin weniger gefährdeten, strukturgebunden fliegenden Arten sicher eine weitere Risikominimierung bedeutet (vgl. BANSE 2010). Zugleich überstreichen die Rotoren der neueren Anlagen eine größere Fläche, was für hoch fliegende Arten ggf. eine Risikoerhöhung bedeuten könnte. Die systematische Arbeit von HAENSEL (2007) verdeutlicht, dass für die meisten Arten höhere Maximalflughöhen anzunehmen sind als bisher vermutet (z.B. SKIBA 2003). Dennoch stellt die Erhöhung des Rotorniveaus für die meisten Arten – im Wesentlichen mit Ausnahme des Abendseglers – eine Verringerung des Gefährdungspotentials dar (vgl. BRINKMANN *et al.* 2011).

Da Fledermäuse in Deutschland einen hohen Schutz genießen (BNatSchG § 44(1)), müssen bei einem signifikant erhöhten Tötungsrisiko Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung ergriffen

werden. Der Winderlass in Bayern sieht eine Reduktion der Schlagopfer auf maximal 2 Individuen pro WEA im Jahr vor. Im Rahmen des BMU Forschungsvorhabens wurde ein Modell zur Berechnung eines Abschaltalgorithmus zum fledermausfreundlichen Betrieb der WEA entwickelt und durch das benutzerfreundliche Statistiktool „ProBat“ (BAUMBAUER & BEHR 2015) umgesetzt. In die Berechnung des Abschaltalgorithmus durch ProBat fließen die Jahreszeit, die Nachtzeit, die Windgeschwindigkeit und die Fledermausaktivität ein. Zusätzlich wird empfohlen die Außentemperatur und die Ermittlung des Niederschlags zur Feststellung der Fledermausaktivität heranzuziehen, wobei die Cut-In Temperaturen in jedem Fall standortspezifisch über das Monitoring abgeglichen und festgelegt werden. Der Algorithmus muss für jeden Standort separat errechnet werden, dafür ist ein Gondelmonitoring über zwei Jahre erforderlich, um die standortspezifische Fledermausaktivität einschätzen zu können. Untersuchungen am Boden reichen nicht aus, um die Fledermausaktivität in Rotorhöhe hinreichend genau beurteilen zu können, unterschiedliche Arten sind auf unterschiedlichen Höhen aktiv (FELTL *et. al.* 2015).

2. Fleximaus

Fleximaus ist ein von den Windanlagenherstellern und Betreibern unabhängiges Tool, welches die Fledermausabschaltungen an Windenergieanlagen steuert, indem es die Anforderungen aus dem o.g. ProBat Tool umsetzt. Dadurch werden die Laufzeiten der Windenergieanlagen optimiert und die Gefährdung für unsere heimischen Fledermäuse gemindert. Dabei berücksichtigt Fleximaus sowohl die Belange des Artenschutzes, der Anlagenbetreiber und der Genehmigungsbehörden.

2.1. Vorteile und Nutzen durch Fleximaus

- Fleximaus verringert die Gefährdung für Fledermäuse, welche auf Gondelhöhe jagen oder den Windpark (z.B. zur Zugzeit) durchqueren.
- Durch Fleximaus ist es möglich, die Zeit- und Abschaltvorgaben aus dem Genehmigungsbescheid präzise umzusetzen und somit Fledermausschlagopfer zu vermeiden. Fleximaus garantiert dabei die Umsetzung der Vorgaben für einen fledermausfreundlichen Betrieb des Windparks aus dem Genehmigungsbescheid. So kommt es nicht zum Verbotstatbestand aufgrund fehlender oder falscher Abschaltung des Windparks. Die Abschaltvorgaben für das Tool „Fleximaus“ erteilt immer der Betreiber in Abstimmung mit dem Amt.

- Die Einhaltung der Abschaltbedingungen kann den Genehmigungsbehörden unkompliziert und schnell nachgewiesen werden und es erfolgt eine genaue Aufzeichnung der Umweltbedingungen und Abschaltzeiten.
- Um die richtigen Betriebszeiten zu erreichen erfolgt eine tagesgenaue Betrachtung von Sonnenuntergang und Sonnenaufgang, die Abschaltvorgaben werden präzise umgesetzt und die Umweltfaktoren, welche die Fledermausaktivität beeinflussen, werden berücksichtigt. Fleximaus greift hierbei nicht nur auf die aktuellen Temperatur- und Winddaten zurück, sondern ist in der Lage auch den Regen miteinzubeziehen. Somit werden alle unnötigen Abschaltungen vermieden.
- Fleximaus wird ständig auf volle Funktionalität überwacht. Falls eine Fehlfunktion auftritt, wird dem Service-Personal eine elektronische Nachricht zugesandt. Fehlermeldungen können ebenfalls an die Betriebsführung des Windparks gesendet werden.
- Eine Nachrüstung bestehender Projekte durch Fleximaus ist jederzeit möglich, dabei ist Fleximaus unabhängig vom Windanlagenhersteller.
- Schnelle Umsetzung der Änderungen der Abschalttroutinen durch neue Vorgaben und kurzzeitige Abschaltungen wie z.B. bei Mahd/Ernte sind jederzeit möglich.
- Sowohl eine anlagenspezifische als auch eine gemeinsame Betrachtung der Anlagen in einem Windpark ist möglich. Wobei die Windparkbetrachtung mehrere Vorteile bietet; z.B. Reduzierung der Start-Stopp-Vorgänge je WEA und die Prüfung der Einhaltung der Abschaltvorgaben.
- Die Internetverbindung zum Windpark wird durch Fleximaus mitüberwacht, fällt diese aus wird die Störung durch Fleximaus gemeldet.
- Die Anlagenbetreiber werden durch Fleximaus über alle Schritte informiert und können Abschaltzeiten jederzeit anhand genauer Aufzeichnung der Umweltbedingungen und übersichtlichen Abbildungen nachvollziehen.

Die Übersichtlichkeit, Nachvollziehbarkeit und den Informationsgehalt der von Fleximaus generierten Abbildungen veranschaulichen die im vorliegenden Gutachten verwendeten Abbildungen 2, 3 und 4.

2.2. Funktionsweise von Fleximaus

Auf Basis der von Experten berechneten Flugwahrscheinlichkeiten und mit Hilfe des festzulegenden Algorithmus entscheidet die Fleximaus über Betrieb oder Abschaltung des Windparks bzw. der einzelnen Anlage.

Dabei werden die aktuellen Umweltbedingungen wie Windgeschwindigkeit, Temperatur und Regenintensität betrachtet, da diese Einfluss auf die Aktivität von Fledermäusen haben.

Die aktuell im Windpark herrschenden Umweltbedingungen greift Fleximaus hierbei in Echtzeit von den Messinstrumenten der Windenergieanlagen ab und wertet diese bezüglich des programmierten Abschaltalgorithmus und der von den Gutachtern festgelegten Temperaturgrenzen (Cut-In-Temperatur) und dem Grenzwert der Windgeschwindigkeit (Cut-In-Windgeschwindigkeit) aus.

Genauer betrachtet wird also von Fleximaus die von ProBat berechnete Nachtzehntelung (gegebenenfalls mit .Dämmerungsintervall) mit den entsprechenden Cut-In-Windgeschwindigkeiten sowie Cut-In-Temperaturen exakt umgesetzt.

Sollte ein Regensensor vorhanden sein, so kann der Regen ebenfalls mit einbezogen werden, so dass bei festzulegenden Regenintensitäten (Fledermäuse sind nachweislich bereits bei einsetzenden Nieselregen nicht mehr auf der Jagd) keine Abschaltungen durchgeführt werden.

Bei der Betrachtung der Umweltbedingungen und der Entscheidung, ob die Windenergieanlage bzw. der komplette Windpark weiter betrieben oder abgeschaltet werden soll, folgt Fleximaus folgender Betrachtungskette (vgl. Abbildung 1: Windparkabschaltung):

Zuerst wird die Bewertung der aktuellen Uhrzeit durchgeführt. Liegt die Uhrzeit im Zeitraum, welcher vorher mit einer Abschaltung beauftragt ist, erfolgt die Bewertung der Umweltbedingungen. Zunächst wird jede Minute die Außentemperatur (Mittelwert der Temperaturen aller Anlagen eines Windparks) mit der Cut-In-Temperatur verglichen, wird die Cut-In-Temperatur unterschritten dürfen die Anlagen weiterlaufen. Wird die Cut-In-Temperatur überschritten wird die Windgeschwindigkeit jede Minute mit der Cut-In-Windgeschwindigkeit verglichen. Unterschreitet die Windgeschwindigkeit die Cut-In-Windgeschwindigkeit, werden die Anlagen gestoppt.

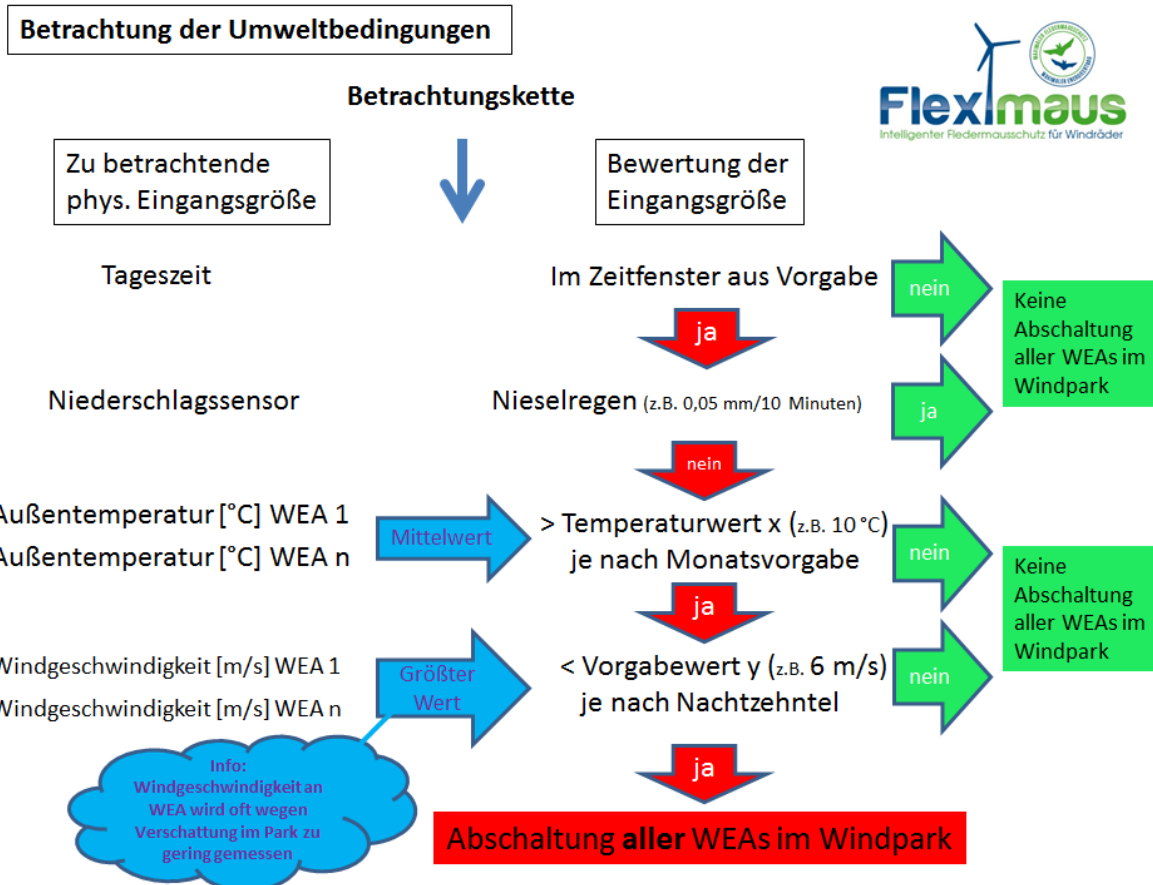


Abbildung 1: Betrachtungskette von Fleximaus im Falle einer gemeinsamen Betrachtung der WEA im Windpark (Abbildung von J. Rößler)

Bei der verwendeten Windgeschwindigkeit handelt es sich um den jeweils aktuellen Minutenmittelwert; damit kann schnell auf sich ändernde Windbedingungen reagiert werden.

Wird nicht jede Anlage separat sondern der gesamte Windpark über Fleximaus gesteuert, wird nur die höchste im Park gemessene Windgeschwindigkeit verwendet. Hintergrund ist hierbei, dass Windenergieanlagen einen enormen Windschatten erzeugen, sodass die Windgeschwindigkeit an einer verschatteten Anlage immer kleiner ist als die „reale“ Windgeschwindigkeit im Windpark.

Sollte ein Regensensor vorhanden sein, ist es möglich den Regen mit einzubeziehen. Es kann der Grenzwert für die Regenintensität für jeden Park separat festgelegt werden. Wie bereits im Bundesforschungsvorhaben von Brinkmann erwähnt, fliegen Fledermäuse bereits bei geringster Regenintensität nicht mehr.

Hinweis: Um ein unnötiges An-und Abschalten der Anlagen zu vermeiden startet Fleximaus die Windenergieanlagen, wenn der Cut-In-Wert überschritten ist und stoppt die Anlagen wenn der Cut-In-Wert mit einem bestimmten Prozentwert (bei Enercon-Anlagen mindestens 10 %, bei anderen Anlagen mindestens 5 %) unterschritten wurde. Die Notwendigkeit der

zehn- oder fünfprozentigen oder beliebig anderer Hysteresewerte vom berechneten Cut-In-Wert ergibt sich aus der Wind-Hysterese: Windenergieanlagen messen niedrigere Windgeschwindigkeiten, wenn die Rotorblätter im Wind stehen und die WEA in Betrieb sind. D.h. nach einem Start der WEA sinkt die „gemessene“ Windgeschwindigkeit und die WEA würde sofort wieder stoppen müssen. Die Hysterese zum Cut-In-Wert kann hierbei variabel je nach Anlagentyp und Erfahrungswert gewählt werden (5 % oder 10 % sind nur erste Vorschläge). Bei der Betrachtung der Temperatur gilt: Cut-In-Temperatur – 0,2°C hebt die Betrachtung auf.

Auch bei der Regenintensität ist eine Hysterese programmierbar. Hierbei werden die beiden Grenzwerte zum Stoppen bzw. Starten des Windparks festgelegt. Der höhere Wert zum Stopp des Parks und der jeweils niedrigere Wert zum erneuten Start des Parks.

3. Überprüfung der Funktionen von Fleximaus

Da Fleximaus bereits in mehreren Windparks in Mittel- und Unterfranken sowie Oberbayern und der Oberpfalz eingesetzt wird, ist eine praxisnahe Überprüfung des Tools möglich. Zur Überprüfung der Funktionen von Fleximaus stehen die Daten von September und Oktober 2015 von zehn Windparks, die bereits mit Fleximaus gesteuert werden, zur Verfügung.

Überprüft werden hierbei mit Hilfe des Statistikprogrammes R und einer Live Betrachtung des Fleximaus-Systems folgende Funktionen von Fleximaus:

- Umsetzung und Einhaltung der Nachtzehntel inklusive Dämmerungsintervall
- Durchführung von Abschaltungen
- Umsetzung und Einhaltung der Cut-In-Windgeschwindigkeiten in den Nachtzehnteln
- Betrachtung der Temperatur
- Betrachtung des Regens
- Betrachtung der Hysterese bei Cut-In-Windgeschwindigkeiten

3.1. Umsetzung und Einhaltung der Nachtzehntel inklusive Dämmerungsintervall

Zunächst wird überprüft, ob das Programm die vorgegebene Nachtzehntelung sowie ggf. das Dämmerungsintervall mit den zugehörigen Cut-In-Windgeschwindigkeiten und Cut-In-Temperaturen richtig übernimmt. Der Datenabgleich erfolgt mit dem Statistikprogramm R. Es zeigt sich, dass die Intervalle mit den entsprechenden Cut-In-Werten richtig umgesetzt werden

3.2. Durchführung der Abschaltungen

Bei dem zweiten Schritt der Überprüfung wurde kontrolliert ob Fleximaus bei Erfüllung der Abschaltbedingungen die Abschaltungen durchführt. Dazu werden die Cut-In-Temperaturen, die Cut-In-Windgeschwindigkeiten sowie ggf. die Regenmenge während der Nachtzehntel und dem Dämmerungsintervall betrachtet. Der Abgleich der Daten erfolgt mit dem Statistikprogramm R. Des Weiteren wurde am 08.10.2015 zwischen 18:15 Uhr und 18:45 Uhr eine Live-Betrachtung via Online-Dienst TeamViewer durchgeführt.

3.3. Umsetzung und Einhaltung der Cut-In-Windgeschwindigkeiten in den Nachtzehnteln

Bei Park-Temperaturen oberhalb der Cut-In-Temperatur dient die Windgeschwindigkeit als Entscheidungskriterium, sobald die Cut-In-Windgeschwindigkeit unterschritten wird, wird die Abschaltung der Anlage bzw. des Windparks eingeleitet, es sei denn die Ausnahmebedingung einer Hysterese (siehe 3.6) ist erfüllt.

Exemplarisch wird hier die Nacht des 13. September vom Windpark Kaltenbuch-Bergen gezeigt (siehe Abb. 2). Die Parktemperatur liegt die gesamte Nacht oberhalb der Cut-In-Temperatur. Die Park-Windgeschwindigkeit liegt in der ersten Nachthälfte oberhalb der Cut-In-Windgeschwindigkeit. In der Zweiten Nachthälfte flaut der Wind ab und die Parkwindgeschwindigkeit unterschreitet den Cut-In-Wert, es folgt die sofortige Abschaltung, was an der Abnahme der Wirkleistung bis auf 0 kW zu erkennen ist.

Während einer Live-Betrachtung konnte die Kontrollfunktion von Fleximaus verifiziert werden. Die Betrachtung erfolgte am 08.10.2015 zwischen 18:15 Uhr und 18:45 Uhr und umfasste mehrere Windparks. In allen Windparks lag die Temperatur oberhalb der Cut-In-Temperatur, somit war überall die Windgeschwindigkeit ausschlaggebender Faktor. Nachfolgend werden die Beobachtungen dreier Windparks während der Live-Betrachtung dargestellt.

- Beim Windpark Ortlesbrunn war das Dämmerungsintervall aktiv, die Park-Windgeschwindigkeit lag unterhalb der Cut-In-Windgeschwindigkeit, daher waren die WEA abgeschaltet.
- Ein weiterer Windpark mit Dämmerungsintervall war der Windpark Mühlhausen, hier lag die Park-Windgeschwindigkeit über dem Cut-In-Wert, die Anlagen waren in Betrieb.
- Der Windpark Schnaittenbach lief ohne Dämmerungsintervall, somit wurde Fleximaus mit dem ersten Nachtzehntel bei Sonnenuntergang (in dem Fall 18:33 Uhr) aktiv. Vor Sonnenuntergang liefen die Anlagen, mit Inkrafttreten der Cut-In-Werte kam es zur sofortigen Abschaltung des Windparks, da die Park-Windgeschwindigkeit unterhalb des Cut-In-Wertes lag.

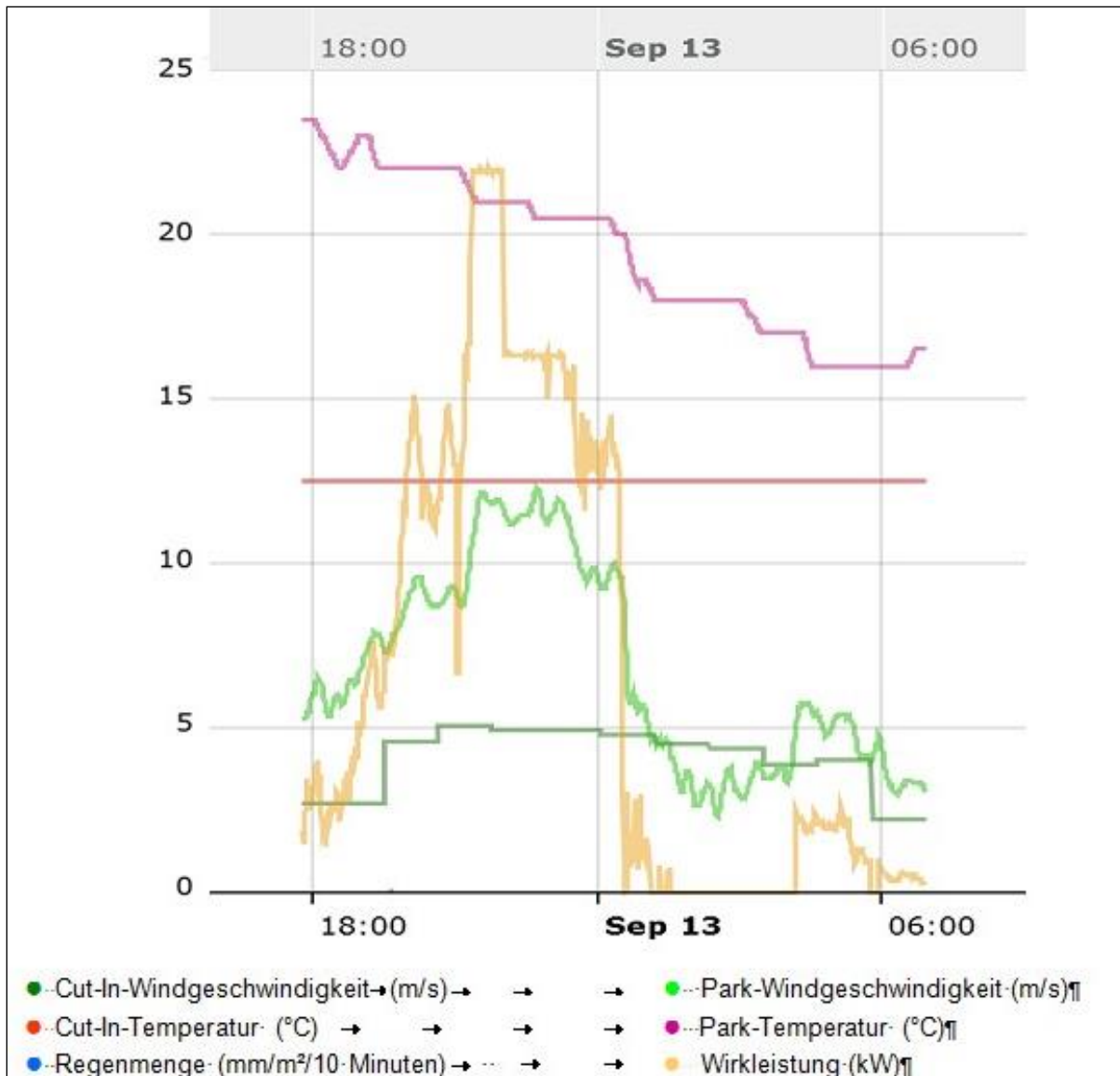


Abbildung 2: Übersicht Kaltenbuch vom 13.09.2015

Die Park-Temperatur liegt die ganze Nacht oberhalb der Cut-In-Temperatur. Die Park-Windgeschwindigkeit liegt zu Beginn oberhalb der Cut-In-Windgeschwindigkeit, die Anlagen laufen, was an der Wirkleistung zu erkennen ist. In der zweiten Nachthälfte flaut der Wind ab, sodass die Park-Windgeschwindigkeit unter den Cut-In-Wert sinkt und es zur Abschaltung kommt, ersichtlich dadurch, dass die Wirkleistung bis auf 0 kW sinkt. Einheiten und Farbcode können der Legende entnommen werden.

3.4. Betrachtung der Temperatur

Die Temperatur stellt für die Abschaltung ein Ausnahmekriterium da. Liegt die Park-Temperatur unter der Cut-In-Temperatur so laufen die Anlagen weiter, auch wenn die Windgeschwindigkeit eine Abschaltung vorschlägt. Die Cut-In-Temperatur wird von Fleximaus korrekt angewendet. Abbildung 3 zeigt den Windpark Offenhausen am 14.10.2015, die ganze Nacht liegt die Park-Temperatur unterhalb der Cut-In-Temperatur, die Anlagen laufen durchgehend, obwohl die Windgeschwindigkeit oft unter den Cut-In-Wert fällt.

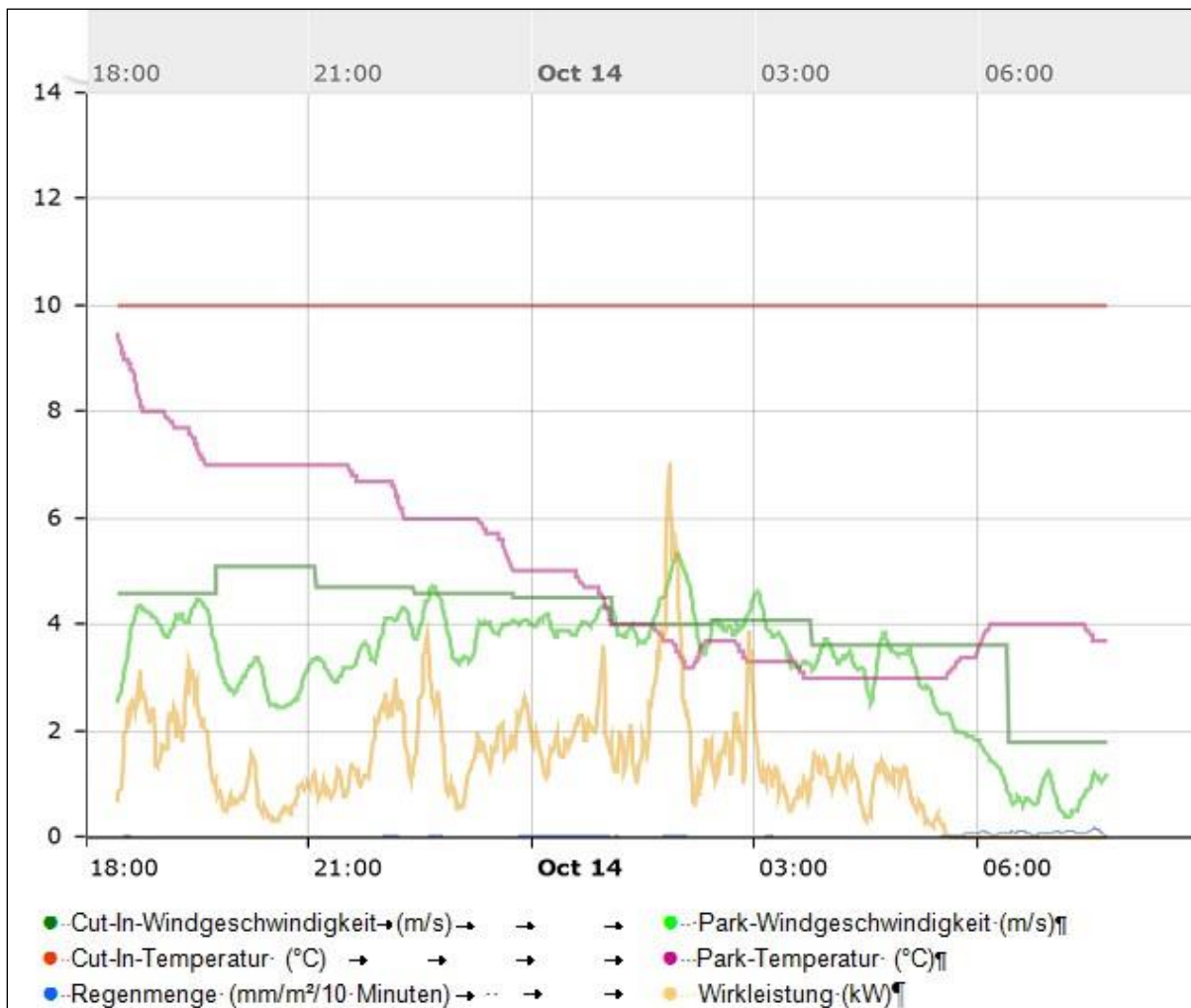


Abbildung 3: Die Park-Temperatur liegt deutlich unterhalb der Cut-In-Temperatur, die Park-Windgeschwindigkeit liegt unterhalb der Cut-In-Windgeschwindigkeit. Die WEA können weiterlaufen, was an der Energieproduktion erkennbar ist. Einheiten und Farbcode können der Legende entnommen werden.

3.5. Betrachtung des Regens

Des Weiteren kann als dritter Umweltfaktor neben der Windgeschwindigkeit und der Temperatur auch der Regen mitbeachtet werden, sofern ein Regensensor vorhanden ist. Schon geringer Niederschlag, auch in Form von Nebel (0,002-0,004 mm/min) führt zur Abnahme der Fledermausaktivität (Brinkmann et al. 2011, Kerns et al. 2005). Fleximaus führt bei einsetzendem Nieselregen keine Abschaltungen durch, auch wenn die Temperatur oder die Windgeschwindigkeiten die Abschaltkriterien erfüllen. Fleximaus steuert die WEA bei Regen wie bereits beschrieben.

3.6. Betrachtung der Hysterese bei Cut-In Windgeschwindigkeiten

Wenn die Rotorblätter im Wind stehen und die WEA in Betrieb ist, wird die Windgeschwindigkeit niedriger gemessen als vor dem Start. Das kann dazu führen, dass nach dem Start einer WEA die gemessene Windgeschwindigkeit sinkt und die WEA sofort wieder stoppen müsste. Dieser Effekt wird bei der Berechnung der Cut-In-Windgeschwindigkeit mittels ProBat nicht berücksichtigt (schriftliche Mitteilung Behr, 14.10.2015), daher ist eine Korrektur der gemessenen Windgeschwindigkeit bei laufenden Anlagen sinnvoll, um ständiges An- und Abschalten zu vermeiden. Fleximaus startet daher die WEA wenn der Cut-In-Wert überschritten ist und stoppt die Anlagen erst wenn die gemessene Windgeschwindigkeit um 10% des Cut-In-Wertes unterschritten wird. Abbildung 4 zeigt den Windpark Dürrwangen am 09.09.2015. In dieser Nacht schwankt die Park-Windgeschwindigkeit um den Cut-In-Wert, durch die 10%-Hysterese kommt es nur zu drei Abschaltungen, welche vollkommen ausreichend sind, um den Fledermausschutz gemäß Auflagen aufrecht zu halten.

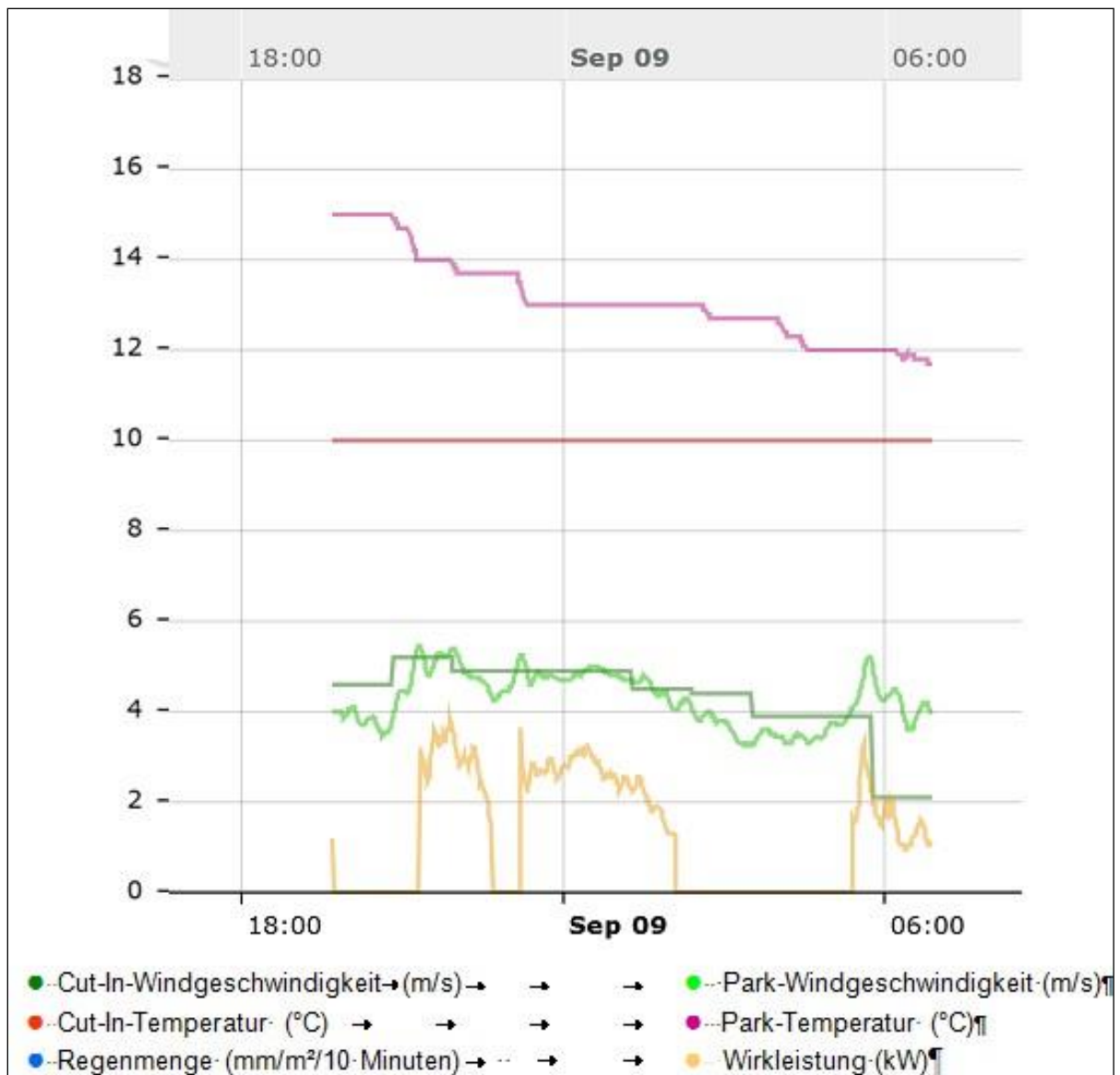


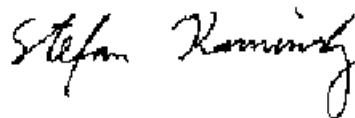
Abbildung 4: Übersicht Dürrwangen am 09.09.2015

Die Park-Temperatur liegt die ganze Nacht oberhalb der Cut-In-Temperatur. Die Park-Windgeschwindigkeit schwankt um die Cut-In-Windgeschwindigkeit, Fleximaus läuft mit 10%-Hysterese, es kommt zu drei Abschaltungen, ersichtlich durch Leistungsabfall auf 0 kW. Einheiten und Farbcode können der Legende entnommen werden.

4. Bewertung

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten und auch während der Live-Betrachtung konnte eindeutig festgestellt werden, dass Fleximaus korrekt den Wetterdaten entsprechend Abschaltungen durchführt. Dabei werden die vorgegebene Cut-In-Temperaturen und Cut-In Windgeschwindigkeiten exakt umgesetzt. Selbiges gilt auch für die Regenbetrachtung. Die Nachtzeiten inklusive des Dämmerungsintervalls werden ebenfalls exakt eingehalten.

Münnerstadt, 13. Januar 2016



Stefan Kaminsky
(Dipl.-Biologe, Dipl.-Umweltwissenschaftler)

5. Literatur

(verwendete und zitierte Quellen)

Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Baden-Württemberg (AGF 2012): Ausbau der Windkraft in Baden-Württemberg – Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Baden-Württemberg. Beschlossen auf der MV 31.03.2012 in Stuttgart.

Baerwald, E.F., D' Amours, G.H., Klug, B.J., Barclay, R.M.R. (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Curr. Biol.* 18, R695-R696

Banse, G. (2010): Ableitung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Windenergieanlagen über biologische Parameter. *Nyctalus (N.F.)*, Berlin 15 (2010, Heft 1: 64-74.

Banse, G. & Eisner-Lehar, A. (2008): Fledermäuse und Windenergieprojekte in Bayern. Anmerkungen zu Artenschutzrecht und Planungsanforderungen. Studie im Auftrag des Bundesverband Wind-Energie e.V. (BWE), Landesverband Bayern

Baumbauer, L. & Behr, O. (2015): ProBat 51b, Version 5.1b. (24.07.2015) - Software-Tool der Uni Erlangen zur Berechnung fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen für Windenergieanlagen. Download unter: <http://windbat.techfak.fau.de/tools/>

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU 2013a): Fachliche Erläuterungen zum Windkraftenergieerlass Bayern: Verringerung des Kollisionsrisikos durch fledermausfreundlichen Betrieb der Anlagen; Stand 02/2013

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU 2013b): Fachliche Erläuterungen zum Windkraftenergieerlass Bayern: Fledermäuse – fragen und Antworten; Stand 04/2013

Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Finanzen, für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMI et al. 2011): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA), Stand 12/2011.

Behr, O., Helversen, O.v., Mages, J., Niermann, I., Reich, M., De Wolf, B., Brinkmann, R. (2009): Automatisierte akustische Aktivitätserfassung von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen.

Behr, O., Eder, D., Marckmann, U., Mette-Christ, H., Reisinger, N., Runke, V., & Von Helverson, O. (2007): Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern. In: Nyctalus, Berlin 12 (2007), Heft 2-3, S. 115-127.

Behr, O., Brinkmann, R., Niermann, I. & Mages, J. (2011a): Methoden akustischer Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann R., Behr O., Niermann I., Reich M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen, 130-144.

Behr O., Brinkmann R., Niermann I. & Korner-Nievergelt F. (2011b): Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann R., Behr O., Niermann I., Reich M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen, 177-286.

Behr, O., Brinkmann, R., Niermann, I. & Korner-Nievergelt, F. (2011c): Vorhersage der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann R., Behr O., Niermann I., Reich M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen, 287-322.

Behr, O., Brinkmann, R., Niermann, I. & Korner-Nievergelt F. (2011d): Fledermausfreundliche Betriebsalgorithmen für Windenergieanlagen. In: Brinkmann R., Behr O., Niermann I., Reich M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen, 354-383.

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 Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen,.

Brinkmann et al. (2009): Fachtagung „Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Planungspraxis und Ausblick. Vortrags-Papier im Rahmen der Tagung vom 9.6. in Hannover.

Brinkmann, R. (2004): Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? In: Tagungsführer der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Heft 15.

Brinkmann R., Behr O., De Wolf B. & Niermann, I. (2007): Bundesweites Forschungsvorhaben zur "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen" angelaufen. Nyctalus (N.F.) 12 (2-3): 288-289.

http://www.umwelt.uni-hannover.de/fileadmin/institut/Brinkmann_Behr_DeWolf_Niermann_2007.pdf

Brinkmann, R., Schauer-Weissahn, H. & Bontadina, F. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Forschungsbericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg, 63. S, Freiburg.

<http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1154333/index.html>

Cryan P.M., Gorresen P.M., Hein C.D., Schirmache M.R., Diehl R.H., Huso M. M., Haymann D.T.S, Fricker P. D, Bonaccorso F.J., Johnson D.H., Heist K. & Dalton D.C (2014): Behavior of bats at wind turbines. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111 (42) (2014): 15126–15131

Dannhäuser S. (2015): Fledermausaktivität an Windenergieanlagen-Der Einfluss abiotischer Faktoren auf die Aktivität und die daraus resultierenden Folgen. AV Akademikerverlag (27.03.2015).

Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009, BGBl. I S. 2542, verkündet als Art. 1 Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege, Ablösung des Bundesnaturschutzgesetzes und zur Änderung anderer Rechtsvorschriften , zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 124, Art. 4 Abs. 100 G zur Strukturreform des Gebührenrechts des Bundes vom 7. 8. 2013 (BGBl. I S. 3154).

Dürr, T. (2007) : Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. Nyctalus 12(2-3): 238-252

Feltl, J., Werner, M. & Kaminsky S. K. (2015): Activity of bats in different altitudes at wind measurement masts and wind turbines. In: Conference on Wind energy and Wildlife impacts (CWW) 2015, March 10-12 2015, Berlin. Book of Abstracts.

Haensel, J. (2007): Aktionshöhen verschiedener Fledermausarten nach Gebäudeeinflügen in Berlin und nach anderen Informationen mit Schlussfolgerungen für den Fledermausschutz. Nyctalus 12, (2-3), 141-151.

Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. - Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten 142, 87 S.

Kaminsky, S. (2012): Gondelmonitoring in der Praxis. Fachbeitrag im Rahmen der Fachtagung „Fledermausschutz an Windkraftanlagen“, TLUG Jena 17.10.2012

Landesumweltamt Brandenburg (2015): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse. <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.451792.de> (Stand: 06/2015).

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2014): Hinweise zur Untersuchung von Fledermausarten bei Bauleitplanung und Genehmigung für Windenergieanlagen. Stand April 2014.

Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV 2011): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen - Erlass des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vom 01. Januar 2011. Download unter http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2318.de/erl_windkraft.pdf

Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Goodwin, J., Harbusch,C. (2008): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten. EUROBATS Publ. Ser. 3 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 57 S

Skiba, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Neue Brehmbücherei.

Voigt C, Lehnert L, Petersons G, Adorf F, Bach L (2015): Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. EUROPEAN JOURNAL OF WILDLIFE RESEARCH. DOI: 10.1007/s10344-015-0903-y.

Zahn, A., Lustig, A. & Hammer, M. (2014): Potenzielle Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermauspopulationen. ANLiegen Natur 36 (1) online: 15 S., Laufen, www.anl-bayern.de/publikationen