

# Akustische Erfassung an WEA Gondeln

*Grenzen der akustischen Erfassung von Fledermäusen an WEA Gondeln - Dr. Volker Runkel*

## Einleitung

Der Boom der Windkraft zwingt uns zur genaueren Auseinandersetzung mit den Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Natur. Im gesamten EU-Gebiet wird der schnelle Ausbau der Windenergie vorangetrieben, jedoch gibt es noch keine verpflichtende, Länderübergreifende, einheitliche Regelung für die Untersuchung und Lösung der Probleme, die sich für die Tierwelt ergeben. Innerhalb der europäischen Staaten werden regional teilweise sehr unterschiedliche Anforderungen an die auszuführenden Gutachten gestellt.

Für Fledermäuse zeigen alle bisher bekannten Ergebnisse sehr einheitlich auf, dass diverse Umweltparameter (Wind, Temperatur, ...) die Aktivität von Fledermäusen beeinflussen. An ausgewählten Anlagen in Europa wurden in den letzten Jahren daher Abschaltalgorithmen zur Reduktion von Schlagopfern, unterstützt durch Totfundsuche und akustisches Monitoring in Gondelhöhe, erfolgreich getestet. Naheliegend ist es, basierend auf den vorliegenden Ergebnissen eine einheitliche "Formel" zu finden, mittels akustisch erhobener Daten in Gondelhöhe eine potentielle Totschlagrate und einen passenden Abschaltalgorithmus zu bestimmen.

Während verschiedene Arbeitsgruppen an der Veröffentlichung dieser Formeln arbeiten, werden weiterhin Windräder errichtet. Nun hat das Land Brandenburg, als erstes in Deutschland, eine neue verbindliche Richtlinie zum Untersuchungsumfang und zur Interpretation der Daten erstellt. Basierend auf Ergebnissen der Untersuchungen der Universitäten Hannover und Erlangen-Nürnberg wurde eine solche Formel in Form eines Erlasses für den Neubau von WEAs umgesetzt:

[http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2318.de/erl\\_windkraft.pdf](http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2318.de/erl_windkraft.pdf)

Anhand der akustisch gemessenen Aktivität auf Gondelniveau werden so Totschlagzahlen extrapoliert. Bei Überschreiten von Schwellenwerte von potenziell geschlagenen Tieren (je Art), werden Abschaltalgorithmen verpflichtend. Generell ist dies ein sehr guter Ansatz und es ist zu hoffen, dass andere Bundesländer, aber auch andere EU-Staaten in Zukunft ebenso vorgehen.

## Probleme

Im Folgenden werden die physikalischen und technischen Aspekte genauer betrachtet, die die Beurteilung der akustisch ermittelten Aktivitätsdaten beeinflussen und zu

einer hohen Ungenauigkeit führen können. Bei der Interpretation solcher Daten muss mit Vorsicht vorgegangen werden.

Im Erlass aus Brandenburg wurde sehr richtig erkannt, dass die **verwendete Technik einen starken Einfluss** auf die erfassten Daten haben kann. So werden die Gutachter aufgefordert bzw. verpflichtet, technische Daten zur verwendeten Aufnahmetechnik anzugeben. Insbesondere sollen neben dem Typ des Geräts auch **Reichweite** (= Empfindlichkeit des Mikrofons) und **Richtcharakteristik** genannt werden. Dabei handelt es sich um zwei sehr wichtige Einflüsse auf die erfassten Daten. Deren Kenntnis hilft vorhandene und neu erhobene Daten besser in Relation zueinander zusetzen bzw. potenzielle Fehlerabschätzungen zu treffen.

Generell sind akustisch erhobene Daten jedoch immer mit Vorsicht zu interpretieren. Ohne physikalische und technische Grundkenntnisse dürfen sie nicht unreflektiert als Fakten übernommen werden. Im Folgenden werden durch den Bearbeiter unbeeinflussbare Parameter im Detail erläutert. Dazu werden **physikalische und technische Einflüsse** auf die Erfassung verschiedener Fledermausarten genauer betrachtet.

### **Wie groß ist die Reichweite meines Detektors?**

Die „Reichweite“ eines Fledermausdetektors ist abhängig von der Empfindlichkeit des Mikrofons, der Verstärkung des Mikrofonsignals und der Ruflautstärke der Fle-

dermaus. Alle diese Parameter sind durch den Bearbeiter nur bedingt oder überhaupt nicht beeinflussbar. Während die Ruflautstärke der aufgezeichneten Tiere nicht bestimmbar sind, können technische Parameter bedingt durch Informationen der Gerätehersteller, wenn verfügbar, berücksichtigt werden.

### Empfindlichkeit des Detektors

Die Empfindlichkeit eines Fledermausdetektors wird durch das verwendete Mikrophon sowie die interne Verstärkung der Mikrofonsignals bestimmt. Alle verfügbaren Geräte haben eine wählbare Eingangsverstärkung bzw. Auslöseschwelle (batcorder). Eine Kalibrierung der Empfindlichkeit ist Herstellerseitig nur beim batcorder durchgeführt, d.h. bei anderen Geräten ist die tatsächliche Empfindlichkeit nicht bekannt und muss selbst ermittelt werden. Dies wiederum bedeutet, dass für die meisten Geräte keine exakte Angabe zur Reichweite getroffen werden kann. Da die oben genannte Handlungsanweisung aus Brandenburg fordert, die Reichweite für 20 bis 45 kHz anzugeben, ist jedoch auch der batcorder trotz Kalibrierung nur bedingt geeignet für eine Reichweiteabschätzung, da dieser für eine Frequenz von 40 kHz kalibriert wird. Untersuchungen der Empfindlichkeit der Geräte liegen sonst nicht vor. Die Uni Bristol führt jedoch aktuell jedoch ein Forschungsprojekt hierzu durch.

Es ist generell davon auszugehen, dass aktuell verfügbare Mikrofone eine Zwerg-

fledermaus nicht weit über 30 Meter hinaus erfassen können. Ein Abendsegler kann, in günstigen Umständen, auch 100 Meter weit aufgezeichnet werden. Darüber hinaus erlaubt die Schallphysik eigentlich keine Aufzeichnung der Laute. Grund hierfür ist, dass die Sensitivität vorhandener Mikrofone nur bis zu einer gewissen Grenze realisierbar ist. Diese liegt abhängig vom Mikrofontyp bei ca. 25 bis 30 dB Signalstärke. Ob dann jedoch die Rufe noch wirklich auswertbar sind, ist fraglich. Es gibt also eine gewisse Lautstärkeschwelle, unter der keine sinnvollen Laute mehr aufgezeichnet werden können.

### **Wie ist der Empfangswinkel meines Mikrofons?**

Die sogenannte Richtcharakteristik des Mikrofons hängt vom Mikrofon-Typ, vom Baustil und von der Frequenz ab. Auch hier ist es nicht leicht, die entsprechenden Antworten zu erhalten. Sinnvolle Messungen im Bereich von 20 bis 45 kHz können nur im Echo-armen Raum mit entsprechender Ausrüstung durchgeführt werden. Aktuelle Geräte weisen Richtcharakteristiken mit Empfangswinkeln von nur 30° bis zu 360° (bei maximaler Abschwächung von 9 dB im Vergleich zu frontaler Beschallung) auf. Beim Einbau in oder an der Gondel wird dieser jedoch nie über maximal 180° gehen können, da die Gondel Schall abhält und so keine Rufe von „hinter“ der Gondel aufgezeichnet werden können.

Große Mikrofone haben in der Regel eine starke Richtcharakteristik für höhere Frequenzen, so dass unter Umständen Schall bereits bei 30° Einfallswinkel stark abgeschwächt wird (-20 dB = ein Zehntel im Vergleich zu frontaler Beschallung!).

## **Aber wie weit "höre" ich nun die Fledermäuse?**

Hintergrund dieser Frage ist neben der Möglichkeit des Vergleichs verschiedener Untersuchungen auch das Problem der Hochrechnung der erhaltenen Daten auf die Rotorlänge und damit auf den Luftraum, der sich als potenziell tödlich für Fledermäuse erweisen kann. Die Frage der Reichweite ist eine Frage, die niemals genau beantwortet werden kann. Es kann ein Erfassungsbereich angegeben werden, wie im Folgenden gezeigt wird, dieser ist jedoch sehr ungenau. Neben der Mikrofoncharakteristik und Verstärkung/Kalibrierung des Geräts, gibt es weitere Einflüsse auf die Lautstärke von Fledermausrufen.

### **Schallausbreitung und Folgen für den Schalldruckpegel**

Breitet sich Schall aus, erniedrigt sich der Schalldruckpegel (was wir auch als "Lautstärke" bezeichnen) mit zunehmender Entfernung. Eine erste, einfache Annäherung ist die Halbierungsregel. Diese sagt aus, dass sich der Schalldruckpegel bei einer Verdoppelung der Entfernung um 6 dB erniedrigt. Dies entspricht einer Halbierung des Schalldruckpegels. Jedoch ist dies nicht der einzige Parameter, der einen

Einfluss auf die Reichweite von Fledermausrufen hat. Eine noch viel größere Rolle für die Ausbreitung von Ultraschall hat die atmosphärische Abschwächung. Es handelt sich um die Abschwächung des Schalldruckpegels während der Schallausbreitung auf Grund von "Reibungsverlusten" mit der Atmosphäre. Luftfeuchte und Temperatur spielen, neben der Zusammensetzung der Luft (die als konstant auf der Erde angenommen werden kann), die wichtigste Rolle. Die atmosphärische Abschwächung ist positiv korreliert mit der Frequenz (bei Nebel hört man tiefe Töne weiter, hohe Töne fehlen). Die Auswirkung auf die Erfassungsreichweite von Fledermäusen wurde u.a. in der Dissertation von Volker Runkel am Beispiel potenzieller Erfassungsvolumen mit dem batcorder gezeigt.

### **Wie laut rufen Fledermäuse**

Neben diesen physikalischen Einflüssen auf die Schallausbreitung, gibt es einen weiteren Einfluss auf die Erfassungsreichweite: die Lautstärke des Fledermausrufs.

Wir wissen aus umfangreichen Untersuchungen (v.a. Dissertation von Holderied), dass Fledermäuse wohl in der Lage sind, ihre Rufe verschieden laut auszustossen. Die genutzten Schalldruckpegel können sich dabei um den Faktor 10 unterscheiden. D.h. ein Unterschied zwischen leisen und lauten Rufen von 20 dB kann gemessen werden. Jedoch wissen wir nicht, wie laut die Fledermäuse in verschiedenen Situationen wirklich rufen.

Es zeigt sich eine positive Korrelation der „Offenheit“ des Luftraums und des genutzten Schalldrucks (erhöhte Ortungs-Reichweite). Für eine in Gondelhöhe fliegende Fledermaus kann man annehmen, dass diese Rufe maximaler Lautstärke nutzt, da sie sich im freien Luftraum bewegt. Damit sollten für Abschätzungen der Reichweite die maximalen Ruflautstärken herangezogen werden (nächster Abschnitt). Nun zeigen jedoch die Echtzeitaufnahmen mit an Gondeln installierten batcordern, dass Arten mit deutlicher Unterscheidung von Fern- und Nahortungslauten (insbesondere Gattung *Nyctalus*), häufig ausschließlich Nahortungslaute nutzen. Es ist anzunehmen, dass die Tiere auf die Strukturen der Gondel und Flügel durch eine Anpassung ihrer Echoortung reagieren.

Diese Nahortungslaute sind in der Regel stärker moduliert und sehr viel kürzer als die Rufe im freien Luftraum. Auch ist anzunehmen, dass die Lautstärke - deutlich - reduziert ist. Dies wiederum bedeutet aber auch, dass unter Umständen die weiter unten gezeigten minimalen Detektionsdistanzen ebenso realistisch sind.

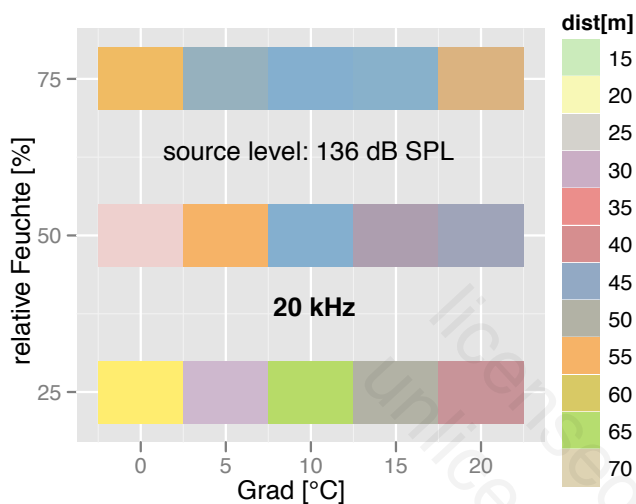
## **Potenzielle Detektionsdistanzen**

Aktuell können Detektionsdistanzen nur sinnvoll für den batcorder berechnet werden, da dieser als einziger Detektor kalibriert ist bzw. der Frequenzgang bekannt ist. Im Folgenden sind basierend auf einfachen Annäherungen der atmosphäri-

schen Abschwächung für einzelne Frequenzen die Reichweiten bei unterschiedlichen Ruflautstärken dargestellt.

Es ergeben sich Erfassungs-Reichweiten für Abendsegler von im günstigsten Falle 110 m, (136 dB Ruflautstärke, 0°C und 25% Luftfeuchte) und im schlechtesten Falle 22 m (120 dB Ruflautstärke, 0°C und 75% Luftfeuchte). Bei 40 kHz Rufen liegen die Reichweiten zwischen 42 m (126 dB Ruflautstärke, 0°C und 25% Luftfeuchte) und minimal 13 m (120 dB Ruflautstärke, 20°C und 50% Luftfeuchte).

Diese Ergebnisse lassen sich auch auf andere Geräte übertragen. Eine beliebige Verstärkung des Mikrofonsignals ist nicht möglich; Rufe, die zu leise ankommen, können dann nicht mehr im Rauschen als Signale erkannt werden. Durch eine erhöhte Verstärkung oder eine niedrigere Auslöseschwelle (beides erhöht die Reichweite, kann jedoch nicht sinnvoll gemischt werden) werden eine - deutlich - höhere Anzahl an Störungen durch Geräusche der WEA aufgezeichnet, die aufwendig, manuell geprüft werden müssen. Daher sollte die Verstärkung so gewählt werden, dass Fledermausrufe auswertbar bleiben, und dafür gegebenenfalls die Reichweite niedriger ausfällt.



Detektionsreichweite für Signale verschiedener Lautstärke. Berücksichtigt sind unterschiedliche relative Luftfeuchten (25%, 50% und 75%) bei verschiedenen Temperaturen (0 bis 20°C, 5° Schritte). Berechnet wurden Reichweiten für 20 und 40 kHz Signale für einen batcorder-threshold von -36 dB. Bei der Berechnung gingen die „geometrische Abschwächung“, sowie die atmosphärische Attenuation ein.

Die Werte sind nicht als absolut zu verstehen, da weitere Einflüsse auf die Schallausbreitung bestehen. Sie dienen lediglich zur Veranschaulichung der Reichweiteunterschiede.

