

**Projekt PROGRESS**

**FKZ 032 5300 A-D**

**Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen**

**BioConsult SH, Husum,**

Dr. G. Nehls, [g.nehls@bioconsult-sh.de](mailto:g.nehls@bioconsult-sh.de)

T. Grünkorn, [t.gruenkorn@bioconsult-sh.de](mailto:t.gruenkorn@bioconsult-sh.de)

**ARSU, Oldenburg,**

Dr. M. Reichenbach, [reichenbach@arsu.de](mailto:reichenbach@arsu.de)

Hanjo Steinborn, [info@ecodata-steinborn.de](mailto:info@ecodata-steinborn.de)

**IfAÖ, Neu Broderstorf,**

Dr. T. Coppack, [coppack@ifaoe.de](mailto:coppack@ifaoe.de)

Axel Schulz, [schulz@ifaoe.de](mailto:schulz@ifaoe.de)

**Universität Bielefeld, Lehrstuhl für Verhaltensforschung:**

Prof. Dr. O. Krüger, [oliver.krueger@uni-bielefeld.de](mailto:oliver.krueger@uni-bielefeld.de)

# Inhalt

Inhalt.....	2
I. Ziele.....	3
Gesamtziel des Vorhabens .....	3
Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen .....	5
Wissenschaftliche Arbeitsziele des Vorhabens.....	6
II. Stand der Wissenschaft und Technik, Abgrenzung zu weiteren Forschungsvorhaben und bisherige Arbeiten .....	9
III. Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans.....	10
Aufbau des Projekts, Kooperationspartner.....	10
Modul 1: Kollisionsopfersuche (mit Rastvogelkartierungen) und Verhaltens- beobachtungen (mit Erfassung der Zugvögel) .....	11
Modul 2: Modellierung der Erheblichkeit der Verluste auf Populationsebene....	15
Modul 3: Validierung des Band-Modells und planungsbezogene Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen	18
Zur Notwendigkeit der Implementierung quantitativer Kollisionsprognosen in der Planungspraxis.....	25
Laufzeit der Untersuchung, Arbeitsplanung und Umfang der Feldarbeit.....	27
VII Literatur .....	33

# I. Ziele

## **Gesamtziel des Vorhabens**

Im Bundesanzeiger vom 05. Dezember 2008 Nr. 186 Seite 4353 bis 4356 wurde die Bekanntmachung über die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbare Energien vom 20. November 2008 veröffentlicht.

Das hier beantragte Vorhaben bezieht sich auf die Fördermöglichkeit unter 2.2. Windkraft Gliederungspunkt c):

-„Ökologische Begleitforschung sowie technische Maßnahmen zur ökologischen Optimierung wie z.B. Entwicklung von Bewertungsinstrumenten und Ableitung von Erheblichkeitsschwellen für Populationen auch unter Berücksichtigung kumulativer Wirkungen“ und

-„Auswirkungen des Onshore-Windenergieausbaus auf Avifauna und Fledermäuse“.

Nach Einreichen einer Projektskizze im regulären Förderzeitraum bis zum 31. Dezember ist BioConsult SH am 23. November 2010 seitens des Projektträgers Jülich aufgefordert worden diesen Projektantrag zu stellen.

Mittlerweile ist die Bekanntmachung über die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbare Energien über den 31. Dezember 2010 hinaus bis zur Veröffentlichung einer neuen Förderbekanntmachung verlängert worden.

Kollisionen von Vögeln (und Fledermäusen) gelten als ein zentrales Konfliktfeld zwischen dem Ausbau der Windenergienutzung und dem Naturschutz. Da zahlreiche Vogelarten und alle Greifvogelarten besonderen gesetzlichen Schutz genießen sind Kollisionen ein wichtiger artenschutzrechtlicher Aspekt in den Genehmigungsverfahren. Insbesondere sollen planungsbezogene Grundlagen für die Prognose und Bewertung des durch Windenergieanlagen bewirkten Kollisionsrisikos von Vögeln entwickelt werden.

Ziel des Projekts ist es, mit einer systematischen Untersuchung in mehreren Bundesländern repräsentative Daten der Kollisionsraten von Vögeln zu erhalten und hieraus grundlegende Aussagen und Empfehlungen zur Konfliktbeurteilung und -bewältigung im Zuge der Planung von Windenergiestandorten abzuleiten.

Die Ergebnisse werden der Wissenschaft (Publikation in Fachzeitschriften und Vorträge auf Tagungen), den Planungsbüros und Windkraftbetreibern (bzw. deren Verbänden) im Rahmen von Genehmigungsverfahren zur Verfügung gestellt.

Die zentrale Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg listet derzeit 1.249 Kollisionsopfer von 119 Arten auf (Stand 11. Januar 2011). Unter den zehn häufigsten Arten sind die vier Greifvogelarten Mäusebussard, Rotmilan, Seeadler und Turmfalke vertreten. Diese Arten sind überproportional zu ihrer Häufigkeit von Kollisionen betroffen. Da Greifvögel als langlebige k-Strategen eine verhältnismäßig geringe Reproduktionsrate aufweisen, könnte die durch die Windkraft bewirkte zusätzliche Mortalität langfristig zu erhebliche Populationseinbußen führen. Deutschland trägt beispielsweise für den Arterhalt des Rotmilans eine hohe internationale Verantwortung, da das Kerngebiet des weltweiten Brutvorkommens in Deutschland liegt. Aus artenschutzrechtlicher Sicht muss dem Rotmilan bei der Bewertung terrestrischer Windenergieanlagen daher besondere Aufmerksamkeit zukommen. Darüber hinaus sind jedoch auch andere Arten von Belang, die aufgrund der Verteilung der Onshore-Windenergienutzung über die verschiedenen Naturräume Deutschlands unterschiedlich stark betroffen sein können.

Art	Anzahl
Mäusebussard	163
Rotmilan	146
Lachmöwe	66
Seeadler	57
Feldlerche	51
Ringeltaube	50
Turmfalke	42
Mauersegler	42
Silbermöwe	38
Haustaube	32

**Die Top 10 der Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg, T. Dürr briefl. Stand 11. Januar 2011.**

## **Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen**

Zu den Auswirkungen des globalen Struktur- und Klimawandels auf die belebte Umwelt zählt neben phänologischen und geografischen Verschiebungen auch die zunehmende Zersiedelung von Lebensräumen durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Zwar könnte eine großräumige Nutzung der Windenergie einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung Deutschlands leisten, doch im Falle eines erhöhten Kollisionsrisikos für Vögel und Fledermäuse stünde die Windenergienutzung im Konflikt mit den Belangen des Artenschutzes. Ein flächiger Ausbau von Windparks könnte in Kombination mit Spannungsleitungen und anderen anthropogenen Vertikalstrukturen zu einer erheblichen Zerschneidung störungsfreier Habitate führen. Um diesen Belangen Rechnung zu tragen, ist eine bundesweite, repräsentative Datenerhebung des tatsächlichen Kollisionsrisikos und eine objektive Einschätzung der Populationskonsequenzen dringend erforderlich, um die allgemeine Umweltverträglichkeit der erneuerbarer Energiegewinnung zu prüfen und letztlich zu sichern. Damit sind das hier beantragte Projekt und die daraus resultierenden Ergebnisse von erheblichem nationalem und internationalem Interesse, vor allem vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen in der Energiepolitik.

Kollisionen von Vögeln werden in einer Datenbank an der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg erfasst, es fehlen jedoch systematische Untersuchungen, die eine Berechnung von Kollisionsraten und einen Vergleich von Standorten und Anlagentypen erlauben. Die bislang vorliegenden Untersuchungen lassen somit kaum Schlüsse zu, die für eine Steuerung des weiteren Ausbaus der Windenergienutzung herangezogen werden könnten. Gleichwohl werden Kollisionen von Vögeln als Argument für Abstandsregelungen und Höhenbegrenzungen verwendet, insbesondere auch im Zuge von Repowering-Bestrebungen.

Das Vorhaben erweitert bisherige Studien zum Problemfeld Vogelkollisionen an Windenergieanlagen und ermöglicht eine abschließende Lösung der Problembewertung im Zuge des Ausbaus der Windenergienutzung in Deutschland.

## **Wissenschaftliche Arbeitsziele des Vorhabens**

Modul 1:

Ziel dieses Projektmoduls ist, mit einer systematischen Untersuchung in mehreren Bundesländern repräsentative Daten der Kollisionsraten von Vögeln zu erhalten und diese in Verhältnis zu Vogelvorkommen, Abundanz und Phänologie zu setzen.

Durch die standardisierte Suche nach Kollisionsopfern entlang zuvor festgelegter paralleler Transekte ist es möglich:

1. die Anzahl an WEA verunglückter Vögel zu schätzen,
2. jahreszeitliche Veränderungen zu verfolgen,
3. den Einfluss von turbinen- oder windparkspezifischen Parametern zu analysieren,
4. den Erfolge von Abwehr- oder Vermeidungsmaßnahmen zu bewerten und
5. die kleinräumige Kollisionsvermeidung (avoidance rate) als Einflussgröße in das Band-Modell (Band et al. 2007) einzubeziehen (Modul 2).

Kollisionsopfer an Windenergieanlagen können nur stichprobenartig erfasst werden, da eine komplette Erfassung aufgrund der großen abzusuchenden Flächen nicht möglich ist und Kollisionsopfer übersehen werden oder von Prädatoren vor dem Auffinden verschleppt werden können. Zur Ermittlung der Kollisionsraten an Windenergieanlagen müssen daher eine systematische Suche nach standardisierter Methode durchgeführt und Korrekturfaktoren experimentell ermittelt werden. BioConsult SH hat dazu im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt (heute LLUR) eine Methode entwickelt und eine Untersuchung im Westen Schleswig-Holsteins und auf Fehmarn durchgeführt (Grünkorn et al. 2005 und 2009).

Es fehlt bisher eine großräumige Anwendung dieser Methodik in Deutschland um neben regionalen Besonderheiten auch grundsätzliche übergeordnete Quantifizierung des Problems Vogelschlag zu ermöglichen. Dieses Projekt soll damit die bundesweite Bedeutung des Phänomens benennen. Eine wesentliche Erweiterung erfährt die Suche nach Kollisionsopfern unter Berücksichtigung der

nach Sicht- und Verhaltensbeobachtungen prognostizierten Anzahl von Kollisionsereignissen.

#### Modul 2:

Ziel dieses Moduls ist, die Populationskonsequenzen von Vogelkollisionen vorherzusagen und zu bewerten. Matrixmodelle erlauben es, altersspezifische Muster der Mortalität und Reproduktion zu kombinieren, um das daraus resultierende Populationswachstum zu modellieren. Die kombinierte Matrix- und Elastizitätsanalyse modelliert den Einfluss der zusätzlichen Mortalität durch Kollision mit Windenergieanlagen (Modul 1) auf das Populationswachstum, so dass die Erheblichkeitsfrage auf Populationsniveau behandelt werden kann. Die Implementierung der altersspezifischen Mortalität und Reproduktion in Matrixmodellen und Elastizitätsanalysen würde über das Programm "MATLAB" erfolgen. Entsprechende Programmcodes sind am Lehrstuhl für Verhaltensforschung der Universität Bielefeld vorhanden und können der speziellen Fragestellung angepasst werden.

#### Modul 3:

Es herrscht in der Planungspraxis eine große Unsicherheit hinsichtlich des Umgangs mit der Prognose von Kollisionsrisiken bei Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen und deren artenschutzrechtlichen Bewertung. International wird hierfür meist das sog. Band-Modell (Band et al. 2007) verwendet. Hinsichtlich der Berücksichtigung des artspezifischen Meide- und Ausweichverhaltens („avoidance rate“) bedarf das Modell jedoch einer kritischen Validierung an bestehenden Windenergieanlagen. Ziel dieses Projektmoduls ist, das Band-Modell anhand der in Modul 1 gewonnenen Daten zu überprüfen, um auf dieser Basis methodische, auf die Planungspraxis bezogene Leitlinien für folgende Bereiche zu erarbeiten:

- Datengewinnung (Erfassung von Flugbewegungen)
- Risikoprognose (Anwendung des – ggf. modifizierten – Band-Modells)
- Bewertung im Hinblick auf die artenschutzrechtlichen Anforderungen

Grundlage hierfür sollen standardisierte Beobachtungen von Flugbewegungen sein, die in Relation zu den Ergebnissen der Kollisionsopfersuche (Modul 1) gesetzt werden. Ansätze für die artenschutzrechtliche Bewertung sollen aus den populationsbiologischen Analysen der Kollisionsdaten gewonnen werden (Modul 2).

Das Projekt soll das in der öffentlichen Wahrnehmung sehr präsente Thema der Vogelkollisionen an Windkraftanlagen abschließend bewerten.

Modul 1 wird dabei erstmals bundesweit mit standardisierten Methoden Vogelkollisionen an bestehenden Windparks quantifizieren. Die aus diesem Modul gewonnenen Daten fließen unmittelbar in die Bewertung der artenschutzrechtlichen Erheblichkeit ein. Dabei soll neben der vorausgehenden Quantifizierung der Verluste insbesondere auch die Erheblichkeit dieser zusätzlichen Mortalität für einzelne Vogelarten in unterschiedlichen räumlichen Skalen (überregional, regional und lokal) beantwortet werden. Um jedoch die Erheblichkeit artspezifisch bewerten zu können, werden langfristige Populationskonsequenzen in Modul 2 unter Berücksichtigung von Demographie, Brutdichte und Reproduktionsrate prognostiziert. Unter Berücksichtigung der in Modul 3 gewonnenen Erkenntnisse zum Einfluss des artspezifischen Flug- und Meideverhaltens von Vögeln können grundlegende Aussagen und Empfehlungen zur Konfliktbeurteilung und -bewältigung im Zuge der Planung von Windenergiestandorten getroffen werden.



## **II. Stand der Wissenschaft und Technik, Abgrenzung zu weiteren Forschungsvorhaben und bisherige Arbeiten**

### **Stand der Wissenschaft und Technik**

Der Stand der Wissenschaft und Technik wird in den einzelnen Modulen separat dargestellt.

### **Abgrenzung zu weiteren Forschungsvorhaben**

Das beantragte Forschungsvorhaben grenzt sich konzeptionell und methodisch vom Verbundprojekt zum Kollisionsrisiko von Greifvögeln (FKZ 0327684/A/B) ab und beleuchtet erstmals artübergreifend und großflächig Kollisionsraten von Vögeln und die populationsbiologischen Konsequenzen einer zusätzlichen Mortalität. Ziel ist es, grundlegende Aussagen und Empfehlungen zur Konfliktbeurteilung und -bewältigung im Zuge der Planung von Windenergiestandorten zu erarbeiten. In dem Greifvogelprojekt (FKZ 0327684/A/B) wurde mithilfe der Telemetrie das individuelle – insbesondere großräumige - Verhalten und die Raum-Zeitnutzung von Greifvögeln relativ zu Windparks analysiert. In dem hier beantragten Projekt geht es um eine möglichst repräsentative Abschätzung der tatsächlichen Mortalität von Vögeln durch Kollision mit WEA. Im Gegensatz dazu war das Projekt zu artbezogenen Erheblichkeitsschwellen (FKZ 0329948) nicht empirisch und konnte auf der Basis von Zugbeobachtungen und Ringfunddaten lediglich indirekte, hypothetische Aussagen zur Kollisionsrate von Zugvögeln in Bezug zu Offshore-Windparks treffen. Durch die nun gewählte Herangehensweise wird erstmals im großen Stil die Sterblichkeit von Vögeln an WEA empirisch ermittelt. Das Vorhaben basiert auf einer bereits etablierten Standardmethode zur Erfassung von Vogelkadavern im Umfeld von WEA.

### **Bisherige Arbeiten der Antragsteller**

Wir verweisen hier auf die Firmenprofile im Anhang mit umfangreichen Untersuchungen und Publikationen mit Bezug zum Thema Konfliktfolgenabschätzung beim Ausbau der Windenergie.

## **III. Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans**

### **Aufbau des Projekts, Kooperationspartner**

Das Projekt soll als Verbundprojekt von den vier Institutionen BioConsult SH, ARSU, IfAÖ und der Universität Bielefeld (Animal behaviour) bearbeitet werden, die langjährige Erfahrung in der mit der Beurteilung der ökologischen Auswirkungen von Windkraftanlagen und die Modellierungskompetenz gebündelt wird. Dazu sollen Feldstudien in den fünf Bundesländern Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen durchgeführt werden. In diesen Bundesländern befindet sich der größte Teil der in Deutschland installierten Windenergieanlagen. Die Institutionen stellen insgesamt vier aufeinander abgestimmte Anträge an das BMU. Diese Projektbeschreibung gilt für alle Teilanträge. Referenzlisten der beteiligten Institute finden sich in den Anhängen. Die Projektleitung soll bei BioConsult SH, Dr. Georg Nehls in Husum liegen. Die Federführung der einzelnen Module ist im Gliederungspunkt „V. Arbeitsteilung/Zusammenarbeit mit Dritten“ dargelegt

Die Untersuchung ist in die folgenden drei Module gegliedert:

1. Kollisionsopfersuche (mit Rastvogelkartierungen) und Verhaltensbeobachtungen (mit Erfassung der Zugvögel)
2. Modellierung der Erheblichkeit der Verluste auf Populationsebene
3. Validierung des Band-Modelles für planungsbezogene Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen

## **Modul 1: Kollisionsopfersuche (mit Rastvogelkartierungen) und Verhaltensbeobachtungen (mit Erfassung der Zugvögel)**

### **Ziele**

In dem hier beantragten Projekt soll eine systematische Untersuchung von Kollisionsopfern in Windparks an unterschiedlichen Standorten erfolgen. Die Untersuchungsstandorte sollen möglichst repräsentativ die wesentlichen Naturräume und den Ausbaustand der Windenergienutzung abdecken. In den einzelnen Bundesländern soll die Auswahl der Windparks darüber hinaus auch die Häufigkeit der bisherigen Greifvogelkollisionen (Mäusebussard, Rotmilan, Seeadler und Turmfalke) berücksichtigen.

Das Projekt wird damit wesentliche neue Erkenntnisse über Kollisionsraten von Vögeln erbringen, die für die weitere Planung der Windenergienutzung von hoher Bedeutung sind.

Ziel dieses Projektmoduls ist, mit einer systematischen Untersuchung in mehreren Bundesländern repräsentative Daten der Kollisionsraten von Vögeln zu erhalten und diese in Verhältnis zu Vogelvorkommen, Abundanz und Phänologie zu setzen.

Durch die standardisierte Suche nach Kollisionsopfern entlang zuvor festgelegter paralleler Transekte ist es möglich:

1. die Anzahl an WEA verunglückter Vögel zu schätzen,
2. jahreszeitliche Veränderungen zu verfolgen,
3. den Einfluss von turbinen- oder windparkspezifischen Parametern zu analysieren. Dies sind zum einen die technischen Daten der WEA (insbesondere Höhe, überstrichene Rotorfläche, Beleuchtung) und die Habitatausstattung (insbesondere Landnutzung, Abstand zu Wald oder Gewässer, Beschaffenheit des Mastfußes).
4. den Erfolg von späteren Abwehr- oder Vermeidungsmaßnahmen künftig bewerten zu können und
5. die Genauigkeit der vorhergesagten Kollisionshäufigkeit unter Berücksichtigung der ermittelten Werte der kleinräumigen Kollisionsvermeidung (avoidance rate) zu bewerten

### **Stand der Wissenschaft und Technik/Methodik**

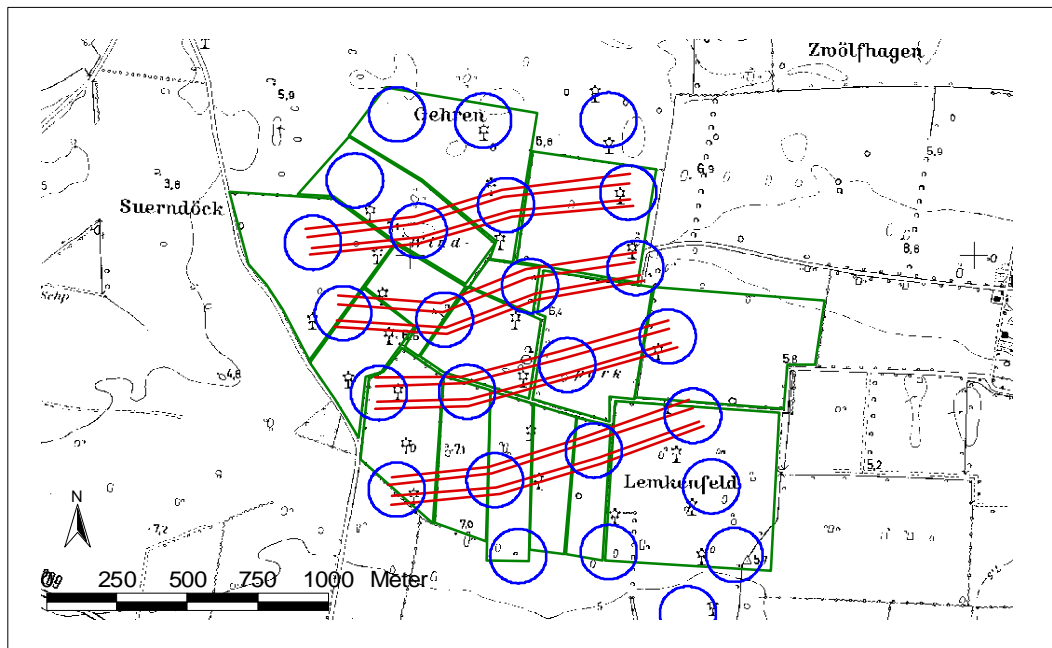
Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein hat BioConsult SH 2004 eine Methode zur standardisierten Erfassung von Kollisionsoptionen an Windenergieanlagen im Westen von Schleswig-Holstein entwickelt (Grünkorn et al. 2005, 2009).

Die Methode sieht die systematische Suche entlang von zuvor festgelegten Transekten vor. Die Methode wurde 2009 in vier Windparks auf der Insel Fehmarn eingesetzt (BioConsult SH & ARSU 2010) und hat sich als sehr gut geeignet und praktikabel erwiesen.

Eine Weiterentwicklung der Methode ist derzeit nicht vorgesehen. Das Auffinden von Vogelkadavern im oft heterogenen Gelände kann derzeit nur durch das menschliche Auge erfolgen. Es gibt derzeit keine Technik, die mit einer ähnlichen Gründlichkeit Vogelkadaver aufspüren würde. Der Einsatz von speziell abgerichteten Spürhunden wäre vorstellbar, doch flächendeckend nur schwer realisierbar und mit erheblichen Mehrkosten verbunden. Eine standardisierte Methodik kann unseres Erachtens hiermit nicht erreicht werden.

Die einzelnen Windparks, in denen die Feldarbeit der Kollisionsoptionsuche (mit Experimenten für die Bestimmung von Korrekturfaktoren) und die Verhaltensbeobachtungen durchgeführt werden, sollen im Rahmen des Projektes mit dem geplanten Beginn im Sommer 2011 ausgewählt werden. In einem ersten Schritt wird ein Kriterienkatalog erstellt, nach dem die Auswahl der zu untersuchenden Windparks erfolgen soll. Dabei geht es darum zum einen die naturräumliche Ausstattung (Küste/Binnenland, Marsch-Hügelland), den Ausbaustand der Windenergienutzung und die Verbreitung relevanter Vogelarten zu berücksichtigen. Nach Erstellung des Kriterienkatalogs wird die großräumige Verteilung der auszuwählenden Windparks festgelegt. Die kleinräumige Festlegung auf einzelne Windparks und Turbinenstandorte erfolgt dann vor Ort unter lokalen Gesichtspunkten, wie der Begehrbarkeit des Geländes und der Flächennutzung und -struktur.

Die standardisierte Suche von Kollisionsoptionen soll entlang zuvor festgelegter paralleler Transekte erfolgen, wobei die Strecken mit einem GPS-Logger aufgezeichnet werden. In einer Wegpunktliste wird der Grad der Vegetationsbedeckung in Klassen protokolliert. In der späteren Auswertung kann dann mit Hilfe einer GIS-Software der genaue Streckenaufwand einzelnen Vegetationsklassen zugeordnet werden.



**Beispiel für ein Transektdesign für die Suche nach Kollisionsoptionen (blauer Kreis = „Suchkreis“ mit der Anlagenhöhe als Radius um eine WEA, rote Linien = Transekte mit Suchaufwand, z. B. zwei Transekte auf jeder Seite einer WEA bei einer Anlagenhöhe von 100 m.**

Mangels höherer Fundzahlen wurde bisher der Flächenbezug durch feste Streifenbreiten je Größenklasse der Vogelarten hergestellt. Im Rahmen dieses Projektes werden erwartungsgemäß mehr tote Vögel gefunden werden, so dass auch spezifische Streifenbreiten (effective strip width) je nach Auffälligkeit (Größe, Färbung) einer Vogelart berechnet werden können (Methodik: line transect distance sampling, Software DISTANCE nach Thomas et al. 1998).

Die eigentlichen Funde sind lediglich ein Mindestwert der insgesamt verunglückten Vögel. Unter Berücksichtigung des Kontrollintervalles und der experimentell

ermittelten Korrekturfaktoren Auffindrate (oder Sucheffizienz) und Verweildauer (oder Abtragraterate durch Prädatoren) ist eine Schätzung der Anzahl tatsächlich kollidierter Vögel möglich. Die Validierung der experimentell ermittelten Korrekturfaktoren „Auffindrate“ und „Verweildauer“ erfolgt über statistische Resampling-Methoden und Kreuzvalidierung.

Die Todesursache der gefundenen Vögel kann nicht immer eindeutig angegeben werden. Bei weniger offensichtlichen Kollisionsopfern gilt insbesondere die Entfernung zur WEA als Kriterium für die Wahrscheinlichkeit einer Kollision. Wir definieren alle Funde innerhalb eines Suchkreises – mit dem Radius der Anlagenhöhe – als Kollisionsopfer. Da andere Todesursachen (z. B. Rupfungen oder Riss) ohne einen räumlichen und ursächlichen Bezug zu WEA auftreten, können die Funde der Suchstrecke zwischen zwei Suchkreisen als Referenzwert herangezogen werden. Dabei werden die Funde zwischen den Suchkreisen auf die Länge des jeweiligen Streckenabschnitts bezogen, um ein standardisiertes Maß für die Anzahl von weiteren Todesursachen von Vögeln (ohne WEA-Kollisionen) zu erzielen.

Im Untersuchungszeitraum werden Daten über die tatsächlichen Flugbewegungen von Rastvögeln (bei Ortswechseln) und Zugvögeln erhoben. Bei der Suche nach Kollisionsopfern wird die Anzahl der jeweils angetroffenen Rastvogelarten notiert, um eine Beziehung zwischen dem jeweiligen Rastvogelaufkommen (Artenspektrum und Anzahlen) und den festgestellten Kollisionsraten herstellen zu können. Der Bezug zur Intensität der Flugbewegungen (eigentlicher Vogelzüge und Flugbewegungen stationärer Vögel) soll parallel zu den Verhaltensbeobachtungen durchgeführt werden.

Alle Untersuchungen werden strikt nach einem festen Protokoll durchgeführt, so dass alle Daten miteinander vergleichbar sind. Die Bedeutung einzelner Parameter (z. B. Standort- und WEA-Eigenschaften) wird mit Hilfe der Software „R“ (GAM/GLM) identifiziert.

Es findet ein fachlicher Austausch mit dem BMU-Fledermausprojekt (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Herr Dr. Oliver Behr) statt. Es wird u. a. ein kompatibles Fundprotokoll sichergestellt.

Das Modul 1 gliedert sich in folgende Arbeitspakete:

### 1. Datenerhebung: Suche nach Kollisionsopfern

Die Dauer und Abfolge der Untersuchungsmodule im Feld ergibt sich aus der Abbildung, wobei 3x 1 Stunde ein Beobachtungsblock (Verhaltensbeobachtungen = vantage point watch) und 2x 2 Stunden die eigentliche Suche nach Kollisionsopfern durchgeführt wird.

Baustein	Tagesverlauf [Arbeitsstunden]						
	1	2	3	4	5	6	7
Transektsuche		x	x		x	x	
Verhaltensbeobachtungen	x			x			x

**Dauer und Abfolge der einzelnen Untersuchungsbausteine in einem Windpark an einem Untersuchungstag. Eine weitere Stunde wird für die Vorbereitung und die Ortswechsel benötigt und zwei Fahrtstunden werden pro Feldtag angesetzt. Daraus ergibt sich der Arbeitstag mit 10 Stunden, welcher der Personalkostenkalkulation zugrunde liegt.**

### 2. Datenerhebung: Experimentelle Bestimmung der Korrekturfaktoren

In jeder Feldsaison (Frühjahr und Herbstsaison) werden Experimente zur Bestimmung der Korrekturfaktoren „Auffindrate“ und „Verweildauer“ durchgeführt.

### 3. Datenauswertung: Berechnung der Kollisionsraten (korrigierte Anzahl der Funde)

Nach jeder Feldsaison werden die umfangreichen Daten der Wegstreckenaufzeichnung (Suchstrecken) und Wegpunktlisten ausgewertet. Dabei erfolgt eine Verschneidung der Suchstrecken mit den angetroffenen Deckungsgraden der Vegetation, um insbesondere die Auffindwahrscheinlichkeit von Vogelkörpern bewerten zu können.

## **Modul 2: Modellierung der Erheblichkeit der Verluste auf Populationsebene**

In diesem Modul werden die folgenden konkreten Arbeitsergebnisse (outcomes) erarbeitet:

1) Schätzung der zusätzlichen jährlichen Mortalität durch WEA,

- 2) Schätzung der Wachstumsrate der Population mit und ohne zusätzlicher Mortalität durch WEA,
- 3) Schätzung der Wachstumsrate der Population mit und ohne zusätzlicher Mortalität durch WEA mit Einbeziehung von umweltbedingter Stochastizität und
- 4) Konsequenzen für die Populationsgröße über einen Zeitraum von 10, 25 und 50 Jahren.

Bisher wurden weltweit erst sehr wenige Studien zum Einfluss der zusätzlichen Mortalität durch WEA auf Vogelpopulationen durchgeführt. Dabei wurde in der Regel angenommen, dass insbesondere bei häufigen Arten zusätzliche Verluste durch WEA keine bedeutende Rolle spielen. Bei den verhältnismäßig selteneren Greifvogelarten (die zudem geringere Reproduktionsraten haben) soll im Rahmen dieses Projektes die Erheblichkeit auf dem Niveau der Population (lokal bis großräumig) untersucht werden.

Die grundlegenden populationsökologischen Parameter (Siedlungsdichte, Populationsgröße, Bruterfolg) der drei betroffenen Greifvogelarten sind hinreichend gut bekannt, wohingegen die Parameter Altersverteilung und Rekrutierung meist modelliert werden müssen. Die betrachtete geographische Populationsebene ist die Population für Schleswig-Holstein, bzw. die für ganz Deutschland beim Seeadler und eine regionale Population für die übrigen Arten. Bei Greifvögeln liegen meist recht gute Daten vor, allerdings ist die Modellierung der Mortalitätsrate meist mit sehr großen Annahmen verknüpft; hier herrscht der größte Modellierungsbedarf.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich die Methodik der Analyse von Populationstrends entscheidend weiterentwickelt. Matrixmodelle erlauben es, altersspezifische Muster der Mortalität und Reproduktion zu kombinieren, um ein daraus resultierendes Populationswachstum zu modellieren. Über eine sogenannte Elastizitätsanalyse kann der Beitrag eines einzelnen Elementes des Lebenslaufes einer Population zum Populationswachstum geschätzt werden, so dass sich quantitative Aussagen zur Veränderung der Wachstumsrate einer Population in Abhängigkeit von geänderter Reproduktion oder Mortalität treffen lassen. Eine kombinierte Matrix- und Elastizitätsanalyse modelliert also den Einfluss der zusätzlichen Mortalität durch Kollision mit Windkraftanlagen auf das



Populationswachstum. Die Frage nach der Erheblichkeit kann somit auf Populationsniveau behandelt werden.

Matrixmodelle und Elastizitätsanalysen werden heute vielfach in der Grundlagenforschung und im angewandten Naturschutz eingesetzt (Coulson et al. 2001; Morris & Doak 2002; Evans et al. 2009; Krüger et al. 2010). Sie ermöglichen eine sehr viel objektivere Bewertung von populationsbeeinflussenden Faktoren.

Um von einer Reihe von Totfunden zu einer Schätzung von altersspezifischer Mortalität zu gelangen, ist es notwendig, die Mortalität in einem probabilistischen Rahmen zu schätzen. Dazu gibt es geeignete Computerprogramme, hier wäre vor allem das Programm "MARK" zu nennen. Mit Hilfe von MARK können aufgrund der Verteilung von Totfunden Parameter wie Auffindewahrscheinlichkeit und Abhängigkeit von saisonalen Faktoren geschätzt werden, um letztendlich zu einem altersspezifischen Schätzwert der Mortalität zu kommen. Das Programm MARK ist zum Standard für die Schätzung und Analyse von Mortalitätsraten geworden und wird international nahezu ausschließlich eingesetzt (Amstrup et al. 2005). Der mit diesem Schätzwert verbundene Schätzfehler kann dann genutzt werden, Populationsmodelle mit demographischer und umweltbedingter Stochastizität zu entwickeln, die häufig den Verhältnissen in der Natur besser entsprechen.

Die Implementierung der altersspezifischen Mortalität und Reproduktion in Matrixmodellen und Elastizitätsanalysen würde über das Programm "MATLAB" erfolgen. Die am Lehrstuhl für Verhaltensforschung entwickelten MATLAB-codes erlauben die Projektion von Populationen mittels Matrix-modellen und die Berechnung von Elastizität und Wachstumsraten. Sie müssen mit extrem geringem Aufwand an den konkreten Fall und die Art angepasst werden. Der große Vorteil ist aber, dass alle Codes für die geplanten Analysen bereits existieren und nicht erst geschrieben werden müssen.

Diese Populationsmodelle sollen für ausgewählte Arten (insbesondere Mäusebussard, Seeadler und Rotmilan) bewerten, ob die prognostizierten bzw. festgestellten Individuenverluste populationswirksam sind. Darüber hinaus soll geprüft werden, ob sich hieraus artspezifische Schwellenwerte ableiten lassen, die

als Bewertungsmaßstab für die artenschutzrechtlichen Anforderungen dienen können.

### **Modul 3: Validierung des Band-Modells und planungsbezogene Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen**

#### **Ziele**

Ziel dieses Projektmoduls soll ein methodischer Leitfaden für die Planungspraxis sein, der sich auf drei Teilbereiche bezieht:

- Datengewinnung (Erfassung von Flugbewegungen relevanter Arten)
- Risikoprognose (Validierung und Anwendung des – ggf. modifizierten – Band-Modells)
- Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf die artenschutzrechtlichen Anforderungen

Grundlage für dieses Modul ist das in § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG formulierte Tötungsverbot. Dieses erfordert in jedem Planungsfall eine Beurteilung bezüglich des zu erwartenden Kollisionsrisikos mit den Windenergieanlagen hinsichtlich der Frage, ob das Risiko so hoch ist, dass der artenschutzrechtliche Verbotstatbestand der Tötung ausgelöst wird. Hierfür fehlen bislang methodische Empfehlungen und Standardisierungen. Gemäß einem Urteil des VG Minden (Az. 11 K 53/09) ist bei der maßgeblichen Frage, ob ein Vorhaben zu einem signifikant erhöhten Tötungsrisiko führt, auf die Ergebnisse der den konkreten Standort betreffenden naturschutzfachlichen Erhebungen einerseits und das allgemeine Gefährdungspotenzial solcher Anlagen mit Blick auf die spezifischen Arten andererseits abzustellen. Weitere Konkretisierungen bezüglich der methodischen Herangehensweise für letztlich auch gerichtsfeste Beurteilungen lassen sich aus der Rechtsprechung jedoch nicht ableiten.

Modul 3 des beantragten Projektes soll vor diesem Hintergrund daher im Wesentlichen folgende Fragen beantworten:

- Wie lassen sich die erforderlichen Erfassungen der Raumnutzung der jeweils zu betrachteten Arten standardisieren bzw. hinsichtlich des Aufwands minimieren?
- Wie lassen sich die erforderlichen Eingangsgrößen für die Kollisionsprognose eichen bzw. artspezifisch bestimmen (neben Parametern wie Fluggeschwindigkeit sowie Richtung zum Wind und zur Rotorebene insbesondere die sog. avoidance rate, deren Größe einen wesentlichen Einfluss auf das Rechenergebnis hat)?
- Bestehen hinsichtlich der methodischen Grundlagen des sog. Band-Modells Anpassungsnotwendigkeiten im Hinblick auf die artenschutzrechtliche Fragestellung nach dem Ausmaß des Kollisionsrisikos?
- Wie lassen sich Bewertungsmaßstäbe hinsichtlich der Ergebnisse des Modells definieren, d.h. ab wie viel prognostizierten Kollisionsverlusten wird das artenschutzrechtliche Tötungsverbot ausgelöst?

Ergebnis des Moduls sollen somit methodische und inhaltliche Handreichungen für die Planungspraxis sein, die den Umgang mit der speziellen Artenschutzprüfung hinsichtlich des Tötungsverbotes bei der Planung von Windenergiestandorten erleichtern sollen.

## **Stand der Wissenschaft und Technik**

### **Band-Modell**

International wird der quantitativen Prognose von Kollisionsrisiken bereits eine wesentlich größere Aufmerksamkeit gewidmet als in Deutschland. Hierfür wurde das sog. Band-Modell entwickelt, das bei einer durch Beobachtung ermittelten Anzahl von Durchflügen durch das geplante Rotorvolumen die zu erwartenden Verluste pro Jahr berechnet (z. B. Percival 2007, Urquhart 2010). Dass derartigen Berechnungen von Kollisionsprognosen international nach wie vor eine große Bedeutung beigemessen wird, zeigt auch das Programm der Tagung „Wind energy and wildlife impacts“ im Mai 2011 in Trondheim, Norwegen, (<http://www.cww2011.nina.no/Programme.aspx>).

In Deutschland wird dieses Modell bislang nur in wenigen Forschungszusammenhängen verwendet:

([http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgr\\_eifwebsite/modellrechnungen\\_band\\_fl\\_che\\_rasran.pdf](http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgr_eifwebsite/modellrechnungen_band_fl_che_rasran.pdf)),

nicht jedoch in der Planungspraxis.

Fachlich stellt dieses Modell jedoch bislang die einzige Möglichkeit dar, Kollisionsrisiken bei der Planung von Windenergieanlagen zu prognostizieren.

Drei Schritte sind für die Berechnung des Kollisionsrisikos nach dem Band-Modell notwendig:

Schritt 1: Hochrechnung der Anzahl der Rotordurchflüge pro Jahr (ohne Ausweichbewegungen)

Schritt 2: Berechnung der Wahrscheinlichkeit des Vogelschlages für die Rotordurchflüge

Schritt 3: Korrektur durch Ausweichverhalten der Vögel

Die Anzahl der Rotordurchflüge pro Jahr (Schritt 1) wird aus der beobachteten Aufenthaltsdauer der Arten in Rotorhöhe, dem Verhältnis aus überstrichener Rotorfläche und des beobachteten Untersuchungsraumes, dem Rotorvolumen sowie dem Verhältnis aus Beobachtungszeit und theoretischer Aktivitätsphase der Arten zur Brutzeit abgeleitet. Für die Berechnungen der Wahrscheinlichkeit, dass ein Vogel mit den Rotorblättern kollidiert (Schritt 2), ist neben den Abmessungen der untersuchten Vogelart auch die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit notwendig. Da das Kollisionsmodell die Annahme voraussetzt, dass der Vogel nicht ausweicht, muss das Ergebnis um einen entsprechenden Faktor korrigiert werden (Schritt 3).

Folgende empirische Parameter fließen in das Modell ein: (a) die Aufenthaltsdauer, (b) der frequentierte Flächenanteil, (c) die Flugzeit in Rotorhöhe, (d) die Fluggeschwindigkeit, (e) die Körpergröße der jeweiligen Vogelart, sowie (f) die technischen Kenngrößen der vorgesehenen Windräder (siehe oben). Die Bestimmung der kleinräumigen Kollisionsvermeidung ist das wesentliche Werkzeug zur Abschätzung der artspezifischen Kollisionsrate (Band et al. 2007, Urquardt 2010).

Die kleinräumige Kollisionsvermeidung ist die Anzahl der Rotordurchflüge minus der errechneten Anzahl von Kollisionsopfern unter Berücksichtigung der Korrekturfaktoren Auffindrate und Verweildauer.

Die kleinräumige Kollisionsvermeidung (avoidance rate) durch Ausweichen vor einem Rotorflügel soll hier von der großräumigen Kollisionsvermeidung (displacement) durch Ausweichen vor einer WEA oder des Windparks abgegrenzt werden.

Es gibt bislang noch wenige Erkenntnisse über das Ausweichverhalten verschiedener Vogelarten bei Annäherung an eine WEA. Dieser Faktor – die sog. avoidance rate hat jedoch einen großen Einfluss auf das Prognose-Ergebnis des Modells und wird daher international bereits intensiv diskutiert (Urquhart 2010). In Deutschland existieren bislang keine Ansätze zur Festlegung und Validierung dieser Einflussgröße für die hier relevanten Arten, was den Einsatz des Modells für die Planungspraxis bisher entsprechend behindert.

Dem Modell liegen jedoch einige weitere Unsicherheiten und Ungenauigkeiten zu Grunde, die eine kritische Prüfung hinsichtlich der Aussagekraft und Übertragbarkeit auf Arten und spezifische Bedingungen von Windparks in unterschiedlichen Landschaftsstrukturen erfordern. Vereinfachende Annahmen, die Grundlage der Berechnungen sind, betreffen z.B. die Fluggeschwindigkeit der Vögel, die Richtung zum Wind (mit oder entgegen) und zur Rotorebene (senkrecht), in der sie die Rotorebene passieren, sowie die Verteilung der Drehgeschwindigkeiten der Rotoren im Untersuchungszeitraum und darüber hinaus. Ungenaue Beobachtungswerte bei der Ermittlung der Flugaktivität können u.a. durch Schwierigkeiten der Schätzung von Flughöhe, Richtung und Entfernung, besonders mit zunehmender Entfernung zum Beobachter, entstehen (vgl. NINA 2010).

Urquhart (2010) betont, dass die bisherigen Daten zu Kollisionen und Flugaktivität aus bestehenden Windparks sehr begrenzt sind und wahrscheinlich stark von den örtlichen Begebenheiten wie Topographie, Witterung und Habitatqualität abhängen. Aus diesen Gründen sind die entsprechenden Ergebnisse nur schwer übertragbar und es sollte in der Konsequenz stets ein ausreichender Vorsorgeansatz gewählt werden. Dies zeigt, dass derartige Untersuchungen art-

und situationsspezifisch durchgeführt werden müssen. Beide erwähnte Autoren leiten ihre Daten kaum aus empirischen Untersuchungen ab.

Die Daten, die bisher in das Band-Modell eingeflossen sind, stammen in der Regel aus Voruntersuchungen ohne WEA, was auch Urquart (2010) betont. Nach der Methodenbeschreibung sollen die Zielarten in einem Erfassungsbereich bis mindestens 500 m jenseits des äußersten (geplanten) Windrads reichen. Alle Bereiche des Untersuchungsgebiets, die von einer Mindestanzahl an „vantage points“ aus beobachtet werden, sollen innerhalb von 2 km eines Beobachtungspunktes liegen. „Vantage points“ sollten außerhalb des Windparks liegen. Beobachtungseinheiten sollen nicht länger als 3 h sein und unter diversen Windbedingungen stattfinden. Hinsichtlich Flughöhe werden aufgrund der Messschwierigkeiten nur wenige Höhenklasse empfohlen: <10 m, 10-100 m, >100 m. Band et al. 2007 betonen, dass empirische Tests weitgehend fehlen.

Bei der Schätzung von Seeadlerkollisionen auf Smölä/Norwegen haben Nygård et al. (2010) das BAND-Modell aufgrund des Fehlens belastbarer Beobachtungsdaten noch immer ohne „avoidance rate“ verwendet. Daher ist die wesentliche zu schließende Wissenslücke für die Anwendung des BAND-Modells die empirische Bestimmung der artspezifischen kleinräumigen Kollisionsvermeidung (avoidance rate).

Erwartet wird eine deutliche Minderung der stochastisch berechneten Mortalität von Vögeln durch Ausweichbewegungen. Das Ausmaß des Ausweichens wird natürlich sowohl art- als auch situationsbedingt sein (siehe dazu auch Martin 2011). Die Wissenslücke realer Ausweichraten soll mit diesem Projekt geschlossen werden.

### **Verhaltensbeobachtungen**

Als Grundlage für die Anwendung des Band-Modells werden von Band et al. (2007) sogenannte vantage point watches vorgesehen, die die Raumnutzung und das Flugverhalten der Vögel vor Errichtung der Windparks erfassen sollen. Diese können jedoch noch keine Erkenntnisse darüber liefern, wie sich die Vögel nach Errichtung der Anlagen verhalten. Zur Validierung von Kollisionsprognosen bzw.

der Prognostizierbarkeit des entsprechenden Risikos unter Anwendung des Band-Modells sind daher Verhaltensbeobachtungen – in der Kombination mit der Suche nach Kollisionsoptionen – erforderlich. Vergleichbare Studien zum Verhalten von Seeadlern bzw. Zugvögeln im Bereich bestehender Windparks liegen von NINA (2010) aus Norwegen sowie von BioConsult & ARSU (2010) von der Insel Fehmarn vor. Dabei zeigte sich, dass Seeadler keine Unterschiede in der Flugaktivität zwischen Flächen innerhalb und außerhalb von Windparks zeigten. Ziehende Greifvögel auf Fehmarn zeigten ebenfalls nur geringe Ausweichbewegungen gegenüber Windenergieanlagen, was jedoch darauf zurück zu führen sein könnte, dass die Tiere ihren Flugweg bereits sehr frühzeitig, d.h. ggf. außerhalb der Beobachtungreichweite, auf die Hinderniswirkung der jeweiligen Anlagen einstellten. Ergebnisse im Rahmen des Greifvogelprojektes (FKZ 0327684/A/B) ermöglichen Aussagen zu Flughöhen von Wiesenweihen und Rotmilanen in ihrem Home-Range, weniger jedoch zum Flugverhalten in Anlagennähe.

Die Verhaltensbeobachtungen werden – insbesondere auf der Grundlage der Erfahrungen aus BioConsult & ARSU (2010) – planmäßig mit standardisiertem Protokoll aufgenommen (Art, Anzahl, Flugrichtung, Flughöhe (in definierten Klassen in Bezug zur Anlagenhöhe), Verhalten, Lokalisierung innerhalb oder außerhalb des Windparks sowie Eintrag in Karte). GIS-gestützte Auswertungen ermöglichen Aussagen zu Verhalten und Flughöhe in Relation zur Entfernung zu nächsten Windenergieanlage.

### **Arbeitspakete**

Das Modul 3 wird anhand der inhaltlichen Schwerpunkte in drei Arbeitspakete aufgeteilt:

1. Datengewinnung: Erarbeitung methodischer Empfehlungen zur Durchführung von Flugbeobachtungen artenschutzrechtlich relevanter Arten bei der Planung von Windenergie-Standorten

Ergebnis sind Handreichungen für die Planungspraxis in Form eines Leitfadens zur Durchführung von Voruntersuchungen zur Flugaktivität in Abhängigkeit von

den zu erwartenden Vogelarten. Basis hierfür sind die Ergebnisse der Module 1 und 2 sowie des nachfolgenden Arbeitspaketes 2, aus dem u.a. abgeleitet wird, welche Daten für eine quantitative Risikoprognose erhoben werden müssen.

2: Risikoprognose: Validierung des Band-Modells und Ableitung methodischer Empfehlungen für die quantitative Prognose des Kollisionsrisikos bei der Planung von Windenergie-Standorten

Ergebnis sind Handreichungen für die Planungspraxis in Form eines Leitfadens zur Erstellung von Prognosen des Kollisionsrisikos auf der Basis von gemäß Arbeitspaket 1 ermittelten Daten zur Flugaktivität. Grundlage hierfür sind die in den Modulen 1 und 2 ermittelten Zusammenhänge zwischen Kollisionshäufigkeit und Flugaktivität. Dabei gilt es, die dem Band-Modell innewohnenden Unsicherheiten zu identifizieren und entsprechende Lösungsvorschläge zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang wird ebenfalls zu prüfen sein, ob das Band-Modell den artenschutzrechtlichen Anforderungen im Hinblick auf das Tötungsverbot generell genügen kann. Bewertungsmaßstab hierfür soll u.a. die aktuelle Rechtsprechung sein.

3: Empfehlungen für die Bewertung von Ergebnissen aus Flugbeobachtungen und Risikoprognosen im Hinblick auf das artenschutzrechtliche Tötungsverbot

Auch nach Durchführung von methodisch fundierten Erhebungen und Risikoprognosen bleibt die Frage, inwieweit das prognostizierte Risiko unter das in § 44 Abs. 1 Nr. 3 formulierte Tötungsverbot fällt. Ergebnis von Arbeitspaket 3 soll daher die Entwicklung von artenschutzrechtlichen Bewertungsmaßstäben sein, an denen die Ergebnisse von Risikoprognosen gemessen werden können. Dabei wird auch anhand von Literatur und Rechtsprechung zu diskutieren sein, ob das Kollisionsrisiko allein in Bezug auf einzelne Individuen zu bewerten ist, oder ob dabei auch ein Bezug zur Populationswirksamkeit von Kollisionsverlusten hergestellt werden kann (diese Richtung vertritt das VG Minden, AZ 11 K 53/09). Hierbei sollen insbesondere die Ergebnisse aus Modul 2 verwendet werden.



## **Zur Notwendigkeit der Implementierung quantitativer Kollisionsprognosen in der Planungspraxis**

Gemäß BNatSchG ist es verboten wild lebende Tiere der besonders geschützten Arten zu verletzen oder zu töten. Für jeden geplanten Windpark ist diesbezüglich eine Beurteilung erforderlich, ob das zu erwartende Kollisionsrisiko bestimmter Vogelarten an den Windenergieanlagen so hoch ist, dass der artenschutzrechtliche Verbotstatbestand der Tötung ausgelöst wird. Die eigenen Erfahrungen aus der Gutachter- und Planungspraxis zeigen immer wieder, dass zur Erfüllung dieser Anforderung die notwendigen fachlichen Grundlagen in zweierlei Hinsicht fehlen:

1. Es gibt in Deutschland keine etablierte Methode zur quantitativen Bestimmung des Kollisionsrisikos.
2. Es liegen keine anerkannten Bewertungsmaßstäbe vor, ab welcher Höhe des Kollisionsrisikos von einer Erfüllung des Verbotstatbestandes ausgegangen werden muss.

Zu 1.:

International wird der quantitativen Prognose von Kollisionsrisiken bereits eine wesentlich größere Aufmerksamkeit gewidmet als in Deutschland. Hierfür wurde das sog. Band-Modell entwickelt, das bei einer durch Beobachtung ermittelten Anzahl von Durchflügen durch das geplante Rotorvolumen die zu erwartenden Verluste pro Jahr berechnet (z. B. Percival 2007, Urquhart 2010). Erfahrungen aus der Planungspraxis zeigen jedoch, dass bei versuchsweisen Anwendungen des Band-Modells erhebliche Vorbehalte auch seitens der beteiligten Naturschutzbehörden auftreten. Insbesondere die vereinfachenden Annahmen des Modells bezüglich Fluggeschwindigkeit der Vögel, die Richtung zum Wind (mit oder entgegen) und zur Rotorebene (senkrecht), in der sie die Rotorebene passieren, sowie die Verteilung der Drehgeschwindigkeiten der Rotoren im Untersuchungszeitraum werden kritisiert. Weiterhin wird angemerkt, dass bei den zu Grunde liegenden Beobachtungen Schwierigkeiten bei der Schätzung von Flughöhe, Richtung und Entfernung, besonders mit zunehmender Entfernung zum Beobachter, bestehen.

In gleicher Weise werden Vorbehalte gegenüber Festlegungen der sog. avoidance rate vorgebracht. Diese muss auf sehr vielen Beobachtungen in Abhängigkeit von

Windverhältnissen, Landschaft, sozialer Interaktion der Vögel und anderen Faktoren beruhen, um daraus ableiten zu können, wie eine bestimmte Vogelart auf eine Windkraftanlage reagiert. Zudem müssen Untersuchungen aus verschiedenen Räumen vorliegen, um artbezogene übertragbare Aussagen treffen zu können.

Die kritische Frage nach der Übertragbarkeit von Ergebnissen aus unterschiedlichen Naturräumen wird sehr gut veranschaulicht durch Ergebnisse zum Meidungsverhalten bestimmter Vogelarten gegenüber Windenergieanlagen. Während Studien aus Deutschland bei Brutvögeln des Offenlandes keine oder nur kleinräumige Scheuchwirkungen feststellen konnten (Hötker et al. 2004, Reichenbach et al. 2004), ermittelten Pearce-Higgins et al. (2009) in Schottland Scheuchwirkungen bis ca. 800 m Entfernung. Ursache hierfür könnten die völlig unterschiedlichen Lebensräume sein. Während in der intensiv genutzten Agrarlandschaft Deutschlands eine deutliche Vorbelastung mit Störungen durch landwirtschaftliche Arbeiten besteht, die möglicherweise zu einem gewissen Gewöhnungseffekt hinsichtlich anthropogener Einflüsse führen, handelt es sich in Schottland um naturnahe Habitate, die außer Schafbeweidung nahezu keine Einflüsse anderer Störfaktoren aufweisen. In solchen wenig vorbelasteten Habitaten können Windparks somit wesentlich größere Auswirkungen haben als in den landwirtschaftlichen Intensivgebieten. Es ist daher durchaus möglich, dass auch für die avoidance rate Unterschiede in verschiedenen Naturräumen vorhanden sind.

Dementsprechend betont auch Urquhart (2010), dass die bisherigen Daten zu Kollisionen und Flugaktivität aus bestehenden Windparks sehr begrenzt sind und wahrscheinlich stark von den örtlichen Begebenheiten wie Topographie, Witterung und Habitatqualität abhängen. Aus diesen Gründen sind die entsprechenden Ergebnisse nur schwer übertragbar und es sollte in der Konsequenz stets ein ausreichender Vorsorgeansatz gewählt werden, solange nicht entsprechende Untersuchungen zur Untermauerung der gewählten avoidance rate aus dem betreffenden Naturraum vorliegen.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen deutlich, dass für die Anwendung des Band-Modells speziell in Deutschland noch umfangreicher Forschungsbedarf

besteht. Der vorliegende Projektantrag will daher mit den geplanten Untersuchungen die wesentlichen Grundlagen für die Etablierung einer quantitativen Methode zur Bestimmung des Kollisionsrisikos in der Planungspraxis legen. Hierbei handelt es sich um eine Fragestellung, die mit dem BMU-Projekt Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge (FKZ 0327684) noch nicht bearbeitet wurde.

Zu 2.:

Die Ergebnisse möglicher Modelle zur Quantifizierung von Kollisionsrisiken sind für die Planungspraxis so lange nicht verwertbar, wie Maßstäbe zur Bewertung der entsprechenden Ergebnisse fehlen. Gemäß dem Stand der Rechtsprechung ist der Verbotstatbestand der Tötung dann erfüllt, wenn es durch ein Vorhaben zu einer „signifikanten“ Erhöhung des Tötungsrisikos kommt. Weitere Spezifizierungen hierzu liegen bislang nicht vor. Auch wenn der Verbotstatbestand individuenbezogen verstanden ist, könnte als Bewertungsmaßstab für eine „signifikante“ Erhöhung eine mögliche Populationswirksamkeit der erwarteten Individuenverluste stehen. So sieht das Verwaltungsgericht Minden den artenschutzrechtlichen Zugriffstatbestand erst erfüllt, wenn durch das Vorhaben das Tötungsrisiko für die lokale Population in signifikanter Weise erhöht wird (Urteil vom 10.03.2010, AZ 11 K 53/09).

In dem beantragten Projekt soll in Modul 2 untersucht werden, wie sich die in Modul 1 ermittelten Kollisionsverluste auf Populationsebene auswirken können. Die Ergebnisse hieraus sollen in Modul 3 dazu verwendet werden, Vorschläge für Bewertungsmaßstäbe zur artenschutzrechtlichen Beurteilung von Kollisionsrisiken zu erarbeiten und in entsprechenden Workshops mit der Fachwelt zu diskutieren.

### **Laufzeit der Untersuchung, Arbeitsplanung und Umfang der Feldarbeit**

Es wird ein dreijähriger Untersuchungszeitraum vorgeschlagen, ggfs. ist eine Überprüfung der Untersuchung nach zwei Jahren durchzuführen. Eine kürzere Untersuchungsdauer wird vor dem Hintergrund erwarteter zwischenjährlicher Variation und der erwarteten Anzahl von Kollisionsopfern als nicht ausreichend

eingestuft. Nach einer Testphase im Herbst 2011 sollen die Feldarbeiten im Modul 1 (Opfersuche, Verhaltensbeobachtungen, Rast- und Zugvogelerfassung) in je zwei Frühjahrs- und Herbstkampagnen bearbeitet werden. Der Untersuchungszeitraum im Herbst umfasst die wesentlichen Zugmonate September bis November. Der Untersuchungszeitraum im Frühjahr beinhaltet neben den eigentlichen Zugmonaten Februar bis April auch den Frühsommer, um die brutzeitlichen Flugbewegungen der Greifvögel während der Jungenversorgung einzuschließen. Der geplante Projektbeginn ist der 1. Juli 2011 und das geplante Projektende ist der 31. Juni 2014.

Der zeitliche Verlauf der einzelnen Projektphasen, sowie die Zeitpunkte erreichter Meilensteine findet sich weiter unten (Seite 32). Die Ergebnisse sollen zusammen mit dem Input weiterer nationaler und internationaler Arbeitsgruppen im Januar 2012 beim 1. Workshop das künftige Untersuchungsdesign optimieren. Die Ergebnisse und erste übergreifende Auswertungen und Schlussfolgerungen sollen dann im Januar 2014 beim 2. Workshop mit Behörden und Verbänden diskutiert werden. Im gesamten Untersuchungszeitraum soll jeder drei der vier Kooperationspartner 18 Windparks untersuchen, so dass insgesamt 54 Datensätze (Saison x Windpark) in die Endauswertung einfließen können.

**Anzahl und Abfolge der pro Kooperationspartner pro Saison untersuchten Windparks.**

	Bioconsult	ARSU	IFAÖ	Summe
Herbst 2011	3	3	3	9
Frühjahr 2012	4	4	4	12
Herbst 2012	4	4	4	12
Frühjahr 2013	4	4	4	12
Herbst 2013	3	3	3	9
				<b>54</b>

Die Bearbeitung eines Windparks ist pro Saison mit 46 Personentagen kalkuliert, wobei der Umfang einzelner Tätigkeiten im Folgenden dargestellt ist.

**Kalkulation der Personentage pro Windpark und Saison.**

Posten	Tage	Personen	Personentage
Organisation	6	1	6
Auffindrate	2	4	8
Verweildauer	2	1	2
Suche/Beobachtung	12	2	24
Auswertung	6	1	6
			<b>46</b>

Die Suche nach Kollisionsopfern erfolgt in einwöchigem Abstand. Der Abstand zwischen zwei Transekten (in der Regel zwischen zwei Zählern) beträgt 20 m. Die erfasste Breite ist von der Entdeckungswahrscheinlichkeit (detection probability) einer Art oder einer Artengruppe abhängig. Dabei werden Entfernungsmessungen im Rahmen der Experimente zur Auffindrate und der eigentlichen Kollisionsopfersuche mit Hilfe der Software DISTANCE ausgewertet und auf diese Weise die art- oder artengruppenspezifische Streifenbreite (effective strip width) berechnet werden. Je nach Auffälligkeit einer Vogelart kann bei gleichem Untersuchungsaufwand in Metern die untersuchte Fläche damit unterschiedlich groß sein.

Zur Bestimmung der Auffindrate sollen in einem Experiment auf unterschiedlichem Untergrund ausgelegte Vogelkörper gesucht werden. Es werden 25 Vogelkörper durch eine Person nach vorgegebenen Zufallsabständen rechts und links von der Transektlinie ausgelegt. Mit Hilfe von 5 Versuchswiederholungen pro Sucher (3 Personen) je Klasse der Vegetationsbedeckung wird ein gesicherter Korrekturfaktor „Auffindrate“ ermittelt.

Zur Bestimmung der Verweildauer werden je 25 markierte Vogelkörper (die des Experimentes zur Auffindrate) in einem Windpark ausgelegt, wobei bis zu zwei Vögel pro WEA bis zu einer Entfernung der Anlagenhöhe (entspricht Radius des Suchkreises der Kollisionsopfersuche) nach vorgegebenen Zufallsabständen und -richtungen dauerhaft ausgelegt werden. Diese werden am Tag 1, 3, 5, 7, 9 und 14 (6 Kontrollen) nach dem Auslegen auf Anwesenheit/ Entdeckungsmöglichkeit kontrolliert.

Jedes Team (BioConsult SH, ARSU und IFAÖ) führt pro Saison ein Experiment zur Auffindrate und ein Experiment zur Verweildauer pro Windpark durch.

Die Verhaltensbeobachtungen erfolgen ebenfalls an den Tagen der Kollisionsopfersuche (siehe Abfolge der Untersuchungsstunden eines Feldtages auf Seite 16).

Die Reichweite der Beobachtungen im Modul 2 hängen von der Größe und vom Verhalten der jeweiligen Vogelarten ab und ist art- und standortspezifisch. Singvögel werden nur bis zu wenigen Hundert Metern vom Beobachter erfasst, Greifvögel, weitere Großvögel und Schwarmvögel sind dagegen noch in größerer Entfernung (bis zu 2 km) zu erkennen. Zusätzliche Einschränkungen können durch die Topographie und das Ausmaß und der Höhe der Bewaldung auftreten. Da eine Meidungsreaktion im Anflug an einen Windpark oder an eine WEA das Kollisionsrisiko gänzlich verhindert, soll im Rahmen dieser Untersuchung insbesondere das Über- bzw. Unterfliegen des Rotorbereiches und die kleinräumige Ausweichbewegung vor den Rotoren beobachtet werden. Damit ist die je nach Anlagentyp unterschiedlich große Rotorscheibe als räumliche Bezugsgröße für die Einschätzung des Kollisionsrisikos zielführend. Für diesen Nahbereich der Beobachtung hat die Größe des Vogels einen geringeren Einfluss auf die Entdeckungswahrscheinlichkeit als in einer größeren räumlichen Skala.

Die Universität Bielefeld beantragt eine Doktorandenstelle für drei Jahre. Dieser Zeitraum gliedert sich in die folgenden Arbeitspakete:

1. Jahr: Training des Doktoranden in den Programmen MARK und MATLAB, Sichtung der Literatur, Übungen an anderen Datensätzen zur Schätzung von Mortalität und Implementierung in Matrix-Modelle. Erste Schätzung der Mortalitätsraten bei den Zielarten mit und ohne Mortalität durch WEA.
2. Jahr : Verfeinerung der Schätzwerte der Mortalitätsraten durch die im Projekt neu gewonnenen Daten, vorläufige Implementierung in Matrix-Modelle. Darstellung der ersten Ergebnisse auf projektbezogener, lokaler und nationaler Ebene.

3. Jahr: Endgültige Modellierung, Implementation von Stochastizität. Erstellung des Projektberichtes für das Modul. Erstellung des Manuskriptes und Einreichung des Manuskriptes bei einer internationalen, begutachteten Zeitschrift.

## Zeitlicher Verlauf der Untersuchungsphasen vom November 2011 bis November 2014 mit der Terminierung von Meilensteinen

Tätigkeit und Meilensteine	2011		2012												2013												2014														
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
<b>I Implementierung und Erprobung der Feldarbeiten</b>																																									
1. Meilenstein: Kriterienkatalog der Windparkauswahl liegt vor				1																																					
Windparkauswahl, Erstellung von Fund- und Versuchsprotokollen, Methodendiskussion PAG																																									
2. Meilenstein: Festlegung der Windparkstandorte ist erfolgt				2																																					
Datenerhebung der Testphase im Frühjahr 2012: Kollisionsopfersuche																																									
Datenerhebung der Testphase im Frühjahr 2012: Verhaltensbeobachtungen, avoidance rate																																									
Auswertung der Testphase																																									
3. Meilenstein: 1. Workshop mit Input nationaler und internationaler Arbeitsgruppen													3																												
Training der Programme MARK und MATLAB, Literaturrecherche, erste Schätzung Mortalität																																									
<b>II 1. Feldsaison im Herbst 2012</b>																																									
Datenerhebung im Herbst 2012: Kollisionsopfersuche und Experimente Korrekturfaktoren																																									
Datenerhebung im Herbst 2012: Verhaltensbeobachtungen, avoidance rate																																									
Auswertung der 1. Feldsaison Herbst 2012																																									
Kollisionsraten für das Jahr 2012 ermittelt (Modul 1)																																									
Verfeinerung der Schätzwerte der Mortalitätsraten, vorläufige Implementierung in Matrix-Modelle																																									
<b>III 2. Feldsaison im Frühjahr 2013</b>																																									
Datenerhebung im Frühjahr 2013: Kollisionsopfersuche und Experimente Korrekturfaktoren																																									
Datenerhebung im Frühjahr 2013: Verhaltensbeobachtungen, avoidance rate																																									
Auswertung der 2. Feldsaison Frühjahr 2013																																									
<b>IV 3. Feldsaison im Herbst 2013</b>																																									
Datenerhebung im Herbst 2013: Kollisionsopfersuche und Experimente Korrekturfaktoren																																									
Datenerhebung im Herbst 2013: Verhaltensbeobachtungen, avoidance rate																																									
Auswertung der 3. Feldsaison Herbst 2013																																									
Kollisionsraten für das Jahr 2013 ermittelt (Modul 1)																																									
<b>V 4. Feldsaison im Frühjahr 2014</b>																																									
Datenerhebung im Frühjahr 2014: Kollisionsopfersuche und Experimente Korrekturfaktoren																																									
Datenerhebung im Frühjahr 2014: Verhaltensbeobachtungen, avoidance rate																																									
Auswertung der 3. Feldsaison Frühjahr 2014																																									
<b>VI Endauswertung, Synthese, Bericht, Dissemination</b>																																									
Endauswertung, Synthese																																									
Endgültige Modellierung mit Stochastizität, Bericht und Manuskript für das Modul																																									
Populationsmodelle erstellt und anhand erster Modellrechnungen validiert (Modul 2)																																									
Artspezifische Werte für kleinräumiges Meldungsverhalten ermittelt (Modul 1/3)																																									
Artspezifische Ausweichraten („avoidance rates“) ermittelt (Modul 1/3)																																									
2. Expertenworkshop ist durchgeführt																																									
Methodischer Leitfaden für die Planungspraxis liegt vor (Modul 3)																																									



## VII Literatur

- Amstrup, S.C., McDonald, T.L. & Manly, B.F.J. (2005) Handbook of capture-recapture analysis. Princeton University Press, Princeton.
- Band, W., Madders M., & D. P. Whitfield (2007): Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: de Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M. (eds.) Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation, pp. 259-275. Quercus, Madrid.
- BIOCONSULT SH GMBH & Co.KG & ARSU GMBH (2010): Zum Einfluss von Windenergieanlagen auf den Vogelzug auf der Insel Fehmarn. Gutachterliche Stellungnahme auf Basis der Literatur und eigener Untersuchungen im Frühjahr und Herbst 2009. Im Auftrag der Fehmarn Netz GmbH & Co. OHG.
- Coulson, T., Mace, G.M., Hudson, E., Possingham, H. (2001): The use and abuse of population viability analysis. Trends Ecol Evol 16: 219-221.
- Evans, R.J., Wilson, J.D., Amar, A., Douse, A., MacLennan, A., Ratcliffe, N., Whitfield, D.P. (2009): Growth and demography of a re-introduced population of White-tailed Eagles *Haliaeetus albicilla*. Ibis 151: 244-254.
- Grünkorn, T. Diederichs, A., Stahl, B. & Poszig, D. & G. Nehls (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Untersuchungen im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz des Landes Schleswig-Holstein.
- Grünkorn, T., Diederichs, A., Diederichs, B., Poszig, D. & G. Nehls (2009): Wie viele Vögel kollidieren mit Windenergieanlagen? Natur und Landschaft 84 (7): 309-314.
- Hötter, H., K.-M. Thomsen & H. Köster (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse - Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut im NABU, gefördert vom Bundesamt für Naturschutz, Bergenhusen.
- Krüger, O., Grünkorn, T. & Struwe-Juhl, B. (2010): The return of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) to northern Germany: modelling the past to predict the future. *Biol. Conserv.* 143: 710-721.
- Martin, G. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis 153:239-254.
- Morris, W.F., Doak, D.F. (2002): Quantitative conservation biology: theory and practice of population viability analysis. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Nygård, T., Bevanger, K., Dahl, E. L., Flagsted, Ø., Follestad, A., Hoel, P. H., May, R. & Reitan, O. (2010): A study of White-tailed Eagle movements and mortality at a wind farm in Norway. *BOU Proceedings – Climate Change and Birds*. <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/ccb/nygard-et-al.pdf>
- Pearce-Higgins J. W., Leigh S., Langston R. H. W. Bainbridge. I. P. & R. Bullman (2009): The distribution of breeding birds around upland wind farms. *J. appl. Ecol.* 2009:1-9.
- Percival, S. M. (2007): Predicting the effects of wind farms on birds in the UK: The development of an objective assessment method. In: de Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M. (eds.) Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation, pp. 137--152. Quercus, Madrid.

Reichenbach, M., K. Handke & F. Sinning (2004): Der Stand des Wissens zur Empfindlichkeit von Vogelarten gegenüber Störungswirkungen von Windenergieanlagen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 7: 229-243.

Thomas, S.C., Laake, J. L., Derry J. F., Buckland, S. T. Borchers, D. L. Anderson, D. R. Burnham, K. P., Strindberg, S Hedley, S. L. Marques, F. F. C., Pollard J. H & R. M. Fewster (1998): Distance 3.5. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St Andrews, St Andrews, UK. Thomas et al 1998

Urquardt, B. (2010): Use of Avoidance Rates in the SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note. <http://www.snh.gov.uk/docs/B721137.pdf>.