

Kritik an den EU-Leitlinien „Windenergie-Entwicklung und NATURA 2000“, Herleitung vogelartspezifischer Kollisionsrisiken an Windenergieanlagen und Besprechung neuer Forschungsarbeiten

von Hubertus Illner

A Übersetzung der Kritik an den EU-Leitlinien „Windenergie-Entwicklung und NATURA 2000“¹

1 ANNEX II der EU-Leitlinien: Vogelarten, die durch Kollision an Windenergieanlagen als besonders gefährdet angesehen werden

1.1 Einleitung

Die EU-Leitlinien zur Windenergie-Entwicklung in Übereinstimmung mit der europäischen Naturschutz-Gesetzgebung (im Folgenden kurz „EU-Leitlinien“ genannt) listen im Anhang II zahlreiche Vogelarten auf, die in unterschiedlicher Weise durch Windparks gefährdet sein können. Die EU-Leitlinien resümieren auf Seite 102: „Kollisionsraten sind allgemein sehr niedrig mit der bemerkenswerten Ausnahme häufiger Kollisionsopfer unter den Greifvögeln. Als Besorgnis erregende Fälle sind zu nennen: Gänsegeier (*Gyps fulvus*), Schmutzgeier (*Neophron percnopterus*), Seeadler (*Haliaeetus albicilla*), Steinadler (*Aquila chrysaetos*), Rotmilan (*Milvus milvus*) und Turmfalke (*Falco tinnunculus*). Einzelfälle mit hohen Opferzahlen an verschiedenen Orten, z.B. in Kalifornien, Spanien und Norwegen erregten öffentliches Aufsehen, aber die Risiken sind sehr ortsspezifisch“. Eine eingehende Analyse der deutschen Liste von an Windenergieanlagen (WEA) verunglückten Vögeln soll zeigen, dass die Liste im Anhang II der EU-Leitlinien vor allem hinsichtlich des Kollisionsrisikos unvollständig ist. Meiner Kenntnis nach wurden bisher in europäischen Windparks kei-

ne langjährigen, großflächigen, systematischen und sämtliche Vogelarten umfassenden Studien an Kollisionsopfern wie in Kalifornien (SMALLWOOD 2010) durchgeführt. Eine Ausnahme stellt die Untersuchung auf dem Smøla-Archipel an der norwegischen Küste dar (BEVANGER et al. 2009b). Dies ist jedoch kein für Europa typischer Standort für einen Windpark, zumal die Zahl der dort vorkommenden Vogelarten relativ klein ist, vor allem in den schneereichen Wintern. Außerdem gibt es meines Wissens in keinem europäischen Land für irgendeine Vogelart eine repräsentative oder gar vollständige Erfassung von Kollisionsopfern unter WEA. Abgesehen von einigen Geier- und Adlerarten und dem Rotmilan (CAMIÑA 2008, CARRETE et al. 2009, DÜRR 2009, NYGÅRD et al. 2010) besteht offensichtlich ein großer Datenmangel, der wissenschaftlich seriöse Hochrechnungen von WEA-Opferzahlen für Vogelpopulationen größerer Räume oder gar ganzer Länder derzeit unmöglich macht.

Hochrechnungen unter Verwendung des so genannten Band-Kollisionsrisiko-Modells hängen sehr stark von der präzisen Ermittlung artspezifischer Ausweichraten an WEA (CHAMBERLAIN et al. 2006) oder besser ausgedrückt eines Korrekturfaktors ab, der verschiedene Fehlerquellen einschließlich der Ausweichrate umfasst (MAY et al. 2010). Die so prognostizierten Opferzahlen sind nicht verlässlich, weil die artspezifischen Ausweichraten indirekt über das Teilen der geschätzten aktuellen Mortalitätsrate an WEA durch die Zahl von durch die Rotor-ebene fliegenden Vögel einer Art anstatt über direkte Verhaltensbeobachtungen berechnet wurden. Eine wesentliche Fehlerursache dabei ist die Schätzung der Mortalitätsraten an WEA, die – wie oben geschildert – von der gleichen unzureichenden Datenbasis für fast alle europäischen Vogelarten ausgeht.

Zusammengefasst ist festzuhalten, dass die Kenntnis der artspezifischen



Abbildung 1: Ein Wespenbussard *Pernis apivorus* schreckt wenige Meter vor der sich drehenden Rotorblattspitze zurück und kann so gerade noch einen Zusammenstoß verhindern, Windpark bei Bausenhagen, Kreis Unna, NRW (29. August 2008, M. WENNER)

Kollisionsgefährdung europäischer Vogelarten an WEA mangelhaft ist. Das macht es umso wichtiger, sämtliche verfügbare Informationen zu nutzen. Jedoch ließen die EU-Leitlinien zahlreiche Studien unberücksichtigt, die im Jahr 2010 verfügbar waren, besonders aus nicht-englischsprachigen Ländern, z.B. die deutsche Liste von WEA-Opfern, die an der Staatlichen Vogelschutzwarte des Landes Brandenburg zusammengestellt wird und seit vielen Jahren im Internet frei zugänglich ist (http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbml.a.2334.de/wka_vogel.xls).

1.2 Ableitung der Kollisionsgefährdung von Vogelarten an Windenergieanlagen aus der deutschen Totfundliste

Windenergieanlagen in Deutschland
Seit 1990 wurden die allermeisten deutschen WEA auf dem Festland errichtet. Im Jahr 2010 wurde der erste deutsche Offshore-Windpark bei Borkum in Betrieb genommen. In der ersten Dekade wurden die meisten WEA im Küstenbereich (Onshore) aufgestellt, in der zweiten Dekade expandierten die Windparks zusehends ins norddeutsche Binnenland. Die aktuelle Verteilung der WEA zeigt immer noch sehr viel mehr Anlagen in Nord- als in Süddeutschland (http://windmonitor.iwes.fraunhofer.de/windwebdad/www_reisi_page_new.show_page?page_nr=20&lang=en). Die Zahl an WEA nahm von 228 im

¹ Übersetzung der englischen Fassung, die unter dem Titel <Comments on the report „Wind Energy Developments and Natura 2000“, edited by the European Commission in October 2010 (http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf)> im Internet veröffentlicht wurde (http://www.abu-naturschutz.de/images/H_Illner_15Febr2011_comments_EU-Guidance_wind_turbines_NATURA_2000.pdf)



Abbildung 2: Ein toter Wespenbussard *Pernis apivorus* unter einer WEA bei Blomberg-Großenmarpe, Kreis Lippe, NRW (24. Mai 2011, B. MÜHLENMEIER). Das Maisfeld zeigte wegen extremer Frühjahrstrockenheit ein verzögertes Wachstum und ermöglichte so diesen Zufallsfund.

Jahr 1990 auf 21.315 zum 30. Juni 2010 zu. Die durchschnittliche Nennleistung der WEA stieg von 0,16 MW im Jahr 1991 auf 2,01 MW im Jahr 2009 (http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Statistics%20Pressemitteilungen/30.06.10/Statistik_1HJ_2010.pdf). Meinem Kenntnisstand nach wurden die weitaus meisten deutschen WEA in Agrargebieten abseits von Feuchtgebieten, Wäldern und Important Bird Areas in Betrieb genommen.

Die deutsche Totfundliste von Windenergieanlagen-Opfern

Die deutsche Liste von an WEA verunglückten Vögeln wurde von TOBIAS DÜRR (LUGV, Land Brandenburg) für den Zeitraum 1989 bis zum Januar 2011 zusammengestellt. Die Liste enthält Zufallsfunde aus der Öffentlichkeit und Totfunde, die auf spezielle Suchaktivitäten zurückgehen, die z.B. beim Rotmilan einen hohen Wert (55 %) aller Funde ausmachen (DÜRR 2009). Nur Totfunde, die TOBIAS DÜRR gemeldet wurden (es besteht keine Verpflichtung dazu) oder die von ihm selbst im Freiland oder in publizierter oder unpublizierter (grauer) Literatur gefunden wurden, fanden Eingang in diese Liste. Nur ein kleiner Anteil der Totfunde stammt aus der Zeitspanne 1989 bis 2003, als das öffentliche Bewusstsein für die Kollisionsproblematik noch nicht ausgebildet war und spezielle Suchaktivitäten nach Kollisionsopfern noch äußerst selten waren, besonders vor dem Jahr 2001. Funde aufgrund von Begleituntersuchungen nach der Inbetriebnahme von Windparks ergänzten die Fundliste vor allem ab dem Jahr 2004. Nur ein sehr kleiner Anteil der wirklichen Zahl an Kollisionsopfern kann von der Öffentlichkeit per Zufall ge-

funden werden und ein nicht genau bekannter (ich nehme an ein wesentlicher) Anteil dieser Funde wird nicht einmal an die zentrale Sammelstelle in Brandenburg gemeldet. Das kann verschiedene Ursachen haben wie Unkenntnis, Bequemlichkeit oder Befürchtungen hinsichtlich behördlicher Einschränkungen des WEA-Betriebs. Außerdem wurden spezielle Suchaktivitäten nur an einem kleinen Anteil aller deutschen WEA und meist nur über kurze Untersuchungsperioden durchgeführt. Deshalb muss geschlussfolgert werden, dass nur ein sehr kleiner Anteil der tatsächlichen Kollisionsopfer unter deutschen WEA in der deutschen Totfundliste enthalten ist.

Das Ableitungsverfahren

In einem ersten Schritt wurde die Gesamtzahl der Totfunde einer Art (Nr. 1 in der Tabelle) durch die Zahl der Individuen der deutschen Brutpopulation geteilt, um so den Prozentsatz an Kollisionen grob abzuschätzen (Nr. 2 in der Tabelle). Die Zahl brütender Individuen wurde aus der Zahl der Brutvögel (Mittelwerte der Schätzspannen aus SÜDBECK et al. 2007) multipliziert mit 2 für das Jahr 2005 berechnet. Zahlreiche Vogelarten mit großen Brutpopulationen aber nur einem dokumentierten WEA-Totfund in der deutschen Liste wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, während einige Nicht-Singvogelarten (z.B. Eulen) ohne Totfund ergänzt wurden, wenn dies plausibel erschien. Insgesamt wurden so 91 Vogelarten (64 Nicht-Singvögel, 27 Singvögel) zugrunde gelegt. Einzelne Prozentwerte der so berechneten Kollisionsrate haben für sich genommen wenig Informationsgehalt, weil nur ein sehr kleiner Anteil der Totfunde bekannt ist und sie

über einen 22-jährigen Zeitraum aufsummiert wurden, während die Anzahl der Brutvögel nur aus einem Jahr (2005) stammt. Außerdem ist unklar, ob die Brutbestände im Jahr 2005 die durchschnittlichen Brutbestände im 22-jährigen Zeitraum repräsentieren. Auch erschwert die im Zeitraum 1989 bis Januar 2011 zunehmende Zahl von WEA die vergleichende Interpretation der kalkulierten prozentualen Kollisionsraten von Vogelarten.

Dagegen ergeben sich brauchbare Informationen zu einzelnen Arten, wenn die kalkulierte, prozentuale Kollisionsrate einer Vogelart mit der Kollisionsrate von Vogelarten wie Rotmilan und Seeadler verglichen wird, deren besondere Gefährdung durch Kollision mit WEA belegt ist (DÜRR 2009, MAMMEN et al. 2009, NYGÅRD et al. 2010; May et al. 2010). Wie erwartet sind Seeadler und Rotmilan die beiden Arten in der deutschen Totfundliste mit den höchsten prozentualen Kollisionsraten (Tabelle). Die weitaus meisten Arten mit hohen Kollisionsraten gehören zur Gruppe der Nicht-Singvögel, die im Durchschnitt größer und langlebiger als Arten aus der Gruppe der Singvögel sind. Neun Tag- und Nachtgreifarten und der Weißstorch zeigen die höchsten Kollisionsraten von 5,734 % (Seeadler) bis 0,144 % (Schwarzmilan), während unter 13 Arten mit Kollisionsraten kleiner als 0,001 % sich elf kleine Singvogelarten und zwei kleine Nicht-Singvogelarten (je eine Tauben % und Spechtart) befinden. Fünf Arten passen nicht zu diesem Verteilungsbild (nur Arten mit mindestens drei Totfunden sind hier berücksichtigt): Grauammer (0,044 %) und Steinschmätzer (0,032 %) sind die einzigen kleinen Singvogelarten mit Kollisionsraten größer als 0,006 %, während Graureiher (0,005 %), Graugans (0,008 %) und Kranich (0,028 %) die niedrigsten Kollisionsraten unter den großen Nicht-Singvögeln aufweisen.

In einem zweiten Schritt klassifizierte ich die Vogelarten grob abgestuft hinsichtlich ihrer biologischen Kennzeichen, die die Kollisions- und Melderate beeinflussen könnten, was bei der vergleichenden Interpretation der Kollisionsraten einzelner Vogelarten zu berücksichtigen ist. In der Tabelle ist die Kollisionsrate von Zugvögeln (Spalte a), die sich nur drei bis sechs Monate des Jahres in Deutschland auf-

halten, im Vergleich zu Jahresvögeln wahrscheinlich unterrepräsentiert, weil die Fund-Wahrscheinlichkeit in der Brutsaison in der ergrünten Vegetation, die die Sichtbarkeit von Vogelkadavern stark einschränkt, sicherlich niedriger ist, insbesondere in dicht gewachsenen, landwirtschaftlichen Flächen, in denen die meisten WEA errichtet wurden. Außerdem können Zugvögel während des Zuges oder Winteraufenthaltes mit WEA außerhalb Deutschlands kollidieren, die folglich nicht in der deutschen Totfundliste enthalten sind.

Bei der Berechnung der Kollisionsraten ist die Anzahl der brütenden Vogelindividuen dann keine geeignete Referenzgröße, wenn Vogelarten große Nichtbrüter-Populationen (sogenannte Floater in der Brutzeit, rastende oder überwinterte Vögel) aufweisen. In einer groben Abschätzung identifizierte ich Vogelarten, deren Nichtbrüter-Populationen (die sich mindestens vier bis sechs Monate in Deutschland aufhalten) viel größer sind als die Brutpopulationen (Spalte b in der Tabelle).

Es ist offensichtlich, dass die Fundrate von Vogelkadavern stark von der Größe der Art abhängt. Zum einen sind größere Arten besser sichtbar als kleinere. Zum anderen verwesen größere Vogelleichen durchschnittlich langsamer als kleinere und Aasfresser entfernen kleinere Kadaver schneller als größere. Ich teilte die Vogelarten in fünf Größenklassen von sehr klein bis sehr groß auf (Spalte c in der Tabelle).

Der hauptsächlich besiedelte Lebensraum einer Vogelart ist ein weiterer Faktor, der die Kollisions- und Melderate wahrscheinlich beeinflusst. Wald bewohnende Vogelarten müssen gesondert betrachtet werden, weil die Wahrscheinlichkeit, einen toten Vogel nach einer Kollision mit einer WEA am Waldboden wieder zu finden, geringer sein dürfte als bei einem Vogel, der tot auf einer Agrarfläche liegt, insbesondere im Winter. Es ist vorstellbar, dass ein Teil der von WEA in Wäldern getöteten Vögel im Geäst der Gehölze hängen bleiben und so unauffindbar ist. Diese methodische Verzerrung ist wahrscheinlich am stärksten bei den Arten ausgeprägt, die ausschließlich im Wald leben wie zahlreiche Specht- und Eulenarten und am wenigsten bei den Arten, die im Wald brüten, aber

hauptsächlich außerhalb des Waldes jagen wie Graureiher und Baumfalke. Deshalb ist die Schlussfolgerung begründet, dass die kalkulierten Kollisionsraten von Waldvogelarten relativ zu denen der anderen Vogelarten unterschätzt sind. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu erwähnen, dass nur ein sehr kleiner Anteil deutscher WEA bisher in Wäldern errichtet wurde und spezielle Suchaktivitäten nach Totfunden unter WEA im Wald meines Wissens bisher weitgehend fehlen. Daher könnte ein Teil der Unterschiede in den errechneten Kollisionsraten zwischen Waldvogelarten und Vogelarten des Offenlandes real sein, weil die WEA zahlenmäßig wie oben beschrieben sehr ungleich auf die beiden Großlebensräume verteilt sind.

Ich versuchte die vier besprochenen Aspekte a) bis d) in Tabelle abschließend zu einem Aspekt zusammenzufassen (Spalte e), den ich als Fund-Wahrscheinlichkeit von Individuen einer Vogelart bezeichne, die an WEA im Zeitraum 1989 bis Januar 2011 verunglückten. Ich unterschied dabei vier qualitativ abgestufte Schätzklassen von einer sehr geringen bis zu einer sehr hohen Fund-Wahrscheinlichkeit.

1.3 Einschätzung des artspezifischen Kollisionsrisikos an Windenergieanlagen

Die Schätzung des Kollisionsrisikos der einzelnen Arten basiert hauptsächlich auf den berechneten Kollisionsraten in Relation zur Fund-Wahrscheinlichkeit und zu den Kollisionsraten von Rotmilan und Seeadler. Fünf qualitativ abgestufte Klassen des Kollisionsrisikos von sehr gering/nicht vorhanden (entspricht 1) bis sehr hoch (entspricht 5) wurden mit einigen Zwischenstufen differenziert. Die Einstufung der einzelnen Vogelarten in diese Risikoklassen beinhaltet nicht die möglichen Konsequenzen des geschätzten Kollisionsrisikos für die Brutbestände oder für die Populationsstruktur. Waren keine oder nur wenige Totfunde in der deutschen Liste verzeichnet, wurden die Kollisionsraten von morphologisch und ökologisch ähnlichen Vogelarten (ein wichtiger Aspekt waren die Flughöhen) oder Kollisionsdaten aus Publikationen (u.a. BARRIOS & RODRÍGUES 2004, BEVANGER et al. 2009b, EVERAERT 2008, LEKUONA



Abbildung 3: Eine tote Wiesenweihe *Circus pygargus* unter einer WEA in einem Windpark bei Bureta, Provinz Saragoza, Spanien (19. April 2006, A. CAMIÑA.). Der fehlende Bewuchs unter der WEA erleichterte den Fund dieses adulten Männchens. Inzwischen sind aus Europa 23 Nachweise und drei Verdachtsfälle von Wiesenweihen als Kollisionsopfer an WEA bekannt geworden. Auffällig ist, dass von den 23 Totfunden 9 sicher bestimmte Altvögel waren, darunter 8 Männchen und nur 1 Weibchen.

& URSÚA 2007) zur Hilfe genommen. Eine Kornweihe zum Beispiel wurde bisher noch nicht unter einer deutschen WEA tot gefunden und gemeldet, aber das Flugverhalten dieser Weihenart ist dem von Wiesen- und Rohrweihe sehr ähnlich, deren Kollisionsrisiko an WEA als hoch eingeschätzt wurde. Außerdem gibt es schon einzelne Totfunde von der Kornweihe unter WEA in Spanien und Nordirland. Weil die deutsche Brutpopulation der Kornweihe sehr klein und weitgehend auf die Nordseeinseln beschränkt ist, wo nur wenige WEA stehen, ist die Wahrscheinlichkeit, eine Kornweihe als WEA-Opfer zu finden, sehr gering. Auf der anderen Seite gibt es im Winterhalbjahr eine größere Zahl von zugewanderten Kornweihen, und ein gewisses Meideverhalten zu WEA wurde im schottischen und nordenglischen Hochland festgestellt (PEARCE-HIGGINS et al. 2009). Zusammengefasst führte dies bei der Kornweihe zur Einstufung in die zweithöchste Risikoklasse, die mit einem Fragezeichen versehen wurde. Die Verlässlichkeit der Risiko-Einstufungen einzelner Arten hängt sehr stark von der Datenbasis ab, insbesondere von der Zahl der dokumentierten WEA-Opfer. Deshalb wurde die vorhandene Datenbasis jeder Art qualitativ in drei Klassen (schlecht, mittel, gut) eingeschätzt (Spalte g, Tabelle). Lag eine defizitäre Datenlage vor,

wurde in die Spalte f) in der Tabelle ein Fragezeichen gesetzt, wenn möglich mit der Angabe, welche andere Gefährdungsklasse am ehesten noch zutreffend sein könnte.

Die Gefährdungseinstufung (Spalte f, Tabelle) weist 31 von insgesamt 91 betrachteten Vogelarten (davon 16 mit einem Fragezeichen wegen unzureichender Datenbasis) eine der beiden höchsten Kollisions-Risikoklassen (hoch bis sehr hoch) zu. Von diesen 31 sind 20 Greifvogel- und Eulenarten, 8 weitere Nicht-Singvogelarten und nur 3 Singvogelarten (Raubwürger, Kolkkrabe, Grauammer). Die Gefährdungsklassen mittel bis klein umfassen 30 Nicht-Singvogelarten und sechs Singvogelarten (davon 32 mit einem Fragezeichen), überwiegend mittelgroße bis kleine Vogelarten. In die Gefährdungsklassen sehr gering bis nicht wurden 22 mittelgroße bis kleine Vogelarten (davon 9 mit einem Fragezeichen) eingestuft, darunter 18 Singvogelarten und 6 Nicht-Singvogelarten (3 Tauben-, 2 Specht- und 1 Eulenart). Die hohe Gefährdung durch WEA-Kollision besonders für große Nicht-Singvogel- und Greifvogelarten wurde schon in einer Überblicksarbeit von DREWITT & LANGSTON (2008) beschrieben. Die abweichenden Beispiele Graugans und Kranich lassen sich mit dem ausgeprägten Meideverhalten zu WEA erklären, das bei rastenden Gänsen und ziehenden Kranichen mehrfach beschrieben wurde.

Abschließend wurden die eigenen fünf Gefährdungsklassen 1 bis 5 (Spalte f, Tabelle) in folgender Weise an die Klassifizierung der EU-Leitlinien angepasst:

- der Nachweis eines substanziellen Risikos in den EU-Leitlinien (mit XXX bezeichnet) wurde mit der eigenen Gefährdungsklasse 5 (sehr hohes Risiko) gleichgesetzt;
- der Nachweis oder Hinweis auf ein Risiko in den EU-Leitlinien (mit XX bezeichnet) wurde mit der eigenen Gefährdungsklasse 4 (hohes Risiko) gleichgesetzt;
- ein potenzielles Risiko in den EU-Leitlinien (mit X bezeichnet) wurde mit der eigenen Gefährdungsklasse 3 (mittleres Risiko) gleichgesetzt;
- ein kleines oder nicht-signifikantes Risiko in den EU-Leitlinien (mit x bezeichnet) wurde mit der eigenen Gefährdungsklasse 2 (niedriges Risiko) gleichgesetzt;

- kein Risiko [eigene Ergänzung] in den EU-Leitlinien (kein Gefährdungseintrag) wurde mit der eigenen Gefährdungsklasse 1 (sehr niedriges Risiko) gleichgesetzt.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurden schließlich die Buchstabenfolgen, die die Gefährdungsklassen der EU-Leitlinien in Kurzform darstellen, in Zahlen umgewandelt: XXX = 3, XX = 2, X = 1, x = 0,5, kein Symbol = 0.

Die so definierten Zahlen fanden dann Anwendung in den eigenen Vorschlägen für eine Revision der Gefährdungsklassifizierung in den EU-Richtlinien (Spalte h, Tabelle) im Vergleich zu der Klassifizierung in den EU-Leitlinien im Jahr 2010 (Spalte i, Tabelle).

Die vergleichende Betrachtung der Spalten h) und i) in der Tabelle zeigt, dass die EU-Richtlinien 9 der 31 Vogelarten, für die ich ein hohes bis sehr hohes Kollisionsrisiko abgeleitet habe, überhaupt nicht erwähnen. Außerdem stufte ich 16 Vogelarten in höhere Gefährdungsstufen als die EU-Leitlinien ein, während nur bei 6 Arten die Klassifizierung gleich ist. Von den 36 Vogelarten, für die ich ein mittleres oder kleines Kollisionsrisiko geschätzt hatte, fehlen in den EU-Leitlinien 24 Arten, 3 Arten wurden niedriger und 8 Arten ähnlich kollisionsgefährdet eingestuft, während nur 1 Art, der Kiebitz, in den EU-Leitlinien in einer höheren Gefährdungsklasse verzeichnet war. Die Einstufungen der restlichen 22 Vogelarten waren sehr ähnlich, sie befanden sich in den beiden untersten Gefährdungsklassen.

1.4 Schlussfolgerungen zum artspezifischen Kollisionsrisiko

Die dargestellte Gefährdungseinstufung von 91 Vogelarten basiert auf 1.148 Totfunden von 83 Vogelarten unter deutschen WEA, die in der bundesweiten Datenbank bis Januar 2011 verzeichnet waren, wobei methodische Einschränkungen, die Biologie der Arten sowie publizierte Ergebnisse zur Kollisionen an WEA berücksichtigt wurden. Diese zusätzliche Datengrundlage wie auch die detaillierte Erläuterung der Herleitung der Gefährdungseinstufungen sollte maßgeblich den Artenumfang und die Verlässlichkeit der Gefährdungseinstufungen in einer bald nötigen Revision des Anhangs II der EU-Leitlinien

verbessern helfen. Viele der eigenen Gefährdungseinstufungen geschahen notgedrungen auf einer unzureichenden Datenbasis, was an den Fragezeichen bei 57 von 91 Vogelarten in der Spalte f) in der Tabelle deutlich wird. Jedoch ist dabei zu beachten, dass ich in 24 fraglichen Fällen von den insgesamt 57 Arten die nächst höhere Gefährdungsklasse als die nächst wahrscheinliche ansah und bei allen acht Fällen, wo ich die nächst niedrigere Gefährdungsklasse als die nächst wahrscheinliche ansah, die Gefährdungseinstufung immer noch hoch oder mittel war.

Die EU-Leitlinien anerkennen das international akzeptierte Vorsorgeprinzip im Naturschutz (IUCN 2007), z.B. auf Seite 67: „Der Schwerpunkt sollte in der objektiven, mit untermauerten Belegen versehenen Darstellung liegen, dass in dem NATURA-Gebiet keine nachteiligen Effekte auftreten. Aus diesem Grund kann der Mangel an wissenschaftlichen Daten und Informationen über das potenzielle Risiko oder die Signifikanz von Eingriffen keine Begründung dafür sein, mit dem Plan oder dem Projekt fortzufahren“. CARRETE et al. (2010) bekräftigen die Notwendigkeit der Anwendung des Vorsorgeprinzips, um die Auswirkungen von Windparks auf Vogelpopulationen, vor allem von langlebigen Arten, zu minimieren. Eine Revision des Anhangs II der EU-Leitlinien ist nötig, der auch die hier dargelegten, aus der deutschen Totfundliste gewonnenen Informationen berücksichtigt. Die angemessene Anwendung des Vorsorgeprinzips erfordert die Einbeziehung von Kollisionsrisiken auch bei Vogelarten, für die zwar die Datenbasis unzureichend ist, für deren Gefährdung durch Vogelschlag an WEA jedoch plausible Argumente vorliegen. Sicherlich müsste eine Revision der EU-Leitlinien weitere Vogelarten als durch WEA-Kollision gefährdet aufführen, die nicht im Fokus der deutschen Totfundliste waren, und weitere Arten, die die EU-Leitlinien als wenig gefährdet ansahen, müssten als höher kollisionsgefährdet eingestuft werden. Einige dieser zusätzlichen Vogelarten aus den Gruppen Greifvogel, Wasser- und Rauhfußhühner sind z.B. zu finden in VASILIKAS et al. (2009), LEKUONA & URSÚA (2007), BEVANGER et al. (2009b), EVERAERT (2008) and ZEILER et al. (2009).

	1. Anzahl Kollisionen an Windenergieanlagen	2. Zahl brütender Vögel 2005 BRD ¹	Kollisionsrate BRD (1./2. x 100)	a) Zugvogel in der BRD	b) Nicht-brüter- größer als Brutpopulation ²	c) Körpergröße	d) hauptsächlich im Wald brütend	e) Fundwahrscheinlichkeit Kollisionsopfern		f) abgeleitetes, geschätztes Kollisionsrisiko ³	g) Datenbasis in der BRD	h) Vorschlag Revisions-Kollisionsrisiko ⁴	i) Kollisionsrisiko gemäß EU Commission (2010) ⁴
								hoch mittel niedrig sehr niedrig	hoch mittel niedrig sehr niedrig				
			> 0,2 % > 0,02 % > 0,002 %			sehr groß groß mittelgroß klein sehr klein			sehr hoch hoch mittel klein sehr klein	5 4 3 2 1	gut mittel schlecht	XXX = 3 XX = 2 X = 1 x = 0,5 sehr niedrig=0	XXX = 3 XX = 2 X = 1 x = 0,5 kein = 0
<i>Sterna hirundo</i>	1	22.000	0,005%	x				mittel	höher?	4	schlecht	2 (3)	2
<i>Buteo lagopus</i>	2	kein Brutvogel		x				mittel	?	4	schlecht	2	0
<i>Circus cyaneus</i>		118			x			niedrig	?	4	schlecht	2	1
<i>Apus tachymarptis (melba)</i>	1	270	0,370%	x				sehr niedrig	?	3	schlecht	1	1
<i>Somateria mollissima</i>	1	2.400	0,042%	x	(x)			hoch	?	3	schlecht	1	1
<i>Oenanthe oenanthe</i>	3	9.400	0,032%	x	(x)			niedrig	?	3	schlecht	1 (2)	0
<i>Grus grus</i>	3	10.600	0,028%	x			x	hoch	höher?	3	schlecht	1 (2)	1
<i>Anas clypeata</i>	1	4.800	0,021%	x				niedrig	höher?	3	schlecht	1 (2)	fehlt
<i>Anas crecca</i>	2	10.100	0,020%	x				niedrig	höher?	3	schlecht	1 (2)	fehlt
<i>Tyto alba</i>	4	31.000	0,013%					mittel	höher?	3	schlecht	1	fehlt
<i>Charadrius dubius</i>	1	10.200	0,010%	x				niedrig	?	3	schlecht	1	fehlt
<i>Asio otus</i>	5	58.000	0,009%	(x)	(x)		x	mittel	höher?	3	schlecht	1 (2)	0,5
<i>Gallinago gallinago</i>	1	12.300	0,008%	x				sehr niedrig	höher?	3	schlecht	1 (2)	1
<i>Apus apus</i>	42	720.000	0,006%	x				sehr niedrig	höher?	3	mittel	1 (2)	0,5
<i>Pluvialis apricaria</i> ⁶	14	16		x	x			niedrig	?	3	schlecht	1	1
<i>Ardea cinerea</i>	3	55.000	0,005%				x	mittel	höher?	2,5	schlecht	1 (2)	fehlt
<i>Rallus aquaticus</i>	1	24.000	0,004%	x				sehr niedrig	?	2,5	schlecht	1	fehlt
<i>Scolopax rusticola</i>	1	50.000	0,002%	x	(x)		x	sehr niedrig	?	2,5	schlecht	1	fehlt
<i>Otus scops</i>		2		x				sehr niedrig	?	2,5	schlecht	1	fehlt
<i>Strix aluco</i>	1	134.000	0,001%				x	niedrig	?	2,5	schlecht	1	fehlt
<i>Aegolius funereus</i>		4.400					x	niedrig	?	2,5	schlecht	1	fehlt
<i>Glaucidium passerinum</i>		5.000					x	niedrig	?	2,5	schlecht	1	fehlt
<i>Anser anser</i>	3	37.000	0,008%		(x)			mittel	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Tadorna tadorna</i>	1	12.600	0,008%					mittel	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Lanius collurio</i>	15	270.000	0,006%	x				sehr niedrig	?	2	mittel	0,5	fehlt
<i>Anas platyrhynchos</i>	30	620.000	0,005%					mittel	?	2	gut	0,5	fehlt
<i>Haematopus ostralegus</i>	3	62.000	0,005%					niedrig	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Lullula arborea</i>	4	104.000	0,004%	x			(x)	sehr niedrig	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Aythya fuligula</i>	1	27.000	0,004%	x	(x)		(x)	niedrig	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Corvus frugilegus</i>	4	138.000	0,003%		x			mittel	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Fulica atra</i>	6	208.000	0,003%					niedrig	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Corvus corone/cornix</i>	20	867.000	0,002%				(x)	mittel	?	2	schlecht	0,5	fehlt
<i>Columba oenas</i>	3	124.000	0,002%	x	(x)		x	niedrig	?	2	schlecht	0,5	0,5
<i>Phasianus colchicus</i>	8	370.000	0,002%					mittel	?	2	mittel	0,5	0,5
<i>Vanellus vanellus</i>	3	151.000	0,002%	x	(x)			mittel	?	2	schlecht	0,5	1
<i>Cuculus canorus</i>	3	157.000	0,002%	x	(x)			sehr niedrig	?	2	schlecht	0,5	0,5

		5	270.000	0,002%	x				sehr niedrig	höher?	2	schlecht	0,5	fehlt
Motacilla flava		5	270.000	0,002%	x				sehr niedrig	höher?	2	schlecht	0,5	fehlt
Gallinula chloropus		1	74.000	0,001%	x				mittel	?	2	schlecht	0,5	fehlt
Perdix perdix		2	179.000	0,001%					mittel	?	2	schlecht	0,5	fehlt
Riparia riparia		3	268.000	0,001%	x				sehr niedrig	höher?	1,5	schlecht	0,5	fehlt
Picus viridis		1	91.000	0,001%			(x)		sehr niedrig	höher?	1,5	schlecht	0,5	fehlt
Alauda arvensis ⁷		51	5.300.000	0,000%					sehr niedrig	höher?	1,5	mittel	0,5	0 (im Winter)
Delichon urbica		18	2.030.000	0,001%	x				sehr niedrig	höher?	1,5	mittel	0,5	fehlt
Emberiza citrinella		20	3.200.000	0,001%					sehr niedrig	höher?	1,5	mittel	0,5	fehlt
Hirundo rustica		13	2.400.000	0,001%	x				sehr niedrig	höher?	1,5	schlecht	0,5	fehlt
Anthus trivialis		3	1.200.000	0,000%	x			x	sehr niedrig	höher?	1,5	schlecht	0,5	fehlt
Athene noctua			16.600						niedrig	höher?	1,5	schlecht	0,5	fehlt
Streptopelia turtur			128.000		x				niedrig	höher?	1,5	schlecht	0,5	0,5
Regulus regulus		25	2.120.000	0,001%		(x)		x	sehr niedrig	höher?	1	mittel	0	fehlt
Columba palumbus		50	4.800.000	0,001%		(x)		(x)	mittel	höher?	1	gut	0	0,5
Ficedula hypoleuca		4	430.000	0,001%				x	sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt
Sturnus vulgaris		23	5.100.000	0,000%	(x)				sehr niedrig	höher?	1	mittel	0	0 (Nichtbrüter)
Turdus pilaris		3	770.000	0,000%	(x)			(x)	sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt
Passer montanus		9	2.600.000	0,000%					sehr niedrig	höher?	1	mittel	0	fehlt
Streptopelia decacotao		2	600.000	0,000%					niedrig	höher?	1	schlecht	0	0,5
Garrulus glandarius		3	1.000.000	0,000%		(x)			niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt
Turdus philomelos		7	3.400.000	0,000%	x			x	sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt
Motacilla alba		3	1.520.000	0,000%	x				sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt
Erethacus rubecula		12	6.200.000	0,000%	(x)			x	sehr niedrig	höher?	1	mittel	0	fehlt
Emberiza schoeniclus		1	680.000	0,000%	x				sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	0
Dendrocopus major		1	1.290.000	0,000%					sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0 (0,5)	fehlt
Fringilla coelebs		8	20.200.000	0,000%	(x)			x	sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt
Turdus merula		5	14.900.000	0,000%				(x)	sehr niedrig	höher?	1	mittel	0	fehlt
									sehr niedrig	höher?	1	schlecht	0	fehlt

Erläuterungen zur Tabelle (weitere siehe Text)

Geifvogel- und Eulenarten sind gelb markiert

(x) in den Spalten a), b) und d) bedeutet unklare Einstufung

Definitionen der Gefährdungs-Einstufungen der EU-Kommission (Spalte i)

XXX = 3 (Nachweis eines substanzialen Risikos);

XX = 2 (Nachweis oder Hinweis auf ein Risiko);

X = 1 (potenzielles Risiko);

x = 0,5 (kleines oder nicht-signifikantes Risiko);

keine Gefährdungsangabe = 0 (kein Risiko, Zusatz H. Illner);

fehlt bedeutet, dass diese Art im Anhang II der EU-Leitlinien nicht aufgeführt ist

¹ durchschnittliche Brutpaarzahl im Jahr 2005 multipliziert mit 2 (SÜDBECK et al. 2007)

² Nichtbrüter-Population (Brutzeit-Floater, Rastvögel oder Überwinternde) mindestens vier bis sechs Monate in der BRD verbleibend

³ ? bedeutet sehr unsichere Einschätzung, weil Totfunddaten sehr klein waren oder große Nichtbrüter-Populationen viel größer als entsprechende Brüter-Populationen waren

⁴ Umformung der Gefährdungs-Einstufungen der EU-Leitlinien (Buchstaben) in Zahlen zur besseren Lesbarkeit:

⁵ es gibt drei zusätzliche, mögliche Kollisionsfälle, die näher beschrieben sind unter: http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm.l.a.2334.de/wka_weihe.pdf

⁶ es wurde keine Kollisionsrate berechnet, weil die Kollisionen an WEA weitab von dem einzigen, kleinen Brutgebiet stattfanden

⁷ die meisten Kollisionsopfer wurden in der Brutsaison gefunden (T. DÜRR schriftl.)



Abbildung 4: Eine flügge Wiesenweihe verfolgt spielerisch einen Turmfalken im Windpark östlich Merklingsen, umschlossen vom Vogelschutzgebiet Hellwegbörde, Kreis Soest, NRW (4. August 2011, A. MÜLLER)

1.5 Weitere Aspekte der Kollisionsmortalität in Windparks

Kollision an Masten von Windenergieanlagen

Die EU-Leitlinien erwähnen nur bei den Fledermäusen die Kollision mit Masten von WEA. Einige Publikationen zeigen jedoch, dass einige Vogelarten häufig an der Basis von WEA-Masten tot aufgefunden werden, insbesondere Vogelarten mit einer hohen Flügel-Flächenbelastung (wing loading), also relativ zur Flügelfläche schwere Vogelarten wie Rauhfußhühner (BEVANGER et al. 2009b, 2010a, ZEILER et al. 2009). Die meisten Grauammern und Neuntöter auf der deutschen Totfundliste wurden ebenfalls am Fuß von WEA gefunden. Sämtliche Masten dieser WEA waren weiß gestrichen und deshalb wird vermutet, dass diese Masten für die Vögel bei bestimmten Lichtverhältnissen kaum oder gar nicht sichtbar waren und die Vögel deswegen vor sie prallten (T. DÜRR schriftl.). Die Kollision mit den Masten von WEA stellt möglicherweise für Waldvogelarten mit geradlinigem Flug und hoher Flügelflächenbelastung wie einige Rauhfußhühner und Spechte, für nachaktive Arten wie Eulen, Waldschnepfe und Ziegenmelker, und für im Wald jagende Greifvögel wie Habicht und Sperber ein größeres Risiko dar. Jedoch wissen wir hierzu aufgrund weitgehend fehlender ornithologischer Untersuchungen an WEA im Wald fast nichts. Ergebnisse von Untersuchungen an WEA im Wald sind dringend nötig, weil in der Zukunft sehr viel mehr WEA in deutschen Waldgebieten geplant sind. Über eine erste diesbezügliche Studie an einer Nistkastenpopulation des Rauhfußkauzes berichtete LOOSE (2009). So lange keine fundierten Ergebnisse zu den Effekten von WEA

im Wald vorliegen, ist auch bei diesen Planungen das Vorsorgeprinzip unbedingt anzuwenden.

Offshore-Windparks

Obwohl einige ornithologische Studien an den ersten europäischen Offshore-Windparks gemacht worden sind, ist die wirkliche Anzahl und Artenzusammensetzung von Kollisionsoffern an Offshore-WEA nicht bekannt. Die Ermittlung von Kollisionsoffern ist im Meer außerordentlich schwierig. Deshalb behalt man sich bisher meist mit der Prognose von Kollisionen anhand von Modellrechnungen und vereinzelt auch mit der Anwendung der Radar- und Phototechnik. Wie schon gezeigt, hängen diese Prognosemodelle aber stark von der Einsetzung artspezifischer Ausweichraten ab, die aber für nachts über die Ostsee ziehende Vogelarten gänzlich unbekannt ist (BELLEBAUM et al. 2010). Aufsammlungen von Schlagopfern unter dänischen Leuchttürmen zeigen, dass einige nachts ziehende Vogelarten von dem dauerhaften Licht der Leuchttürme angezogen werden und deshalb hier häufiger verunglücken. Auch Offshore-WEA müssen aus Gründen der Sicherheit (Warnen von Schiffen und Flugzeugen) kontinuierlich leuchtendes Licht aufweisen. Mit einem 80 m hohen Masten einer unbemannten, beleuchteten Forschungsplattform in der Nordsee kollidierten mindestens mehrere Hundert Zugvögel, mehr als 50 % davon in zwei Nächten bei insgesamt 159 Suchtagen (HÜPPOP et al. 2009) [Nachtrag: Eine weitere Massenkollision von Zugvögeln wurde von AUMÜLLER et al. (2011) detailliert beschrieben]. Von daher ist es möglich, dass einige Nachtzieher zumindest unter speziellen Wetter- und Lichtverhältnissen

(Neumond) großen Kollisionsverlusten an Offshore-Windparks unterliegen (HÜPPOP et al. 2009, BALLASUS et al. 2009, BELLEBAUM et al. 2010), mit möglichen negativen Effekten z.B. auf Greifvogel- und Wasservogelbestände (DESHOLM 2009) [Nachtrag: nach Radarerfassungen in zwei dänischen Offshore-Windparks mieden ziehende Greifvögel (unter den 10 Arten u.a. Fischadler, Wespenbussard, Kornweihe, Rotmilan, Baumfalke und Merlin) die Windparks nicht und durchflogen sie zu über 20 % in dem kritischen Höhenband von 30 m bis 100 m, BLEW et al. 2008]. Es gibt Hinweise, dass einige Wasservogelarten und Thermiksegler unter den Greifvögeln besonders durch Kollision an WEA an der Küstenlinie gefährdet sind (EVERAERT 2008, BAISNER et al. 2010). Die Beispiele zeigen, dass die folgende Feststellung in den EU-Leitlinien (Seite 102) zu den Offshore-Windparks einer Revision bedarf: „Für Kollisionen an Offshore-WEA ist die Datenlage stark eingeschränkt, aber direkte Beobachtungen, Radarstudien und Modellprognosen weisen auf sehr geringe Kollisionsrisiken hin, wie es z.B. für die Eiderente gezeigt wurde (*Somateria mollissima*).“

Repowering von Windenergieanlagen

Im Abschnitt 3.4.3 „Repowering von WEA“ der EU-Leitlinien wird nur eine Schrift zitiert, die sich zudem nur mit Fledermäusen beschäftigt. Eine Revision der EU-Leitlinien sollte weitere ornithologische Publikationen zu diesem Thema aufführen wie LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VOGELSCHUTZWARTEN (2007), SMALLWOOD (2008), SMALLWOOD ET AL. (2009), ALAMEDA COUNTY SRC (2010) UND BAISNER ET AL. (2010).

2 Kapitel 3.6 der EU-Leitlinien: kumulative Effekte von Windenergieanlagen

Das folgende Zitat stammt von den Seiten 45 bis 46 der EU-Leitlinien:

„Kumulative Effekte können entstehen, wenn mehrere Windparks und ihre damit verbundene Infrastruktur in einem Gebiet oder in einem Zugkorridor zu liegen kommen oder wenn Windparks und andere Typen menschlicher Aktivitäten wie Forstwirtschaft oder andere industrielle Erschließungen kombiniert einwirken. Der kumulative Effekt ist der kombinierte Effekt aller Entwicklun-

gen zusammen betrachtet, was aber nicht bedeutet, dass es einfach nur die Summe des Effektes des ersten und des zweiten Windparks ist. Es kann mehr oder auch weniger als die Summe sein. Entscheidend ist vielmehr, den Schwellenwert zu ermitteln, ab dem der akkumulierte Lebensraumverlust (inklusive des effektiven Verlustes durch Habitat- Ausschluss) zusammen mit der Zunahme an zusätzlichem Energieaufwand aufgrund von Barrierewirkungen und zusammen mit der Zunahme von Kollisionsmortalität einen signifikanten Eingriff darstellt.“

Die EU-Leitlinien heben also die Berücksichtigung kumulativer Effekte bei der Planung von Windparks hervor; ein diesbezügliches Rahmenwerk bieten MAsDEN et al. (2010). Eine Revision dieses kurzen, aber sehr wichtigen Abschnittes in den EU-Leitlinien sollte auf einige neue Studien eingehen, die raumzeitlich kumulierte Mortalitätseffekte von WEA auf Greifvogel-Populationen und deren Demografie zeigen (HUNT 2002, CARRETE et al. 2009, DÜRR 2009, NYGÅRD et al. 2010) und die mögliche raumzeitlich kumulierte Vertreibungs- und Mortalitätseffekte auf brütende, rastende und ziehende Vögel prognostizieren (DESHOLM 2003, PEARCE-HIGGINS et al. 2008, MAsDEN et al. 2009, MENDEL & GARTHE 2010, BELLEBAUM et al. 2010). Potenzielle, kumulierte Effekte wurden z.B. durch TAPIA et al. (2009), TELLERÍA (2009a, b), MARTÍNEZ et al. (2010) und EICHHORN & DRECHSLET (2010) untersucht, in dem sie für größere Gebiete die räumlichen Überlappungen der aktuellen Vorkommensbereiche von Greifvögeln mit den aktuellen und zukünftig geplanten WEA bzw. Windparks ermittelten.

Populationsstruktur

Es ist auch wichtig zu zeigen, dass Bestände und Bestandstrends nicht die einzigen Messgrößen sind, an denen negative kumulative Wirkungen auf Vogelpopulationen ablesbar sind. Auf der Seite 34 der EU-Leitlinien steht hierzu: „Selbst wenn aktuelle Studien zeigen, dass die Mortalitätsrate durch Vogelschlag im Vergleich zu Mortalitätsraten aufgrund anderer Faktoren niedrig ist und diese den generellen Bestandstrend scheinbar noch nicht beeinträchtigt, ist es notwendig, das potenzielle

Kollisionsrisiko Fall für Fall zu untersuchen und kumulierte Risikosteigerungen in Betracht zu ziehen, die sich durch stark expandierende Windparks in den nächsten 10 bis 20 Jahren ergeben könnten.“ In Ergänzung zu den Messgrößen Bestand und Bestandstrend ist die wichtige demografische Struktur als Messgröße zu ergänzen. Kollisionsmortalität kann anfänglich nur die Überlebensrate im Nichtbrüter-Segment einer Population stark reduzieren, ohne dass sofort Auswirkungen auf die Brutpaarzahlen erkennbar sind (HUNT 2002). Die Kollisionsrate an WEA kann auch ein Geschlecht einer Brutpopulation überproportional treffen (STIENEN et al. 2008), was einen stärkeren negativen Effekt auf die langfristige Bestandsentwicklung haben dürfte, als es dieselbe Zahl an Kollisionsfällen in einem natürlichem Geschlechtsverhältnis hätte. Kollisionsmortalität kann auch eine sich selbst erhaltende Vogelpopulation in eine Abflusspopulation (sink population) verwandeln, die dann einen Nettoinput von einwandernden Individuen aus anderen Populationen benötigt, um ihr Populationsniveau weiter zu halten. Deshalb ist eine zahlenmäßig über einen gewissen Zeitraum stabile Brutpopulation nicht unbedingt als eine gesunde Population anzusehen.

Elektrische Freileitungen

In einer Revision der EU-Leitlinien sollten elektrische Freileitungen explizit im Zusammenhang mit kumulativen Wirkungen erwähnt werden, weil neue Windparks neue elektrische Leitungen benötigen (Seite 64 in den EU-Leitlinien), zumindest zum nächsten Netz-Anschlusspunkt oder zu einem weiter entfernten Anschlusspunkt, wo der Strom verbraucht wird. Wenn neue elektrische Leitungen für den Anschluss von WEA oberirdisch verlegt werden, stellen diese ein signifikantes Kollisionsrisiko für einige Vogelarten dar (z.B. BEVANGER et al. 2009a, ROLLAN et al. 2010, SHAW et al. 2010, SCHAUB et al. 2010), welche gleichzeitig einem Kollisionsrisiko an den WEA unterliegen können (ein Beispiel kumulativer Wirkung). Neue Untersuchungen von MARTIN (2010, 2011) und MARTIN & SHAW (2010) zeigen zudem, dass das Vogelschlagrisiko an Freileitungen bei einigen Arten wahrscheinlich durch das Anbringen von Seilmarkern



Abbildung 5: Hinterteil eines Rotmilans *Milvus milvus* unter einer WEA in dem Windpark Spitze Warte, Kreis Soest, NRW, (30. August 2011, D. Glimm). Nur durch das Hochstehen des Schwanzes war der Vogel auf dem frisch bearbeiteten Rapsstoppfeld vom Weg aus sichtbar. Das Vorderteil des adulten Männchens lag etwa 15 m entfernt vom Hinterteil. Die Windvorrangzone Spitze Warte ist vom Europäischen Vogelenschutzgebiet Hellwegbörde umschlossen.

nicht effektiv reduziert werden kann. Die Einbeziehung des Kollisionsrisikos an Freileitungen in die kumulative Betrachtung ist besonders wichtig im Falle von neuen, langen Überlandleitungen, die die Offshore- und Onshore-Windparks mit weit entfernten Bevölkerungszentren verbinden. Zum Beispiel werden 3.500 km neue Höchstvoltleitungen für nötig erachtet, um die bis 2020 stark ansteigenden regenerativen Stromfrachten vor allem aus deutschen WEA effektiv zu verteilen und ins Stromnetz zu integrieren (DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR 2010).

3 Anhang II der EU-Leitlinien: Vogelarten, die besonders durch Habitatverschlechterung/Vertreibung als durch Windenergieanlagen gefährdet angesehen werden

An dieser Stelle kann nicht detailliert auf die Themen Habitatverschlechterung bzw. Vertreibung eingegangen werden. Langfristige und systematische Zählungen von Wachtelkönigen und Wachteln in einem westfälischem Getreideanbaugesbiet, das die größte Brutpopulation des Wachtelkönigs in Nordrhein-Westfalen beherbergt (MÜLLER & ILLNER 2001a), zeigten, dass fast alle rufenden Männchen beider Arten Flächen im Abstand von etwa 300 m rund um WEA mieden (MÜLLER & ILLNER 2001b). Fortgesetzte Erfassungen des Wachtelkönigs in derselben Region bestätigen diesen Befund (JOEST 2008). Deshalb schlage ich für eine Revision der EU-Leitlinien vor, dass Wachtelkönig und Wachtel unter dem Punkt Vertreibung entweder mit „Nachweis oder Hinweis auf ein Risiko (XX)“ oder mit „potenzielles Risiko (X)“ eingestuft werden.



Abbildung 6: Reste eines toten Rotmilans *Milvus milvus* unter einer WEA im Windpark Ostbüren, Kreis Unna, NRW (6. März 2011, J. BRUNÉ). Der kollidierte adulte Rotmilan war von einem Greifvogel nachträglich angekröpft worden. Die Windvorrangzone Ostbüren ist vom Europäischen Vogelschutzgebiet Hellwegbörde umschlossen. In diesem Windpark wurden von 2008 bis 2011 bisher 4 Rotmilane, 1 Wanderfalke, 1 Baumfalke, 1 Turmfalke und 1 Mäusebussard unter den WEA-Rotoren gefunden, meist von Spaziergängern.

B Reaktion der EU-Kommission auf die eingereichte Kritik

Die englische Fassung der Kritik wurde im Februar 2011 bei der EU-Kommission eingereicht. M. O'BRIAIN, Leiter der zuständigen Abteilung B3. Nature in der EU-Kommission, äußerte sich gegenüber D. PULLAN, einem Mitarbeiter des englischen Vogelschutzverbandes RSPB, der die Kritik an den EU-Leitlinien zusammengetragen hatte. Sinngemäß teilte er im Mai 2011 mit, dass die eingereichten Informationen wichtig seien, die Anhangstabellen in den Leitlinien gleichwohl nicht als definitive Leitlinie für den Ein- oder Ausschluss von Arten bei Umweltverträglichkeitsstudien gedacht gewesen seien. Die EU-Kommission überlege noch, ob es besser wäre, die Leitlinien in einem regelmäßigen Turnus oder ad hoc zu überarbeiten, wenn eine kritische Masse neuer Information erreicht ist. Angesichts der großen Schwierigkeit, die EU-Leitlinien im Konsens aller Mitgliedsstaaten herauszubringen (was bei der 1. Fassung fünf Jahre gedauert hat), habe man Bedenken, das Dokument jetzt schon wieder zu öffnen. Man wolle erst einmal beobachten, wie die EU-Leitlinien „Windenergie-Entwicklung und NATURA 2000“ in den Mitgliedstaaten genutzt werden. Diese Reaktion wird meines Erachtens der aktuellen Problemlage nicht gerecht. Es sollte möglich sein, wenigstens die wichtigen Anhangstabellen kurzfristig von Fachleuten überarbeiten zu lassen und zu veröffentlichen.

C Besprechung neuer vogelkundlicher Forschungsarbeiten

Neue Publikationen zur Kollisionsgefährdung von Vögeln an Windenergieanlagen

Vorab sei auf die Besprechung zahlreicher neuer Publikationen zum Thema Kollision in der vorherigen Ausgabe des Eulen-Rundblick (Nr. 61: 123–128) verwiesen, die hier ergänzt werden.

Seine Äußerungen zu der Kritik an den EU-Leitlinien 2010 machte M. O'BRIAIN im Mai 2011 auf der 1. Internationalen Konferenz zum Thema „Wind Energy and Wildlife Impacts“ in Trondheim (MAY & BEVANGER 2011), auf der er das EU-Papier (EU-COMMISSION 2010) unter dem etwas anderen Titel „EU-Leitlinien zu Windenergie und Naturschutz“ vorstellte. Zum Tagungsprogramm (Links zum Herunterladen von Vortragsfolien: <http://cww2011.nina.no/Programme/Detailscientificprogramme.aspx>) gehörten Berichte von neuen bzw. fortgesetzten Forschungsprojekten, die erneut die besonders hohe Kollisionsgefährdung von Großvögeln an WEA herausstellten.

In zahlreichen Windparks im Südwesten Spaniens (Andalusien) wurden von 1993 bis 2010 insgesamt 2.432 Vögel und 559 Fledermäuse als Kollisionsopfer registriert, unter den Vögeln allein 1.291 Greifvögel in 18 Arten (u.a. 811 Gänsegeier, 56 Schlangen- und 34 Zwergadler, 17 Wiesenweihen und je 6 Wespenbussarde und Schmutzgeier), 30 Eulen, 290 Wasservögel, 123 Hühner- und 698 Singvögel (MUÑOZ 2011 und schriftl. Mitt.); in einem intensiver untersuchten Zeitabschnitt von 2005 bis 2009 waren es allein 1.766 Vögel (darunter 7 Uhus, 6 Schleiereulen, 3 Steinkäuze, je 1 Waldohreule und 1 Waldkauz) und 283 Fledermäuse (JUNTA DE ANDALUCIA 2010). Der erste Totfund eines Rauhußkauzes unter einer WEA wurde von DENAC & VREZEC (2005) beschrieben: Das wenige Tage tote vorjährige Männchen wurde zufällig am 8. April 2005 auf steinigem Boden unter den Rotorspitzen einer WEA auf einer waldarmen kroatischen Insel gefunden.

Bei Thrace im gebirgigen, waldreichen Nordosten Griechenlands wurde im Zeitraum 2004 bis 2010 phasenweise im 14-tägigen Abstand unter 127 verschiedenen WEA nach Kollisionsopfern gesucht. Insgesamt wur-

den 194 Fledermäuse und 98 Vögel gefunden, darunter 15 Greifvögel (4 Gänsegeier, 3 Mäusebussarde, je 2 Schlangenadler und Sperber und je 1 Mönchsgeier, Zwergadler und Rohrweihe). Die geschätzten Kollisionsraten betragen unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren 0,152 und 0,173 Greifvögel pro WEA und Jahr (KRET et al. 2011). Ein Teil der abgesuchten WEA lag in NATURA 2000-Gebieten. Weitere 480 WEA (960 MW) sind zu 50 % in NATURA 2000-Gebieten und vielfach in der Nähe von zahlreichen Brut- und Rastplätzen sowie in Nahrungsgebieten seltener Greifvogelarten (Steinadler, Schmutz- und Mönchsgeier, Adlerbussard, Wanderfalke) und des Schwarzstorchs geplant (KRET et al. 2011, VASILAKIS et al. 2011). Die prioritäre griechische Windparkzone reicht zudem an einen Nationalpark heran, der wegen seiner reichen Greifvogelvorkommen ausgewiesen wurde (POIRAZIDIS et al. 2010).

Dank der Erstellung von so genannten ornithologisch begründeten Sensitivitätsflächen (Tabuflächen für WEA auf Basis landesweit bekannter Vorkommen von 21 Vogelarten) durch die griechische ornithologische Gesellschaft (DIMALEXIS et al. 2010) gibt es Hoffnung, dass dem Vogelschutz in der Zukunft angemessen Rechnung getragen und der Ausbau der Windenergie in Griechenland großräumig und unter Berücksichtigung von Naturschutzbelangen gesteuert wird. Es wurde von DIMALEXIS et al. (2010) eine Rangfolge von fünf Kriterien für WEA-Tabuflächen zugrundegelegt:

- I) IBAs (Important Bird Areas) und SPAs (Special Protected Areas) für Vogelzug-Engpässe (Hilgerloh et al. 2011 zeigen allerdings, dass Gebiete mit herausragenden Konzentrationen ziehender Greifvögel und Störche nicht auf Zugengpässe beschränkt sein müssen);
- II) Ramsar-Gebiete mit 3 km-Puffer;
- III) IBAs und SPAs mit Vorkommen von Geiern, Pelikanen, Steinadler und Eleonorenfalke;
- IV) 5-km Pufferzone um Brutplätze von 12 großen Greifvogel- und Geierarten;
- V) 2-km Pufferzone um Brutplätze von weiteren drei Greifvogelarten, drei Wasservogelarten und Schwarzstorch (IV oder V trifft zu, wenn nicht schon I, II oder III erfüllt ist).

Die Liste von 21 zugrunde gelegten Vogelarten ist sicherlich unvollständig, z.B. überrascht das Fehlen des Uhus, was aber auch daran liegen mag, dass dessen Brutplätze landesweit nicht bekannt sind. Bisher gibt es solche landesweiten ornithologischen Sensitivitätskarten für WEA nach schottischen Vorbild (BRIGHT et al. 2008) meines Wissens in Europa erst in England und in Ansätzen auch in den Niederlanden.

Im Windpark auf der norwegischen Insel Smøla wurden die grundlegenden ornithologischen Untersuchungen fortgesetzt (auf der Trondheim-Konferenz mehrere Beiträge, zusammenfassend BEVANGER 2011; detaillierte Projektberichte in: BEVANGER et al. 2010). Im Jahr 2010 wurden weitere 10 Seeadler durch eine der 68 WEA getötet, was der bisherige Jahresrekord seit Beginn genauerer Untersuchungen ist (von 2005 bis 2009 waren es bisher insgesamt 28). Die Ermittlung der Aufenthaltsorte von 59 Seeadlern, die auf Smøla von 2003 bis 2010 als Jungvögel mit Sendern versehen wurden, erbrachte wichtige Erkenntnisse. Die Satelliten-Ortungen der in den ersten Lebensjahren noch nicht brütenden Seeadler verteilten sich über die gesamte norwegische Küstenregion, an der weitere Windparks geplant sind. Die Autoren sprechen von einer möglichen kumulativen Dimension des Kollisionsproblems beim Seeadler, das ganz Norwegen betreffen könnte.

Besondere Bedeutung kommt offenbar auch den Schlafplätzen der Vögel zu, die nicht zufällig verteilt sind und den Ornithologen zum Teil als traditionelle Übernachtungsplätze bekannt sind. Drei der häufiger auf Smøla frequentierten Schlafplätze befanden sich am Rand des Windparks. Hier kollidierten allein 9 Seeadler mit WEA und es wird vermutet, dass tödliche Kollisionen gerade auch auf den Flügen hin zu oder weg von den Schlafplätzen geschahen. Auch bei spanischen Gänsegeiern wurde nachgewiesen, dass WEA in der Nähe von Gemeinschafts-Schlafplätzen die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen mit WEA erhöhen (CARRETE et al. 2011); insgesamt verunglücken in Spanien derzeit etwa 1.000 Gänsegeier jährlich an WEA (CAMIÑA 2011). Moorschneehühner waren die am häufigsten unter den 68 WEA auf Smøla tot gefundenen Vögel: insge-

samt 82 im Zeitraum 2006 bis 2010 (PEDERSEN et al. 2011). Von 34 besenderten Vögeln kollidierten 34 % mit den WEA. Die Überlebensraten der auf Smøla besenderten Moorschneehühner war deutlich niedriger als die von Festlandspopulationen ohne Windparks, was auf eine hohe Wintermortalität verursacht durch Fressfeinde und WEA-Kollision zurückgeführt wird. Die Kükenproduktion auf Smøla ist ähnlich hoch wie die anderer Populationen ohne WEA, aber sie reicht nur in einzelnen Jahren aus, um die Mortalität der Adulten auszugleichen. Da die kollidierten Moorschneehühner meist am Turmfuß tot aufgefunden wurden und alle 212 beobachteten Flughöhen unterhalb der Rotorhöhen der WEA lagen, ist es sehr wahrscheinlich, dass die meisten der getöteten Vögel mit den weiß angestrichenen Türmen und nicht mit den Rotoren der WEA zusammengestoßen waren. Kollisionen vor allem von Singvögeln mit weiß angestrichenen WEA-Türmen beschreibt im Detail auch DÜRR (2011). Sollten weitere Untersuchungen bestätigen, dass Vögel regelmäßig auch mit den Türmen von WEA kollidieren, sind Vorhersagemodelle, die Kollisionsereignisse auf die Rotoren beschränken, in noch größeren Umfang korrekturbedürftig.

Neue Publikationen zur Gefährdung von Vögeln an elektrischen Freileitungen

Zum Thema Kollision von Vögeln mit elektrischen Freileitungen sind in den Jahren 2010 und 2011 weitere Veröffentlichungen erschienen, darunter eine Übersichtsarbeit, die das Problem als weltweites und für einige Arten bestands-limitierendes Problem beschreibt (JENKINS et al. 2010). Theoretisch sind am stärksten die Vogelarten Leitungskollisionen ausgesetzt, die groß und schwer, relativ kleinflügelig (hohe Flügel-Flächenbelastung) und die mit einem schlechten frontalen Sehvermögen ausgestattet sind. Auch bestimmte Verhaltenseigenschaften sind für die Wahrscheinlichkeit, mit einer Leitung zu kollidieren, von Bedeutung: Ungünstig sind häufige Flüge in Seilhöhe und im Schwarmverband, Flugjagd unter schlechten Lichtverhältnissen und Ablenkung der Aufmerksamkeit durch z.B. bei Flugbalzaktivitäten und Abwehr von Flugfeinden. Nachdem

SCHAUB & LEBRETON (2004) erstmals eine demografisch substanzielle zusätzliche Kollisionsmortalität durch Leitungsanflug am Beispiel schweizerischer Störche nachgewiesen hatten, werden nun für weitere Vogelarten großräumig negative Auswirkungen auf Brutbestände einzelner Arten beschrieben. Im Falle einer südafrikanischen Trappenart ist, wie schon bei einer Kranichart beschrieben (SHAW et al. 2010), sogar die gesamte Weltpopulation durch Freileitungsanflug gefährdet (JENKINS et al. 2011). Die Autoren rechnen hoch, dass 4.000 bis 11.900 Trappen jährlich an Elektroleitungen umkommen, was bei einem Weltbestand von 56.000 bis 81.000 als nicht tragfähig für die Population angesehen wird. Markierungen vor allem der dünneren Erdseile reduzieren die Kollisions-Wahrscheinlichkeit im weltweiten Schnitt aller Arten zwar um 78 % (BARRIENTOS et al. 2011), doch sind nicht nur in Deutschland längst nicht alle Leitungen entsprechend markiert. Außerdem deckt nur ein Typ von Seilmarkern, der normalerweise angebracht wird, nicht alle kollisionsgefährdeten Arten ab (JENKINS et al. 2010), so dass einige Vogelarten weiterhin durch Leitungsanflug gefährdet sind und das verstärkt, wenn neue Stromleitungen im Zuge des Windkraftausbaus oberirdisch verlegt werden.

An den Masten von Elektrofneileitungen, insbesondere an denen von Mittelspannungsmasten bestimmten Konstruktionstyps, kommt es außerdem gerade bei einigen Großvogelarten zusätzlich noch zu häufigen Verlusten durch Stromtod, wie auch aktuelle Publikationen zeigen (PONCE et al. 2010, LÓPEZ-LÓPEZ et al. 2011). Wie solche Masten durch technische Maßnahmen entschärft werden können, wurde detailliert in einer Sammelschrift von HAAS & SCHÜRENBERG (2008) beschrieben. An der fristgerechten (bis Ende 2012), durch das neue Bundes-Naturschutzgesetz vorgegebenen vogelsicheren Umrüstung dieser Masten bestehen allerdings erhebliche Zweifel (BREUER 2011). Aber selbst wenn die gefährlichen Masten einmal entsprechend umgerüstet sind, bedarf es weiterer Überprüfungen der Masten und eines Totfund-Monitorings, denn nicht alle Entschärfungsmaßnahmen sind bei allen Arten wirksam und durch Materialverschleiss kann

die Wirksamkeit von Isolatoren schon nach zehn Jahren deutlich abnehmen (GUIL et al. 2011).

Neue Publikationen zu Verbreitungswirkungen durch Windenergieanlagen und anthropogenen Lärm

Bisher gab es wenige fundierte und langfristige Untersuchungen zu den nicht letalen Auswirkungen von WEA auf Brutvögel. Eine grobe Auswertung sehr heterogenen Datenmaterials von meist kurzfristigen Studien im Offenland ergab anders als bei Rastvögeln ein durchschnittlich geringes Störungspotenzial, welches von WEA auf Brutvögel ausgeht (HÖTKER 2006). REICHENBACH & STEINBORN (2011) ermittelten nach sieben Jahren standardisierter Brutvogel-Erfassungen beim Kiebitz eine signifikant verminderte Besiedlungsdichte bis 100 m um die untersuchten WEA und einen Bestandsrückgang in den Windparkflächen, während der Brutbestand auf Referenzflächen ohne WEA gleich blieb. Tendenziell wurde der 100-m-Nahbereich von WEA auch von brütenden Uferschnepfen, Brachvögeln und Feldlerchen gemieden. Für die Feldlerche scheint zudem in der Brutzeit die Habitatqualität in den Windparks langfristig abzunehmen. Weitere derartige Untersuchungen sind also nötig, um langfristige Auswirkungen von WEA auf einzelne Brutvogelarten feststellen zu können.

Angesichts der nach dem Reaktorunfall in Japan stark erhöhten Windenergie-Ausbauziele der Bundes- und Landesregierungen sollen z.B. in Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern Waldflächen in größerem Umfang für WEA geöffnet werden. Dabei ist der Forschungsstand zu den Auswirkungen von WEA im Wald auf Vögel noch schlechter als im Offenland. Weitgehend unerforscht sind neben der Kollisionsgefährdung insbesondere mögliche akustische Beeinträchtigungen, die vor allem Waldvogelarten treffen dürften, die vornehmlich akustisch kommunizieren. Zu nennen sind hier vor allem nachaktive Arten wie Eulen, Ziegenmelker (über Meidungsabstände von 250 m zu WEA berichten LANGGEMACH & DÜRR 2011) und Waldschnepfe (nachteilige Effekte von WEA wurden im Schwarzwald festgestellt, J. TRAUTNER mündl. Mitt.) sowie tagaktive Arten wie

Spechte und Raufußhühner. Deshalb ist es derzeit bei den meisten Waldvogelarten allenfalls möglich, ausgehend von Forschungsergebnissen Analogien zu den bekannten Effekten anderer anthropogener Lärmquellen wie Straßenverkehr zu ziehen, um mögliche Gefährdungen von Vögeln durch Schallemissionen von WEA aufzeigen zu können.

Eine Auswertung von 49 weltweit durchgeführten Untersuchungen an Verkehrswegen zeigte, dass die Siedlungsdichte von Vogelpopulationen bis in Entfernungen von über 1.000 m zu Verkehrswegen signifikant vermindert war (BENÍTEZ-LÓPEZ et al. 2011). Für diese negativen Auswirkungen werden vor allem Lärmefekte verantwortlich gemacht, die die akustische Kommunikation, die akustische Feindwahrnehmung oder akustisch orientierte Jagdweisen beeinträchtigen können (BARBER et al. 2010, 2011, KOCIOLEK et al. 2011). Es wurde erstmals nachgewiesen, dass starker Verkehrslärm den Bruterfolg einer Meisenpopulation verminderte (HALFWERK et al. 2011a). Vom anthropogenen Lärm und dessen akustischer Maskierungswirkung besonders stark betroffen sind wahrscheinlich die größeren Vogelarten, deren akustische Signale sich generell mehr im niederen Frequenzspektrum befinden und deshalb mit dem anthropogenen Lärmband überlappen (FRANCIS et al. 2009, 2011). Untersuchungen an 8 nordamerikanischen Waldvogelarten, die starkem Verkehrslärm ausgesetzt waren, bestätigen das: Die beiden Arten mit den tiefsten Lautäußerungen (eine Kuckucks- und Kleiberart) wiesen die stärksten durch Lärm bedingten Abnahmen der Siedlungsdichte auf (GOODWIN & SHRIVER 2011). Solche Effekte sind gerade auch für Eulen zu erwarten, die ein relativ tieftoniges Lautrepertoire aufweisen. Es ist zudem anzunehmen, dass neue, größere WEA derartige negative Effekte auf Vögel verstärken, weil größere WEA niederfrequenten Schall über größere Entfernungen aussenden als kleinere WEA (MØLLER & PEDERSEN 2011).

Kleinere Arten wie viele Singvögel vermögen mit ihren naturgemäß meist hochtonigen Lautäußerungen einem tieferen anthropogenen Lärmfrequenzband eher durch zusätzliche Frequenzerhöhung der Ge-

sänge auszuweichen (SLABBEKOORN & PEET 2003, VERZIJDEN et al. 2010, DOWLING et al. 2011). Diese lärmbedingte Frequenzverschiebung kann jedoch mit einer Verschlechterung der akustischen Kommunikation zwischen Männchen und Weibchen einhergehen (HALFWERK et al. 2011b). Bei den nachaktiven Eulenarten ist zudem noch eine deutliche Verminderung des Jagderfolgs durch starken anthropogenen Lärm zu erwarten (SIEMERS & SCHAUB 2011). Die Autoren wiesen nach, dass der Jagderfolg einer näher untersuchten Fledermausart in der Nähe einer Autobahn um den Faktor 5 reduziert war, weil die akustisch jagende Art die leisen Geräusche der Insekten nicht mehr richtig aus dem hohen Lärmpegel heraushören und orten konnte. Sie schlussfolgern, dass Umweltverträglichkeitsstudien auch die akustischen Effekte menschlicher Aktivitäten untersuchen sollten, was meines Erachtens auch für WEA-Planungen gelten müsste.

D Abschließende Anmerkungen Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere Greifvogel- und Eulenarten und andere Großvogelarten oft einem hohen Kollisionsrisiko an WEA (und damit einhergehenden Energie-Freileitungen) ausgesetzt sind, das sogar negative Auswirkungen auf die Bestandshöhe und Demografie von Populationen haben kann. Indes bestehen weiterhin große Forschungslücken zu den artspezifischen Wirkungsweisen und -intensitäten von WEA auf Vögel, sei es in Form von Vogelschlag, von Scheuch- oder Barrierewirkungen oder unmittelbarer Habitatvernichtung bzw. -beeinträchtigung durch den Bau der WEA und der dafür benötigten Infrastruktur.

Verglichen mit der finanziellen Förderung deutscher WEA sind die Ausgaben für ökologische Begleitforschung bisher sehr gering. Im Jahr 2009 betrugen die Vergütungszahlungen an die Anlagenbetreiber erneuerbarer Energien (einen wesentlichen Anteil daran hat Windstrom) 10,8 Mrd. Euro (BMU 2011). Die deutschen Forschungsgelder für technische Windenergieforschung summieren sich zudem für die Jahre 2001 bis 2009 auf insgesamt 127,8 Millionen Euro, während ökologische Forschungsarbeiten im selben Zeitraum nur in der

Höhe von 20,9 Millionen Euro vom Bundesumweltministerium gefördert wurden, davon 18,5 Millionen Euro für Untersuchungen zur Windenergienutzung Offshore und 2,4 Millionen für Untersuchungen auf dem Festland (PETROVIC 2010). Auf hoher See sind Untersuchungen insbesondere zur Kollisionsgefährdung technisch viel schwieriger als auf dem Festland. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind bisher ernüchternd, weil nicht einmal größenordnungsmäßig bekannt ist, wie viele Vögel an Offshore-WEA verunglücken, denn weiterhin ist z.B. die Frage ungeklärt, ob nachts über das Meer ziehende Vogelarten den beleuchteten WEA ausweichen oder sogar von diesen angezogen werden und welche Konsequenzen Kollisionen mit Offshore-WEA auf dem Zug für die entsprechenden Brutpopulationen haben (BELLEBAUM et al. 2010, KUBETZKI et al. 2011). Auch hierbei sind kumulative Wirkungen in Betracht zu ziehen. Zu den Kollisionsverlusten auf See können Verluste an WEA im Brutgebiet oder durch die Fischerei verursachte (BELLEBAUM et al. 2011) hinzukommen. Deshalb müsste die ornithologische Forschung zu den Auswirkungen von WEA erheblich ausgedehnt werden, bevor die Windstromerzeugung weiter stark ausgebaut wird.

Dabei sollten die Forschungsmittel gezielt eingesetzt werden. Das norwegische Forschungsprojekt (BEVANGER et al. 2010b) zeigt, dass es wichtig ist, eine ausreichende Zahl von Vögeln zu besondern (in diesem Projekt waren es 34 Moorschneehühner und 59 Seeadler) und die Aufenthaltsorte der besondern Vögel bis zum Tod zu verfolgen, um gesicherte Ergebnisse vor allem zu den Todesursachen und Mortalitätsraten zu erhalten. Dies ist im Falle des vom Bundesumweltministerium geförderten Forschungsprojektes „Windkraft und Greifvögel“ (<http://bergenhusen.nabu.de/forschung/greifvoegel/projektvorstellung/>) nicht der Fall, denn nur jeweils 7, 9 und 10 Individuen von Seeadler, Wiesenweihe und Rotmilan wurden besondert und meist nur über kurze Lebensabschnitte verfolgt (KRONE et al. 2011, GRAJETZKY et al. 2011, MAMMEN et al. 2011).

Umso wichtiger ist es, das vorhandene Wissen, das oft in unveröffentlichten Berichten schlecht zugänglich ist, umfassend auszuwerten und bei

zukünftigen WEA-Planungen anzuwenden. Die Übersichtsarbeit von HÖTKER (2006), der vor allem Studien und Gelegenheits-Beobachtungen aus Deutschland und Nordamerika zugrundelag und die z.B. den Aspekt kumulative Wirkungen außer acht lässt, bedarf einer umfassenden Fortschreibung.

Die Aufgabe einer großräumigen Steuerung von WEA und Windparks unter Beachtung naturschutzfachlicher Gesichtspunkte obliegt einer Gesamtplanung auf Ebene des jeweiligen Bundeslandes und/oder der Regionen. Bisher ist aber in der Bundesrepublik kein Ansinnen staatlicher Stellen erkennbar, den angestrebten massiven Ausbau der Windenergienutzung großräumig und unter konsequenter Berücksichtigung von Naturschutzbelangen zu planen (vgl. BRIGHT et al. 2008, DIMALEXIS et al. 2010). Selbst für den Windstromausbau fehlt ein Gesamtplan: „Es gibt keine Vorstellung davon, wann, wie viel, wo erreicht werden soll“ (O. HOHMEYER in NABER et al. 2011).

Für eine großräumige Steuerung des Windkraftausbaus sind Umweltverträglichkeitsstudien (UVS) grundsätzlich nicht gedacht und deshalb auch wenig geeignet, weil sie meist nur einzelne WEA oder Windparks behandeln. Sie sind jedoch eine wesentliche Entscheidungsbasis der Genehmigungsbehörden bei der Beurteilung von Anträgen auf den Bau einer WEA oder eines Windparks. Viele der bisher durchgeführten UVS waren allerdings nach eigener langjähriger Erfahrung zu kurzfristig, zu kleinräumig und auf ein zu kleines Artenset ausgelegt. Zudem wurde oft mit unzureichender Methodik gearbeitet, kumulative Effekte wurden entweder gar nicht oder unzureichend bearbeitet und eine ausreichende Qualifizierung der die Daten erhebenden Ornithologen war augenscheinlich nicht immer gegeben. Ein Mangel an zuverlässigen UVS gilt offenbar auch für Spanien (CAMIÑA 2011). Ein häufiger Grund dafür ist die fachlich und personell nicht ausreichende Ausstattung der Genehmigungsbehörden, die die Überprüfung der vom Vorhabenträger einzureichenden Unterlagen (vgl. Art. 6 III UVP-RL, § 6 UVPG) auf Qualität und Tragfähigkeit oftmals nicht erlauben. Zudem wird die unabhängige naturschutzfachliche Begutachtung von deutschen WEA-

Planungen dadurch behindert, dass der Vorhabenträger sich seinen Gutachter selbst aussucht und dessen Tätigkeit auch entgeltet. Die Vergabe naturschutzfachlicher Gutachten zu WEA-Planungen sollte deshalb analog z.B. zu Straßenplanungen in der Hand der Genehmigungsbehörden liegen, die dafür entsprechend ausgestattet werden müssten.

Meines Erachtens wäre zudem eine bundesweite Meldepflicht für Totfunde von Vögeln (ggf. begrenzt auf Vögel ab einer gewissen Größe) und Fledermäusen unter WEA zumindest für eine begrenzte Zeitspanne angeraten, die für Behördenvertreter, WEA-Betreiber und WEA-Wartungspersonal sowie für Jäger, Land- und Forstwirte, die in Windparks tätig sind, gelten sollte. Die Totfunde sollten an eine zentrale, entsprechend personell ausgestattete, politisch unabhängige Dokumentationsstelle gemeldet und dort ausgewertet werden. CARRETE et al. (2011) zeigen, welche wichtige Aufschlüsse mit ortsgenau dokumentierten WEA-Kollisionsopfern sowie Brut- und Ruheplätzen einer Art erzielt werden können: Es wurde ein recht zuverlässiges räumliches Vorhersagemodell für die Kollisionswahrscheinlichkeit spanischer Gänsegeier erarbeitet, mit dessen Anwendung der Windenergieausbau großflächig geierfreundlich geplant und gesteuert werden könnte. Solche Vorhersagemodelle wären insbesondere für Arten wie den Rotmilan vordringlich zu erarbeiten, dessen Bestände in weiten Teilen seines relativ kleinen Verbreitungsgebietes durch weitere anthropogene Todesursachen wie absichtliche und unabsichtliche Vergiftung, Abschuss, Verkehrstod, Stromtod und Kollision an Leitungen schon gefährdet sind (BERNY & GAILLET 2008, NICOLAI et al. 2009, SMART et al. 2010, TAVECCHIA et al. 2011).

Danksagung

TOBIAS DÜRR danke ich für die Bereitstellung der deutschen Fundliste kollidierter Vögel, ERNST KNIPRATH, JOCHEN WIESNER, RALF JOEST sowie MARTIN GELLERMANN für die Durchsicht des gesamten bzw. von Teilen des Manuskriptes und den Bildautoren für die zur Verfügung gestellten Fotos.

Literaturverzeichnis

- ALAMEDA COUNTY SRC (ESTEP J & SMALLWOOD S) 2010: Guidelines for siting wind turbines recommended for relocation to minimize potential collision-related mortality of four focal raptor species in the Altamont Pass Wind Resource Area. Report, 24 Seiten (http://www.altamontsrc.org/alt_doc/p70_src_relocation_guidelines.pdf)
- AUMÜLLER R, BOOS K, FREIENSTEIN S, HILL K & HILL R 2011: Beschreibung eines Vogelschlagereignisses und seiner Ursachen an einer Forschungsplattform in der Deutschen Bucht. *Vogelwarte* 49: 9–16
- BAISNER A, ANDERSEN J, FINDSEN A, GRANATH S, MADSEN K & DESHOLM M 2010: Minimizing collision risk between migrating raptors and marine wind farms: Development of a spatial planning tool. *Environmental Management* 46: 801–808
- BALLASUS H, HILL K & HÜPPOP H 2009: Gefahren künstlicher Beleuchtung für ziehende Vögel und Fledermäuse. *Ber. Vogelschutz* 46: 127–157
- BARBER JR, CROOKS KR & FRISTRUP KM 2010: The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology & Evolution* 25: 180–189
- BARBER JR, BURDETT CL, REED SE, WARNER KA, FORMICHELLA C, CROOKS KR, THEOBALD DM & FRISTRUP KM 2011: Anthropogenic noise exposure in protected natural areas: estimating the scale of ecological consequences. *Landscape Ecology* 26: 1281–1295
- BARRIENTOS R, ALONSO JC, PONCE C & PALACÍN C 2011: Meta-Analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology* 25: 893–903
- BARRIOS L & RODRÍGUES A 2004: Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at onshore wind turbines. *J. Animal Ecology* 41: 72–81
- BELLEBAUM J, GRIEGER C, KLEIN R, KÖPPEN U, KUBE J, NEUMANN R, SCHULZ A, SORDYL H & WENDELN H 2010: Ermittlung artbezogener Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen. Abschlussbericht, aktualisierte Fassung von März 2010. 333 Seiten. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FKZ 0329948 (<http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb10/624406555.pdf>)
- BELLEBAUM J 2011: Untersuchung und Bewertung des Beifangs von Seevögeln durch die passive Meeresfischerei in der Ostsee. *BfN-Skripten* 295 (http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/2011-03-21-BfN_Netzopfer_Endbericht_de.pdf)
- BENÍTEZ-LÓPEZ A, ALKEMADE R & VERWEIJ PA 2011: The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation* 143: 1307–1316
- BERNY P & GAILLET JR 2008: Acute poisoning of Red kites (*Milvus milvus*) in France: data from the Sagir network. *J. Wildlife Diseases* 44: 417–426
- BEVANGER K 2011: Wind energy and wildlife impacts -lessons learned from Smøla. Presentation Conference on wind energy & wildlife impacts. Trondheim, Norway, 3 May 2011 (<http://cww2011.nina.no/Portals/CWW2011/Presentations/Wind%20energy%20and%20wildlife%20impacts%20-Bevanger.pdf>)
- BEVANGER K, BARTZKE G, BRØSETH H, GJERSHAUG JO, HANSEN F, JACOBSEN KO, KVALØY P, MAY R, NYGÅRD T, PEDERSEN HC, REITAN O, REFSNÆS S, STOKKE S & VANG R 2009a: “Optimal design and routing of power lines; ecological, technical and economic perspectives” (OPTI-POL). Progress Report 2009. NINA report 504. 46 Seiten (<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2009/504.pdf>)
- BEVANGER K, BERNTSEN F, CLAUSEN S, DAHL EL, FLAGSTAD Ø, FOLLESTAD A, HALLEY D, HANSEN F, HOEL PL, JOHNSEN L, KALØY P, MAY R, NYGÅRD T, PEDERSEN HC, REITAN O, STEINHEIM Y & VANG R 2009b: “Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway” (Bird-Wind). Progress Report 2009. NINA Report 505. 70 Seiten (<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2009/505.pdf>)
- BEVANGER K, DAHL EL, GJERSHAUG JO, HALLEY D, HANSEN F, NYGÅRD T, PEARSON M, PEDERSEN HC & REITAN O 2010a: [Avian post-construction studies and EIA for planned extension of the Hitra wind-power plant.]. NINA report 503. 68 Seiten. Norwegisch mit englischer Zusammenfassung (www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2010/503.pdf)
- BEVANGER K, BERNTSEN F, CLAUSEN S, DAHL EL, FLAGSTAD Ø, FOLLESTAD A, HALLEY D, HANSEN F, JOHNSEN L, KVALØY P, LUND-HOEL P, MAY R, NYGÅRD T, PEDERSEN HC, REITAN O, RØSKAFT E, STEINHEIM Y, STOKKE B & VANG R 2010b: Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Report on findings 2007–2010. NINA Report 620. 152 Seiten (<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2011/620.pdf>)
- BLEW J, HOFFMANN M, NEHLS G & HENNIG V 2008: Investigations of the birds collision risk and the response of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea and Nysted, Baltic Sea in Denmark. Part I: Birds. Endbericht, 133 Seiten (<http://bioconsult-sh.de/pdf/Final%20Report%20Offshore%20Collision%20Risk%20Birds%20DK%2020081219.pdf>)
- BREUER W 2011: Neue VDE-Vorschrift zum Vogelschutz an Mittelspannungsmasten. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43: 315–316
- BRIGHT J, LANGSTON R, BULLMAN R, EVANS R, GARDNER S & PEARCE-HIGGINS J 2008: Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: A tool to aid planning and conservation. *Biological Conservation* 141: 2342–2356 (http://www.birdlife.co.za/data/files/document_6_20100806132334.pdf)
- BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAK-

- TORSICHERHEIT (BMU) (Hrsg.) 2011: Erneuerbare Energien 2010. Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010, 25 Seiten (http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/portal_news/newsarchiv2011_2/ee_in_zahlen_2010_bf.pdf)
- CAMIÑA, AC 2008: [Renewable energies and conservation of carrion eating birds: The case of the Eurasian Griffon vulture *Gyps fulvus* in northern Spain]. p. 171–180 in: MAYOL J & VIADA C (Eds.): Proceedings Congreso Técnico de Conservación de Fauna y Flora Silvestres: Palma de Mallorca, September 2006. Spanisch mit englischer Zusammenfassung (<http://www.scribd.com/doc/20865239/Camina-2008-Las-energias-renovables-y-las-aves-carroneras-RUMBO-DEL-ARCA>)
- CAMIÑA AC 2011: Ein vermeidbarer Konflikt: Geier und Windenergieanlagen. Falke 58: 504–507
- CARRETE M, SÁNCHEZ-ZAPATA JA, BENÍTEZ JR, LOBÓN M & DONÁZAR JA 2009: Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. Biological Conservation 142: 2954–2961 ([http://www.ebd.csic.es/carnivoros/personal/carrete/martina/recursos/39.%202009%20Carrete%20et%20al%20\(2009c\)%20Biol%20Cons.pdf](http://www.ebd.csic.es/carnivoros/personal/carrete/martina/recursos/39.%202009%20Carrete%20et%20al%20(2009c)%20Biol%20Cons.pdf))
- CARRETE M, SÁNCHEZ-ZAPATA JA, BENÍTEZ JR, LOBÓN M, CAMIÑA A, LEKUONA JM, MONTELÍO E & DONÁZAR JA 2010: The precautionary principle and wind-farm planning: Data scarcity does not imply absence of effects. Biological Conservation 143: 1829–1830
- CARRETE M, SÁNCHEZ-ZAPATA JA, BENÍTEZ JR, LOBÓN M, MONTOYA F & DONÁZAR JA 2011: Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. Biological Conservation doi: 10.1016/j.biocon.2011.10.017
- CHAMBERLAIN DE, REHFISCH MM, FOX AD, DESHOLM M & ANTHONY SJ 2006: The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. Ibis 148 (Suppl. 1): 198–202
- DENAC D & VREZEC A 2005: Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* found in bare karst area of Pag island (N Dalmatia, Croatia). Acrocephalus 26: 187–190
- DESHOLM M 2003: How much do small-scale changes in flight direction increase overall migration distance? J. Avian Biology 34: 155–158
- DESHOLM M 2009: Avian sensitivity to mortality: prioritising migratory bird species for assessment at proposed wind farms. Journal of Environmental Management 46: 801–808
- DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR (Hrsg.) 2010: DENA-Netzstudie II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015–2020 mit Ausblick 2025. Zusammenfassung des Berichts. 28 Seiten (http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Studien___Umfragen/Ergebniszusammenfassung_dena-Netzstudie.pdf)
- DIMALEXIS A, KASTRITIS T, MANOLOPOULOS A, KORBETI M, FRIC J, SARAVIA MULLIN V, XIROUCHAKIS S & BOUSBOURAS D 2010: Identification and mapping of sensitive bird areas to wind farm development in Greece. Hellenic Ornithological Society, Athens. 126 Seiten. (<http://files.ornithologiki.gr/docs/politiki/aiolika/prosdiorismos%20kai%20xartografi-si.pdf>)
- DOWLING JL, LUTHER DA & MARRA PP 2011: Comparative effects of urban development and anthropogenic noise on bird songs. Behavioral Ecology. First published online November 11, 2011, doi:10.1093/beheco/arr176
- DREWITT AL & LANGSTON RHW 2008: Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1134: 233–266
- DÜRR T 2009: Zur Gefährdung des Rotmilans *Milvus milvus* durch Windenergieanlagen in Deutschland. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen Heft 3: 185–191
- DÜRR T 2011: Dunkler Anstrich könnte Kollisionen verhindern: Vogelunfälle an Windradmasten. Falke 58: 499–501
- EICHHORN M & DRECHSLER M 2010: Spatial trade-offs between wind power production and bird collision avoidance in agricultural landscapes. Ecology and Society 15: 10 [online] (<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art10>)
- EUROPEAN COMMISSION (Eds.) 2010: Guidance Document. Wind energy developments and NATURA 2000. Report, October 2010. 116 Seiten (http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf)
- EVERAERT J 2008. [Effects of wind turbines on fauna in Flanders: Study results, discussion and recommendations]. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (rapportnr. INBO.R.2008.44). 174 pp. Niederländisch mit englischer Zusammenfassung (<http://publicaties.vlaanderen.be/eb1-web/download/publicatieSessionFacade/publicatie-DownloadAction/downloadVanDetail?method=downloadVanDetail&id=12563>)
- FRANCIS CD, ORTEGA CP & CRUZ A 2009: Noise changes avian communities and species interactions. Current Biology 19: 1415–1419
- FRANCIS CD, ORTEGA CP & CRUZ A 2011: Noise pollution filters bird communities based on vocal frequency. PLoS ONE 6(11): e27052. doi:10.1371/journal.pone.0027052
- GOODWIN SE & SHRIVER WG 2011: Effects of traffic noise on occupancy patterns of forest birds. Conservation Biology 25: 406–411
- GRAJETZKY B, HOFFMANN M & NEHLS G 2011: BMU-Projekt Greifvögel und Windkraft, Teilprojekt Wiesenweihe: Telemetrische Untersuchungen. Vortrag vom 8. November 2010 (http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsite/wiesenweihe_telemetrie_grajetzky.pdf)
- GUIL F, FERNÁNDEZ-OLALLA M, MORENO-OPPO R, MOSQUEDA I, GÓMEZ ME et al. 2011: Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: The importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation meas-

- ures. PLoS ONE 6(11): e28212. doi: 10.1371/journal.pone.0028212 (<http://www.plosone.org/article/attachment.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0028212&representation=PDF>)
- HAAS D & SCHÜRENBERG B (Hrsg.) 2008: Stromtod von Vögeln: Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen. Ökologie der Vögel Band 26, 303 Seiten. Druckerei Koch, Reutlingen
- HALFWERK W, HOLLEMAN, LJM, LESSELLS CM & SLABBEKOORN H 2011a: Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *J. Applied Ecology* 48: 210–219
- HALFWERK W, BOT S, BUIKX J, VAN DER VELDE M, KOMDEUR J, TEN CATE C & SLABBEKOORN H 2011b: Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. *PNAS* 108: 14549–14554; published ahead of print August 30, 2011, doi:10.1073/pnas.1109091108
- HILGERLOH G, MICHALIK A & RADDATZ B 2011: Autumn migration of soaring birds through the Gebel El Zeit Important Bird Area (IBA), Egypt, threatened by wind farm projects. *Bird Conservation International* 21: 365–375
- HÖTKER H 2006: Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen. Bericht, 40 Seiten (http://bergenhusen.nabu.de/download/Windkraft_LANU_Endbericht1.pdf)
- HÜPPOP O, HILL R, HÜPPOP K & JACHMANN F 2009: Auswirkungen auf den Vogelzug. Begleitforschung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nordsee FINOBIRD. Abschlussbericht (Förderkennzeichen 0329983, Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). 278 Seiten (http://www.ifv-vogelwarte.de/files/offshore/FKZ0329983_FINOBIRD_Abschlussbericht.pdf)
- HUNT WG 2002: Golden eagles in a perilous landscape: Predicting the effects of mitigation for wind turbine blade-strike mortality. Report P500-02-043F (www.energy.ca.gov/reports/2002-11-04_500-02-043F.PDF)
- IUCN (Eds.) 2007: Guidelines for applying the precautionary principle to biodiversity conservation and natural resource management. As approved by the 67th meeting of the IUCN Council 4–16 May 2007 (http://cms-data.iucn.org/downloads/ln250507_ppguidelines.pdf)
- JENKINS AR, SMALLIE JJ & DIAMOND M 2010: Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International* 20: 263–278
- JENKINS AR, JESSICA MS, SMALLIE JJ, GIBBONS B, VISAGIE R & RYAN PG 2011: Estimating the impacts of power line collisions on Ludwig bustards *Neotis ludwigii*. *Bird Conservation International* 21: 303–310
- JOEST R 2008: Bestand, Habitatwahl und Schutz des Wachtelkönigs im Europäischen Vogelschutzgebiet Hellwegbörde in den Jahren 2007 und 2008. Bericht, 40 Seiten. Bad Sassen-dorf Lohne
- JUNTA DE ANDALUCIA (Eds.) 2010: Programa de Seguimiento de Parques Eólicos. Memoria de Resultados 2005–2009. Servicio de Gestión del Medio Natural, Delegación Provincial de Medio, Cádiz. Bericht, 40 Seiten
- KOCIOLEK AV, CLEVINGER AP, ST CLAIR CC & PROPPE DS 2011: Effects of road networks on bird populations. *Conserv. Biology* 25: 241–249
- KRET E, CARCAMO B, ZOGRAFOU C & VASILAKIS D 2011: Assessing the impact on birds of prey of nine established wind farms in Thrace, NE Greece. Presentation Conference on wind energy & wildlife impacts. Trondheim, Norway, 3 May 2011 (<http://cww2011.nina.no/LinkClick.aspx?fileticket=xrDm7hBpTO4%3d&tabid=3989>)
- KRONE O, GIPPERT M, GRÜNKORN T & TREU G 2011: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge Teilprojekt Seeadler. Vortrag vom 8. November 2010 (http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsite/vortrag___ber_seeadler_von_krone.pdf)
- KUBETZKI U, GARTHE S & HÜPPOP O 2011: Auswirkungen auf See- und Zugvögel: Offshore-Windenergieanlagen. *Falke* 58: 490–494
- LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VOGELSCHUTZWARTEN 2007: Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel-lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 151–153 (http://www.driv-web.de/Downloads/BzV44/BzV_151-153-LAG-VSW-Abstand.pdf)
- LANGGEMACH T & DÜRR T 2011: Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. Stand 13. Mai 2011 (http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2334.de/vsw_tak_2011.pdf)
- LEKUONA JM & URSÚA C 2007: Avian mortality in wind power plants of Navarra (northern Spain). P. 177–189 in: De Lucas M, Janss GFE & Ferrer N (Eds.): *Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation*. Quercus, Madrid
- LÓPEZ-LÓPEZ P, FERRER M, MADERO A, CASADO E & McGRADY M 2011: Solving man-induced large-scale conservation problems: The Spanish Imperial eagle and power lines. *PLoS ONE* 6(3): e17196. doi: 10.1371/journal.pone.0017196 (<http://www.plosone.org/article/attachment.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0017196&representation=PDF>)
- LOOSE T 2009: Der Rauhfußkauz (*Aegolius funereus*) im Windpark Hartenfelser Kopf - erste Ergebnisse eines Monitorings. *Eulen-Rundblick* Nr. 59: 18
- MAMMEN U, MAMMEN K, KRATZSCH L, RESEARITZ A & SIANO R 2009: Interactions of Red kites and wind farms: results of radio telemetry and field observations. Seiten 14–25 in: HÖTKER H (ed.): *Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions*. Documentation of an international workshop in Berlin, 21st and 22nd October 2008 (http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsite/birds_of_pre_and_windfarms_documentation_2009.pdf)

- MAMMEN U, MAMMEN K, HEINRICHS N & RESETARITZ A 2011: Rotmilan und Windkraftanlagen: aktuelle Ergebnisse zur Konfliktminimierung. Vortrag vom 8. November 2010 (http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreif-website/wka_von_mammen.pdf)
- MARTIN GR 2010: Bird collisions: a visual or a perceptual problem? BOU Proceedings Climate Change and Birds. 4 Seiten (<http://www.bou.org.uk/bouproc-net/ccb/martin.pdf>)
- MARTIN GR 2011: Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239–254
- MARTIN GR & SHAW JM 2010: Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biological Conservation* 143: 2695–2702
- MARTÍNEZ JE, CALVO JF, MARTÍNEZ JA, ZUBEROGOITIA I, CEREZO E, MARRIQUE J, GÓMEZ GJ, NEVAO JC, SÁNCHEZ M, SÁNCHEZ R, BAYO J, PALLARÉS A, GONZÁLEZ C, GÓMEZ JM, PÉREZ P & MOTOS J 2010: Potential impact of wind farms on territories of large eagles in southeastern Spain. *Biodiversity Conservation* 19: 3757–3767
- MARTÍNEZ-ABRAÍN A, TAVECCHIA G, REGAN HM, JIMÉNEZ J, SURROCA M. & ORO D 2011: Effects of wind farms and food scarcity on a large scavenging bird species following an epidemic of bovine spongiform encephalopathy. *J. Applied Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.02080.x
- MASDEN EA, HAYDON DT, FOX AD, FURNESS RW, BULLMAN R & DESHOLM M 2009: Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of marine Science* 66: 746–753
- MASDEN EA, FOX AD, FURNESS RW, BULLMAN R & HAYDON DT 2010: Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review* 30: 1–7 (http://www.seaturtle.org/PDF/MasdenEA_2009_EnviroImpactAssessRev.pdf)
- MAY R & BEVANGER K (Eds.) 2011: Proceedings. Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2–5 May 2011, Trondheim, Norway. NINA Report 693. 140 Seiten (<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2011/693.pdf>)
- MAY R, HOEL PL, LANGSTON R, DAHL EL, BEVANGER K, REITAN O, NYGÅRD T, PEDERSEN HC, RØSKAFT E & STOKKE BG 2010: Collision risk in White-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant. NINA Report 639. 25 Seiten (<http://www.nina.no/Publikasjoner/Publikasjon.aspx?pubid=6204>)
- MENDEL B & GARTHE S 2010: Kumulative Auswirkungen von Offshore-Windkraftnutzung und Schiffsverkehr am Beispiel der See-taucher in der Deutschen Bucht. *Coastline reports* 15: 31–44 (http://databases.eucc-d.de/files/documents/00000954_31-44.pdf)
- MØLLER H & PEDERSEN CS 2011: Low-frequency noise from large wind turbines. *J. Acoustical Society of America* 129: 3727–3744
- MUÑOZ AR 2011: Raptor mortality in wind farms of southern Spain: mitigation measures on a major migration bottleneck area. Presentation Conference on wind energy & wildlife impacts. Trondheim, Norway, 3 May 2011 (<http://cww2011.nina.no/LinkClick.aspx?fileticket=IP4gOyIFAKc%3d&tabid=3989>)
- MÜLLER A. & ILLNER H 2001a: Erfassung des Wachtelkönigs in Nordrhein-Westfalen 1998 bis 2000. *LÖBF-Mitteilungen* 26: 36–51
- MÜLLER A & ILLNER H 2001b: Beeinflussen Windenergieanlagen die Verteilung rufender Wachtelkönige und Wachteln? Vortrag auf der Konferenz „Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes“, Technische Universität Berlin, 29./30. November 2001
- NABER N, THÖNE I, THÖLKE M & RESCHKE A 2011: Energiewende: Wie Ökostrom die Natur zerstört. Fernsendung vom 17. November 2011 (<http://daserste.ndr.de/panorama/archiv/2011/windenergie157.html>)
- NICOLAI B, GÜNTER E & HELLMANN M 2009: Artenschutz beim Rotmilan. Zur aktuellen Situation in seinem Welt-Verbreitungszentrum Deutschland/ Sachsen-Anhalt (Grundlagen, Probleme, Aussichten). *Natur und Landschaft* 41: 69–77
- NYGÅRD T, BEVANGER K, DAHL EL, FLAGSTAD Ø, FOLLESTAD A, LUND HOEL P, MAY R & REITAN O 2010: A study of White-tailed eagle *Haliaeetus albicilla* movements and mortality at a wind farm in Norway. BOU Proceedings-Climate Change and Birds. 4 Seiten (<http://www.bou.org.uk/bouproc-net/ccb/nygard-et-al.pdf>)
- PEARCE-HIGGINS JW, STEPHEN L, LANGSTON RHW & BRIGHT JA 2008: Assessing the cumulative impacts of wind farms on peatland birds: a case study of Golden plover *Pluvialis apricaria* in Scotland. *Mires and Peat* 4: 1–13 (http://www.mires-and-peat.net/map04/map_04_01.pdf)
- PEARCE-HIGGINS JW, STEPHEN L, LANGSTON RHW, BAIBRIDGE IP & BULLMAN R. 2009: The distribution of breeding birds around upland wind farms. *J. Applied Ecology* 46: 1323–1331
- PEDERSEN HC, BRØSETH H, NILSEN EB, SANDERCOCK BK & BEVANGER K 2011: Mortality of radio collared Willow Ptarmigan in Smøla wind-power plant. Presentation Conference on wind energy & wildlife impacts. Trondheim, Norway, 3 May 2011 (<http://cww2011.nina.no/LinkClick.aspx?fileticket=VYsFs31Uk7E%3d&tabid=3989>)
- PETROVIC T 2010: Underwater noise and offshore wind farms- scientific findings and further research needs. Vortrag 7. April 2010 (http://www.bsh.de/de/Das_BSH/Veranstaltungen/Cetacean_Society/Petrovic.pdf)
- POIRAZIDIS K, SCHINDLER S, KAKALIS E, RUIZ C, BAKALOUDIS D, SCANDOLARA C, EASTHAM C, HRISTOW H & CATSADORAKIS G 2010: Diurnal birds of prey in Dadia-Lefkimi-Soufli National Park: Long-term population trends and habitat. P. 151–168 in: CATSADORAKIS G & KÄLLANDER H (Eds.): *The Dadia-Lefkimi-Soufli National Park, Greece: Biodiversity, Management and Conservation*. WWF Greece, Athens

- PONCE C, ALONSO JC, ARGANDOÑA G, GARCÍA FERNÁNDEZ A & CARRASCO M 2010: Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation* 13: 603–612
- REICHENBACH M & STEINBORN H 2011: Windturbines and meadow birds in Germany. Results of a 7-year BACI study. Presentation Conference on wind energy & wildlife impacts. Trondheim, Norway, 3 May 2011 (<http://cww2011.nina.no/LinkClick.aspx?fileticket=5Vx5zl4qyQA%3d&tabid=3989>)
- ROLLAN A, REAL J, BOSCH R, TINTO A & HERNÁNDEZ-MATÍAS A 2010: Modelling the risk of collision with power lines in Bonelli's eagle *Hieraaetus fasciatus* and its conservation implications. *Bird Conservation International* 20: 279–294
- SCHAUB M, AEBISCHER A, GIMENEZ O, BERGER S & ARLETTAZ R 2010: Massive immigration balances high anthropogenic mortality in a stable eagle owl population: Lessons for conservation. *Biological Conservation* 143: 1911–1918 (http://xa.yimg.com/kq/groups/4619000/578488749/name/Schaub_BiolCons2010-Bubo.pdf)
- SCHAUB M, & PRADEL R 2004: Assessing the relative importance of different sources of mortality from recovery of marked animals. *Ecology* 85: 930–938
- SHAW JM, JENKINS AR, SMALLIE JJ & RYAN PG 2010: Modelling power-line collision risk for the Blue Crane *Anthropoides paradiseus* in South Africa. *Ibis* 152: 590–599
- SIEMERS BM & SCHAUB A 2011: Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. *Proc. R. Soc. B* 278:1646–1652
- SLABBEKOORN H & PEET M 2003: Ecology: Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424: 267
- SMALLWOOD KS 2008: Assessment of relocation/removal of Altamont Pass wind turbines rated as hazardous by the Alameda County SRC. Alameda County, SRC document P-103. 10 Seiten (http://www.altamontsrc.org/alt_doc/p103_assessment_of_src_recommendations_to_relocate_rated_turbines.pdf)
- SMALLWOOD KS 2010: Fatality rates in the Altamont Pass Wind Resource Area 1998–2009. Report, 55 Seiten (http://www.altamontsrc.org/alt_doc/p145_smallwood_fatality_monitoring_results_12_31_09.pdf)
- SMALLWOOD KS; THELANDER CG; MORRISON ML; RUGGE LM 2007: Burrowing owl mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. *J. Wildlife Management* 71: 1513–1524
- SMALLWOOD KS, NEHER & BELL DA 2009: Map-based repowering and reorganization of a wind resource area to minimize burrowing owl and other bird fatalities. *Energies* 2009(2): 915–943 (<http://www.mdpi.com/1996-1073/2/4/915>)
- SMALLWOOD KS, BELL DA, SNYDER SA & DiDONATO JE 2010: Novel scavenger removal trials increase wind turbine-caused avian fatality estimates. *J. Wildlife Management* 74: 1089–1097
- SMART J, AMAR A, SIM IM, ETHERIDGE B, CAMERON D, CHRISTIE G & WILSON JD 2010: Illegal killing slows population recovery of a re-introduced raptor of high conservation concern – The Red kite *Milvus milvus*. *Biological Conservation* 143: 1278–1286
- STIENEN E, COURTENS W, EVERAERT J & VAN DE WALLE M 2008: Sex-biased mortality of Common terns in wind farm collisions. *The Condor* 110:154–157
- SÜDBECK P, BAUER HG, BOSCHERT M, BOYE P & KNIEF W 2007: Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. Fassung, 30. November 2007. *Ber. Vogelschutz* 44: 23–81 (http://www.dda-web.de/downloads/texts/publications/suedbeck_et_al_2007_rote_liste_brutvoegel.pdf)
- TAPIA L, DOMÍNGUEZ J & RODRÍGUEZ L 2009: Using probability of occurrence to assess potential interaction between wind farms and a residual population of golden eagle *Aquila chrysaetos* in NW Spain. *Biodiv. Conserv.* 18:2033–2041
- TAVECCHIA G, ADROVER J, NAVARRO AM & PRADEL R 2011: Modelling mortality causes in longitudinal data in the presence of tag loss: application to raptor poisoning and electrocution. *J. appl. Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.02074.x
- TELLERÍA JL 2009a: Overlap between wind power plants and Griffon vultures *Gyps fulvus* in Spain. *Bird Study* 56: 268–271 (http://www.ucm.es/info/zoo/bcv/pdf/2009_BirdStudy_56_268.pdf)
- TELLERÍA JL 2009b: Wind power plants and the conservation of birds and bats in Spain: A geographical assessment. *Biodiversity and Conservation* 18:1781–1791 (http://www.ucm.es/info/zoo/bcv/pdf/2009_BiodivCons_18_1781.pdf)
- VASILAKIS D, AKRIOTIS T, SCHINDLER S 2009: Flight height and range use of the Eurasian Black vulture (*Aegypius monachus*) in Thrace, Greece: Implications for wildlife management and proposed wind farms. Poster EOU Conference
- VASILAKIS D, CÁRCAMO B, SCHINDLER S, ELORRIAGA J & SKARTSI T 2011: When the aeolian energy invades the foraging areas of an endangered vulture. P. 330–336 in: Zuberogoitia I & Martínez JE (Eds.): *Forest raptors: conservation, ecology, behaviour and management implications*. Vizcaya Foral Diputación, Bilbao
- VERZIJDEN MN, RIPMEESTER EAP, OHMS VR, SNELDERWAARD P & SLABBEKOORN H 2010: Immediate spectral flexibility in singing Chiffchaffs during experimental exposure to highway noise. *J. Exp. Biology* 213: 2575–2581
- ZEILER HP & GRÜNSCHACHNER-BERGER V 2009: Impact of wind power plants on black grouse, *Lyrurus tetrix*, in Alpine regions. *Folia Zool.* 58: 173–182 (http://www.ivb.cz/fo- lia/58/2/173-182_MS1449.pdf)

Anschrift des Verfassers:

Hugo-Kükelhaus-Weg 8
59494 Soest
E-Mail: h.illner@freenet.de

Korrekturen zu der Druckfassung

In der Spalte Kollisionsrate BRD ($1/2 \cdot x \cdot 100$) der Tabelle muss es richtig heißen:

Seite 87: Circus pygargus **0,227%** (anstatt 0,000%)

Seite 89: Alauda arvensis **0,001%** (anstatt 0,000%)