



Naturverträglicher Ausbau der Windenergie

Handlungsbedarf und Leitlinien für die weitere Entwicklung in Deutschland

Im Spannungsfeld von Klimawandel und Naturschutz – Stand und Perspektiven der Windenergienutzung in Deutschland – Räumliche Steuerung und Standortplanung – Potenziale des Repowering – Windenergie und Vögel – Windenergie und Fledermäuse – Offshore-Windenergie und Schutz der Meeresumwelt

1. Einführung

Um den Anforderungen des Klimaschutzes gerecht zu werden und gleichzeitig negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt zu verringern, hat die NABU-Bundesvertreterversammlung im November 2007 in Hamburg das Grundsatzprogramm Energie beschlossen. Darin bekennt sich der NABU zu einem naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien auf mindestens 30 Prozent an der Stromerzeugung in Deutschland bis 2020. Im Mittelpunkt der öffentlichen und verbandsinternen Diskussion steht neben der Biomassennutzung vor allem die Windenergie, die derzeit und in absehbarer Zukunft mit einem Anteil von rund 50 Prozent unter den erneuerbaren Energiequellen im Stromsektor eine dominierende Rolle für die Energiewende spielt.

Die ökologischen Auswirkungen der Windenergienutzung konzentrieren sich auf Vogel- und Fledermausarten, die entweder durch Kollisionen tödlich verunglücken oder die aus ihren Lebensräumen wegen eines ausgeprägten Meideverhaltens vertrieben werden. Für einige Vogelarten kann zudem durch die Konzentration von Windparks an Engstellen von Flugrouten auch eine Barrierewirkung entstehen. Außerdem sind die Folgen für die Meeresumwelt noch weitgehend ungeklärt, wenn die umfangreichen Planungen für

Windparks im Offshore-Bereich umgesetzt werden. Gemeinsam mit einer verbandsinternen Arbeitsgruppe hat der NABU verschiedene Ansatzpunkte identifiziert, wie ökologische Risiken bei der Planung und Steuerung der Windenergienutzung an Land und im Offshore-Bereich vermieden bzw. verringert werden können. Das vorliegende Hintergrundpapier erläutert dazu den derzeitigen, sicher nicht abschließenden Erkenntnisstand und möchte eine Orientierung in der kontroversen Debatte um den weiteren Ausbau der Windenergie in Deutschland bieten.

Die wesentlichen Eckpunkte zur Naturverträglichkeit des weiteren Ausbaus der Windenergie in Deutschland hat der NABU-Bundesverband in einer vierseitigen Kurzfassung zusammengestellt. Da die räumliche Steuerung und Standortplanung auf den im Bundesgebiet unterschiedlich vorhandenen Potenzialen und den naturräumlichen Voraussetzungen bzw. Restriktionen für die Windenergienutzung aufbauen müssen, werden die NABU-Landesverbände die entsprechenden Anforderungen ggf. mit Blick auf die Situation in ihren Regionen weiter entwickeln und wo notwendig konkretisieren.

Energiepolitische Zielsetzungen

Deutschland muss bis 2020 seinen Treibhausgasausstoß um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 verringern, um die nationalen und internationalen

Klimaschutzziele erreichen zu können. Bis 2050 muss uns eine möglichst umfassende Umstellung der Energiewirtschaft auf Basis Erneuerbarer Energien gelingen, die durch eine massive Verringerung unseres Energie- und Ressourcenverbrauchs sowie bedeutsame Effizienzsteigerungen überhaupt erst möglich wird. Die Windenergie wird dabei in Deutschland beim Mix der erneuerbaren Energien im Stromsektor mit rund 50 Prozent der wichtigste Bestandteil bleiben. Gleichzeitig müssen bis 2020 aber genauso konsequent die vorhandenen und wirtschaftlich erschließbaren Potenziale zur Senkung des deutschen Stromverbrauchs um ca. 10 bis 15 Prozent gehoben werden.

Mittelfristig muss eine zukunftsfähige, klimafreundliche und naturverträgliche Stromversorgung auf einem möglichst breiten Mix an erneuerbaren Energien aufbauen (Wind onshore und offshore, Sonne, Wasser, Biomasse, Erdwärme). Sowohl der Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung als auch das Umweltbundesamt gehen in ihren aktuellen Studien davon aus, dass eine komplette und sichere Umstellung unserer Stromversorgung auf erneuerbare Energien bis 2050 in Deutschland technisch möglich und volkswirtschaftlich sogar kostengünstiger als unser derzeitiges, überwiegend auf Atom- und Kohlekraftwerken basierendes System ist. Das erfordert neben der verstärkten Realisierung von Energieeinsparungen eine intelligente Vernetzung, Steuerung und Integration verschiedener Technologien zur effizienten Energieumwandlung und Nutzung erneuerbarer Energien einschließlich der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung, neuer Speichermöglichkeiten sowie der Anpassung und dem Ausbau der Stromnetze.



Atomkraftwerk in Grohnde

Diese Leitlinien hat der NABU bereits in seinem Ende 2007 von der Bundesvertreterversammlung in Hamburg beschlossenen Grundsatzprogramm Energie eingefordert, um die immensen Umweltbelastungen zu begrenzen, die mit unserem weiterhin viel zu hohem Verbrauch an fossilen und nuklearen Energieträgern verbunden sind. Zum Netzausbau und zur Netzanpassung für die bessere Integration Erneuerbarer Energiequellen im Stromsektor hat der NABU bereits eigene Grundsätze entwickelt, die künftig im Hinblick auf eine nationale und europäische Netzplanung noch stärker ausdifferenziert werden sollen.

In der politischen Auseinandersetzung um Energiekonzepte und Strategien auf europäischer, Bundes- und Länderebene geht es derzeit vor allem um eine verstärkte Nutzung der Atomenergie und den Neubau von effizienteren Kohlekraftwerken. Dabei geraten die Zerstörung und Vergiftung der Umwelt bei der Gewinnung der Brennstoffe in den Abbaugebieten, die Sicherheitsrisiken im Betrieb und bei der Entsorgung des radioaktiven Atommülls völlig aus dem Blick. In Brandenburg und Nordrhein-Westfalen kämpft der NABU gegen den massiven Landschaftsverbrauch durch den Aufschluss neuer Braunkohle-Tagebaue. Politik und Energiewirtschaft setzen aber trotz vorhandener Alternativen bei der Stromversorgung weiterhin vor allem auf die Laufzeitverlängerungen für die deutschen Atomkraftwerke und die klimaschädliche Verbrennung von Kohle.



Braunkohletagebau bei Jänschwalde

Allerdings spielten aus Sicht des NABU in früheren Potenzialabschätzungen zur Nutzung erneuerbarer Energien naturschutzfachliche Anforderungen und Restriktionen mit Blick auf den Erhalt von geschützten Arten und Lebensräumen kaum eine Rolle, wenn zum Beispiel die Flächenverfügbarkeit für den Anbau von Energiepflanzen viel zu optimistisch eingeschätzt

wurde. So geht mittlerweile der Sachverständigenrat für Umweltfragen davon aus, dass sich die Biomasse-nutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung nur noch sehr begrenzt steigern lässt und sich viel stärker auf die Verwertung von Reststoffen statt auf dem Anbau von Energiepflanzen stützen muss.

Um dennoch in Deutschland bis 2020 das oben genannte Ziel von 30 Prozent Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu realisieren, muss die Windenergienutzung an Land und offshore in etwa die Hälfte davon leisten, was ungefähr einer Verdopplung ihres Anteils am deutschen Strommix in 2009 entspricht. Die Gesamtanzahl der installierten Anlagen in Deutschland sollte aber künftig durch ein verstärktes Repowering, also dem vorzeitigen Ersatz von Altanlagen durch neuere, leistungsstärkere Windenergieanlagen nicht mehr wesentlich zunehmen. Wenn auf die in den Regionen unterschiedlichen Voraussetzungen für die Windenergienutzung Rücksicht genommen wird, ist der NABU überzeugt, dass sich der weitere Ausbau der Windenergie in Deutschland unter Wahrung der Belange des Naturschutzes und auf ökologisch verträglichen Standorten erreichen lässt.

Im Spannungsfeld von Klima- & Naturschutz

Wenn eine umfassende Reduzierung unseres Energie- und Ressourcenverbrauchs sowie eine weitgehende Umstellung auf Erneuerbare Energien nicht gelingen, dann werden sich die Auswirkungen des Klimawandels in vielen Regionen der Welt dramatisch verschlimmern. Eine Anpassung ist dann für die menschliche Zivilisation, aber auch für Ökosysteme, Pflanzen und Tiere nicht mehr in einem ausreichenden Maß möglich. Umso dringender muss sichergestellt werden, dass durch Maßnahmen zur Reduzierung des Treibhausgas-Ausstoßes die Anpassungs- und Funktionsfähigkeit der Natur in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft nicht zusätzlich gefährdet wird. Der Erhalt der biologischen Vielfalt und intakte Ökosysteme sind dafür eine Grundvoraussetzung. Auch die Entwicklung der Windenergienutzung muss im Hinblick ihrer Auswirkungen für Arten und Ökosysteme überprüft und entsprechend gesteuert bzw. angepasst werden.

Der Flächenbedarf für die Windenergienutzung an Land ist dabei vergleichsweise gering. Selbst bei der sehr ambitionierten Zielsetzung des Bundesverbandes

Erneuerbare Energien, dass die Windenergie in 2020 bereits 25 Prozent unseres Strombedarfs bereitstellen kann, würden dafür an Land inklusive der Abstandsflächen weniger als ein Prozent der Gesamtfläche Deutschlands benötigt, allerdings mit deutlichen Unterschieden in den Regionen. Im Vergleich zum Anbau von Energiepflanzen kann aber auf der gleichen Fläche mindestens 15 bis 30 Mal mehr nutzbare Energie „geerntet“ werden. Gleichzeitig ist die Intensität und Qualität des ökologischen Eingriffs bezüglich des Flächenverbrauchs begrenzt. Zwar gibt es bei der Errichtung von Windenergieanlagen kurzfristige Störungen während des Aufbaus und danach anlagenbedingte Beeinträchtigungen durch Zuwegungen und Fundamente. Aber während des Betriebs ist der Lebensraum unterhalb des Rotorbereiches für die meisten Tierarten weiterhin nutzbar.



Rotmilan als Schlagopfer einer Windenergieanlage

Die ökologischen Auswirkungen der Windenergienutzung konzentrieren sich auf Vogel- und Fledermausarten, die entweder durch Kollisionen tödlich verunglücken oder die aus ihren Lebensräumen wegen eines ausgeprägten Meideverhaltens vertrieben werden. Für einige Vogelarten kann durch die Konzentration von Windparks an Engstellen von Flugrouten auch eine Barrierewirkung entstehen. Bereits 2004 hat das Michael-Otto-Institut im NABU eine Studie zu den "Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse" vorgelegt, die den aktuellen Forschungsstand vor allem für die Windenergienutzung umfassend aufgearbeitet hat, und die bis Ende 2006 nochmals aktualisiert wurde. Auch wenn für die meis-

ten Brut- und Rastvögel eine geringe Betroffenheit durch die Windenergienutzung festgestellt werden konnte, ist die Datenbasis nach wie vor äußerst dürftig. Deshalb sind in Deutschland flächendeckende und unabhängige Begleituntersuchungen der Todesraten und der Populationsentwicklung im Sinne eines kontinuierlichen, langfristigen Monitorings unbedingt erforderlich. In den letzten Jahren stand dabei vor allem das hohe Kollisionsrisiko von Greifvögeln und Fledermäusen sowie die Auswirkungen der umfangreichen (aber in Deutschland bisher kaum umgesetzten) Planungen für Windparks im Offshore-Bereich im Mittelpunkt der naturschutzfachlichen Diskussion und neuerer Studien, auf die in den folgenden Kapiteln noch näher eingegangen wird.

Für den Zeitraum 1990 bis 2006 gibt es keinen statistisch belegbaren Zusammenhang, dass die Bestandsentwicklung von Greifvögeln durch den zum Teil massiven Zubau von Windparks in einigen Regionen Nord- und Ostdeutschlands beeinflusst wurde. Dies lässt jedoch nicht den Schluss zu, dass die Windenergie in Anbetracht des weiteren Ausbaus auch in Zukunft keinen Einfluss haben wird. Vermutlich wesentlichere Einflussfaktoren auf die biologische Vielfalt sind Nahrungsverfügbarkeit und Habitatqualität, die vor allem durch die Intensivierungen in der Landwirtschaft beeinflusst werden. Dennoch müssen bei den Planungen für die Ausweitung der Windenergienutzung die kumulativen Auswirkungen mit bereits vorhandenen Gefährdungen für die nach EU-Recht besonders geschützten Lebensräume und Arten künftig stärker geprüft und berücksichtigt werden.

Die Zusammenfassung und Konzentration von Einzelanlagen in Windparks im Rahmen des Repowering verringert negative Auswirkungen wie die Vertreibungseffekte zum Teil deutlich. Schlecht gewählte Standorte von Einzelanlagen und Windparks stellen aber erhebliche Risiken dar. Durch sorgfältiges Repowering sollte deshalb die Chance genutzt werden, Windenergiestandorte, die aus heutiger Sicht naturschutzfachlich nicht mehr genehmigungsfähig wären, vorzeitig aufzugeben und dafür weniger und leistungsstärkere Anlagen an anderer, geeigneter Stelle zu errichten. Hierzu müssen auch die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden. Außerdem müssen neue Forschungsergebnisse konsequent genutzt werden, um bestehende Risiken und Konfliktpotenzia-

le zwischen Windenergienutzung und Naturschutz weiter zu verringern.

Aus der Branche der erneuerbaren Energien wird immer wieder die Forderung aufgestellt, dass der Nutzen für den Klimaschutz bei Festlegung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie bei Naturschutzbelangen, die der Genehmigungsfähigkeit entgegen stehen, stärker berücksichtigt werden müsste. Der Anteil des einzelnen Windparks in Deutschland an der Minderung des globalen Klimawandels und der damit verbundene Beitrag für den Erhalt der biologischen Vielfalt kann aber nicht sinnvoll operationalisiert werden. Die Wirkungsmechanismen sind aus Sicht des NABU mit den konkreten Beeinträchtigungen durch Bau und Betrieb von Windenergieanlagen zeitlich wie räumlich nicht vergleichbar und daher naturschutzfachlich auch nicht miteinander verrechenbar. Für die Bewertung des Eingriffs in den Naturhaushalt durch Windenergieanlagen darf es daher keine Ungleichbehandlung mit anderen Bauvorhaben geben. Der Bedeutung der Windenergie für den Klimaschutz wird aus Sicht des NABU ausreichend Rechnung getragen, z. B. durch die Privilegierung in der Raumplanung, den Vorrang der Einspeisung und der garantierten Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Stand und Perspektiven der Windenergienutzung in Deutschland

Die Windenergie ist die bisher und in absehbarer Zukunft effizienteste und kostengünstigste Technologie zur klimafreundlichen Stromerzeugung. Ende 2010 drehten sich bundesweit 21.600 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von über 27.000 MW (Megawatt). Die erzeugte Energiemenge entspricht einem Anteil von über 7 Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland und reicht für die Versorgung von rund 11 Millionen privaten Haushalten. Im küstennahen Bereich (innerhalb der 12-Seemeilen-Zone der Nord- und Ostsee) wurden bereits erste Pilotanlagen für die Offshore-Windenergienutzung in Betrieb genommen. Die überwiegende Anzahl der geplanten Windparks soll aber in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) errichtet werden. In der deutschen AWZ der Nordsee wurden in 2009 die ersten 12 Windenergieanlagen im Offshore-Testfeld Alpha Ventus aufgestellt und ans Stromnetz angeschlossen. Die Gesamtleistung beträgt 60 Megawatt (MW). Das reicht

wegen der höheren Stromerträge (mehr Wind, höhere Auslastung über das Jahr verteilt) bereits für die Versorgung von rund 50.000 privaten Haushalten.

Zwar wurden in 2010 mit den ersten kommerziellen Windpark-Projekten in der deutschen AWZ (Baltic 1 und Bard 1) zusammen 108 MW neu errichtet, aber vor allem technische und wirtschaftliche Herausforderungen drosseln das Tempo des Ausbaus auf See massiv. Zudem sind wichtige Fragen wie z. B. der effektive Lärmschutz für Meeressäuger während der Bauphase ungeklärt. Es lässt sich auch noch nicht abschätzen, welche kumulativen Auswirkungen zu berücksichtigen sind, wenn nach und nach die derzeit 26 genehmigten und zum Teil sehr umfangreichen Windparkplanungen (mehr als 70 weitere Windparks befinden sich in Planung bzw. im Genehmigungsverfahren) umgesetzt werden. Deshalb wird und muss sich aus Sicht des NABU der weitere Ausbau der Windenergie in Deutschland bis 2020 auf die Ausweisung neuer Standorte an Land, das so genannte Repowering von leistungsschwachen Altanlagen und erste Offshore-Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee – außerhalb von Meeresschutzgebieten – konzentrieren.



Windenergieanlagen auf dem Druiberg bei Dardesheim

Die in der Vergangenheit ausgewiesenen Windeignungsgebiete an Land können oft aufgrund von Abstands- und Höhenbegrenzungen nicht sinnvoll mit Anlagen der neueren Leistungsklasse von zwei Megawatt (2 MW) aufwärts bebaut werden, um die auf den Flächen zur Verfügung stehenden Windpotenziale und Stromerträge effizient auszuschöpfen. Daher wäre es hilfreich, in diesen Fällen eine Anpassung vorhandener Eignungsgebiete unter Beachtung der Naturschutzbelange zu ermöglichen. Die rasante technologische

Entwicklung ermöglicht inzwischen mit höheren und leistungsstärkeren Anlagen die wirtschaftlich attraktive Erschließung großer Potenziale für die Windenergie, die sich allerdings regional unterschiedlich darstellen. Deshalb sollte auch keine Gleichverteilung von Windenergieanlagen über das gesamte Bundesgebiet angestrebt werden, sondern eine Konzentration auf ausgewiesenen Eignungsflächen erfolgen, um Beeinträchtigungen von natürlichen Lebensräumen sowie von gefährdeten Vogel- und Fledermausarten zu verringern.

Während vor allem im Norden und Nordwesten Deutschlands das Repowering von alten, leistungsschwachen Anlagen im Vordergrund stehen sollte, muss aufgrund des starken Zubaus an Windenergieanlagen der letzten Jahre in den östlichen Bundesländern künftig vor weiteren Flächenausweisungen die Bedingungen des jeweiligen Landschafts- und Naturraums besonders sorgfältig geprüft werden, um eine Verschärfung von bereits vorhandenen Konflikten mit dem Naturschutz zu vermeiden. Dies gilt vor allem in einzelnen Regionen, wo der Anteil der Windenergie am Stromverbrauch bereits 50 Prozent oder mehr beträgt. Hier sollten aus NABU-Sicht zunächst Investitionen in die dringend benötigten Steuerungs- und Speichertechnologien sowie in die Netzinfrastruktur zur besseren Integration der erneuerbaren Energien Vorrang haben. In Mittel- und Süddeutschland mangelt es dagegen bisher noch an der Ausweisung von ausreichend vielen und vor allem an geeigneten Standorten für die Windenergienutzung – abgesehen von wenigen bereits vorhandenen Konzentrationsflächen.

Die Stromgestehungskosten an Land sind an windgünstigsten Standorten mit 4-5 Eurocent (ct) pro erzeugte Kilowattstunde (kWh) Elektrizität schon heute konkurrenzfähig. Im Normalfall liegen sie um 6-7 ct, an ungünstigen Standorten bei 8 ct. Zusätzliche Kosten entstehen durch die notwendige Netzanpassung für die Einspeisung und durch die Systemintegration der erneuerbaren Energien sowie für den Ausbau von Leitungs- und Speicherkapazitäten, die auf alle Stromkunden umgelegt werden. Ökostromanbieter wie die vom Grüner Strom Label e.V. zertifizierte Naturstrom AG kaufen bereits heute die Erträge aus älteren Windparks auf, um sie erfolgreich an Geschäfts- und Endkunden zu vermarkten. Dagegen beträgt die Anfangsvergütung durch das Erneuerbare-

Energien-Gesetz (EEG) für die ersten Offshore-Windparks 15 ct, um die Wirtschaftlichkeit der immensen Investitionen zur Errichtung der Anlagen in großen Meerestiefen sicher zu stellen. Die Kosten für die Offshore-Nutzung werden auf absehbare Zeit noch deutlich über denen an Land liegen, wo die Windenergie bereits jetzt entscheidend zur Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien und zur Stabilität der Strompreise beiträgt. Erst nach 2020 rechnen Experten mit dem Durchbruch bei der Wirtschaftlichkeit für weitere Offshore-Windparks in der deutschen Allgemeinen Wirtschaftszone (AWZ) vor allem in der Nordsee.

Über die Naturverträglichkeit der Windenergienutzung entscheidet in erster Linie die Standortwahl, weshalb sich der NABU vor allem für verbesserte Instrumente zur räumlichen Planung und Steuerung einsetzt (siehe folgendes Kapitel). Auch wenn dieses Hintergrundpapier den Schwerpunkt auf den Vogel- und Fledermausschutz legt, sind bei der Flächenausweisung und im Genehmigungsverfahren weitere negative Wirkungen, die von den installierten Anlagen ausgehen können, zu berücksichtigen, weil sie ganz wesentlich über die Akzeptanz des weiteren Ausbaus der Windenergie in der Bevölkerung mitentscheiden. Dazu zählen insbesondere Lärm, Schattenwurf und Beleuchtung aus Sicherheitsgründen in der Dunkelheit. Ein weiterer Punkt sind visuelle Beeinträchtigungen durch die Bewegung des Rotors, mögliche Lichtreflexe und die Höhe der Windenergieanlagen z.B. im Vergleich zum örtlichen Kirchturm. Die sich daraus ergebenden Anforderungen an Standortwahl, Auflagen und Nebenbestimmungen zur Genehmigung können mit den Interessen des Naturschutzes kollidieren. Während die betroffenen Bürger meistens für möglichst große Abstände zur Wohnbebauung eintreten, können Anlagen in der freien Landschaft eher naturschutzfachliche Probleme aufwerfen. Diese Konflikte lassen sich auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Dezentralisierung der Energieversorgung mit Wind-, Solar- und Biomassekraftwerken im Rahmen der behördlichen Planungs- und Genehmigungsverfahren mit pauschalen Abstandsempfehlungen oder Höhenbegrenzungen nicht immer sinnvoll lösen. In diesen Fällen plädiert der NABU in seinem Kommunikationsratgeber zum Ausbau erneuerbarer Energien für begleitende Informations-, Beteiligungs- und Dialogangebote unter frühzeitigem Einbezug der örtlichen

Naturschutzverbände, um zu örtlich angepassten und tragfähigen Lösungen zu kommen.

2. Räumliche Steuerung und Standortplanung

Da im Wesentlichen der Standort über die Naturverträglichkeit entscheidet, ist die Festsetzung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung im Sinne einer Positivplanung mit Ausschlusswirkung für alle anderen Landschaftsbereiche vor allem auf Ebene der Landes- und Regionalplanung unbedingt erforderlich. Dieses grundlegende Prinzip zur Vermeidung von Nutzungskonkurrenzen und Konflikten mit den Zielen des Naturschutzes muss – bei kontinuierlicher Datenerhebung und darauf basierender Ausweisung neuer Eignungsgebiete – künftig auch für die Raumplanung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in der Nord- und Ostsee Anwendung finden.

Dabei gilt es weiterhin, dass alle Vorranggebiete für den Naturschutz im Regelfall von der Windenergienutzung freizuhalten sind, insbesondere die Schutzgebiete des EU-Natura 2000-Netzwerkes. Komplette auszuschließen sind Standorte innerhalb von Europäischen Vogelschutzgebieten und Gastvogellebensräumen zumindest von nationaler oder internationaler Bedeutung, Naturschutzgebieten, Nationalparks, Kernzonen von Biosphärenreservaten und Meeresschutzgebieten in der AWZ. Bei Waldstandorten geht der NABU davon aus, dass sich eine Windenergienutzung angesichts der ökologischen Beeinträchtigungen durch die notwendigen Baumfällungen, Zuwegungen und Netzanbindung sowie aufgrund des Tötungsrisikos für Vogel- und Fledermausarten in den meisten Fällen nicht rechtfertigen lässt. Neben der naturschutzfachlichen Wertigkeit des Ökosystems Wald kommt in vielen Regionen auch der Erholungsfunktion dieses Lebensraumes eine besondere Bedeutung zu.

Eine Ausweisung von Windeignungsgebieten in den oben genannten Flächenkategorien macht aus regionalplanerischer Sicht keinen Sinn, weil davon ausgegangen werden muss, dass auch die naturschutzfachliche Verträglichkeitsprüfung zu einem späteren Zeitpunkt, nämlich im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens, die Zulässigkeit der Windenergienutzung untersagen würde. Ein sol-

ches Vorgehen schafft lediglich zusätzliche Unsicherheiten für den weiteren Ausbau der Windenergie, wenn immer mehr der in den Regionalplänen ausgewiesenen Eignungsgebiete faktisch gar nicht oder nur stark eingeschränkt für eine Projektentwicklung im Bereich der Windenergie zur Verfügung stehen. Gerade bei einem hohen Bestand an bereits vorhandenen Windenergieanlagen muss dabei die Auswahl weiterer Standorte im Hinblick auf die kumulativen Wirkungen auf Schutzgebiete und betroffene Arten besonders sorgfältig abgewogen werden.

Die Ausweisung von Eignungsgebieten und die damit verbundene Ausschlusswirkung für Windenergienutzungen außerhalb dieser Eignungsgebiete darf in Zukunft nicht mehr als politische Verhinderungsplanung missbraucht werden. Wenn in einer Region die Potenziale an besonders windhöffigen Flächen außerhalb der Vorranggebiete für den Naturschutz, vor allem entlang von bestehenden Infrastrukturtrassen und innerhalb von Gewerbe- und Industriegebieten nicht ausgeschöpft werden, ist dies im Rahmen der Nicht-Ausweisung im Regionalplan fachlich zu begründen. Der NABU hält die Regionalplanung für das geeignete Instrument zur effektiven Steuerung der Windenergienutzung in Deutschland. Die Naturschutzverbände sind bei der Planerstellung aktiv einzubeziehen, um die sachlichen und verfahrensmäßigen Entscheidungen für eine differenzierte Standortprüfung wirksam beeinflussen zu können, bevor das Verfahren in die allgemeine Öffentlichkeitsbeteiligung geht.

Die Windenergienutzung sollte sich auf bereits durch vorhandene Infrastruktur oder intensive landwirtschaftliche Nutzung vorbelastete Standorte beschränken. Der NABU fordert für die Vorprüfung von potenziellen Windenergie-Standorten ein Standard-Untersuchungskonzept (StUK), mit dem die wichtigsten Fragen zur Klärung der ökologischen Wertigkeit der Flächen und möglicher Konflikte mit dem Naturschutz auf regionaler Ebene zwingend abgearbeitet werden müssen – so wie es im Zulassungsverfahren für Offshore-Windparks in der deutschen AWZ bereits verankert ist. Ergänzend sollten zusammen mit dem Regionalplan auch Fachgutachten zur Konfliktminderung und möglichen Lösungsansätzen mit konkretem Bezug zum jeweiligen Naturraum und den betroffenen Arten nach anerkannten Standards und Methoden erarbeitet werden. Auf diese fachlichen Grundlagen

könnten dann die Genehmigungsbehörden bei der naturschutzfachlichen Prüfung einzelner Standorte für Windenergieanlagen und bei der Festlegung von Nebenbestimmungen sowie von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zurückgreifen.

In Brandenburg und Schleswig-Holstein haben sich tierökologische Abstandskriterien als geeignete Instrumente für die räumliche Steuerung der Windenergienutzung erwiesen und sollten aus NABU-Sicht auch in anderen Bundesländern entwickelt und als landesplanerische Vorgabe für die Regionalplanung festgeschrieben werden. Wie die vorsorgeorientierten Abstandsempfehlungen und Prüfradien der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten sind sie für die Ausweisung von Eignungsgebieten und die Planung von konkreten Standorten für Windenergieanlagen an Land eine wichtige Orientierungshilfe, auch im Hinblick auf die notwendigen Pufferzonen zu Schutzgebieten. Nur in Einzelfällen weisen neuere Untersuchungen darauf hin, dass von einer geringeren oder auch höheren Empfindlichkeit der Arten als ursprünglich angenommen ausgegangen werden kann oder dass die Kriterien nicht praktikabel sind. Die Abstandskriterien sind daher auf Ebene der Bundesländer fortlaufend an neue Forschungserkenntnisse anzupassen. Um mehr Plausibilität für die Ausweisung von Windeignungsgebieten zu ermöglichen, spricht sich der NABU dafür aus, auch bestehende Abstandskriterien zu anderen Windparks, zu Autobahnen und Gewerbegebieten zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Der zunehmende Nutzungsdruck auf die freie Landschaft, auch durch Windenergieanlagen, führt zu einer immer stärkeren Anreicherung mit technischen Elementen und Bauwerken. Damit verbunden sind die häufig sehr emotional und kontrovers geführten Debatten um Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes, des Landschaftserlebens und von Erholungsfunktionen, die sich kaum wissenschaftlich untermauern und planerisch nur sehr schwer handhaben lassen. Dennoch gibt es Bewertungsansätze in der Landschaftsplanung, die eine besondere Empfindlichkeit gegenüber dem Bau von Windenergieanlagen vor allem in Landschaftsräumen herausstellen, die vielfältig strukturiert sind, sich durch große Naturnähe auszeichnen und bisher wenig in ihrer Eigenart insbesondere durch Vorbelastungen in Form von Nutzungen mit ähnlich visuell wirksamen Objekten bzw.

technischen Bauwerken beeinträchtigt sind. Der NABU ist der Auffassung, dass der Problematik mit den hier skizzierten Möglichkeiten der räumlichen Steuerung für neue Windparks begegnet werden kann und sollte. Vor allem im Rahmen der Eignungsflächenausweisung auf Ebene der Landes- und Regionalplanung ist daher besondere Sensibilität in Erholungslandschaften und hinsichtlich der evtl. unterschiedlichen Qualität von Landschaftschutzgebieten zu üben. Im Rahmen des Repowering können hier substantielle Verbesserungen erzielt werden, indem die Eingriffe in das Landschaftsbild durch eine geringere Anzahl und stärkere Bündelung der Anlagen reduziert und auch Abstände zwischen einzelnen Windparks neu festgelegt werden können. Dabei ist es wichtig, dass sowohl mit Blick auf die Akzeptanz der Windenergienutzung in der Bevölkerung als auch für die Schonung des Landschaftsbildes wie zum Schutz von Arten, die sich mit tierökologischen Abstandskriterien schlecht schützen lassen, größere und zusammenhängende Räume in einer Region von der Windenergienutzung freigehalten werden.

Potenziale des Repowering im Sinne des Naturschutzes nutzen

Die neue Generation der Multi-Mega-Watt-Klasse mit größeren Windenergieanlagen kann bereits vorhandene Störwirkungen auf Rastvögel und Kollisionsgefahren verstärken. Gleichzeitig lassen sich Entwertungen von Lebensräumen und Landschaftsbild durch die Bündelung von Einzelanlagen in Windparks verringern. Zudem reduziert Repowering die Risiken pro erzeugte Energieeinheit deutlich: Von den 2009 rund 21.000 in Deutschland installierten Anlagen verfügen alleine 3.000 über eine elektrische Leistung von weniger als 400 Kilowatt (kW), während der heutige Leistungsstandard für Neuanlagen an Land 2.000 bis 3.000 kW beträgt und Großanlagen vor allem für den Offshore-Bereich sogar 5.000 bis 6.000 kW leisten.

Da mehr Leistung auch mehr Stromertrag bedeutet und da die Windausbeute mit der Höhe des Rotors steigt, gilt folgende Faustregel: Mit der gleichen Anlagenzahl ließe sich in einem Windpark mit der heutigen Anlagentechnik die installierte Leistung im Durchschnitt vervierfachen und die Stromerzeugung sechsfachen. Die praktische Herausforderung liegt aber vielfach darin, Einzelanlagen in der Landschaft „einzu-

sammeln“, problematische Altstandorte vor allem in EU-Vogelschutzgebieten vorzeitig abzubauen und dafür das Repowering in bestehenden und neuen Eignungsgebieten für die Windenergienutzung zu ermöglichen. Aus Naturschutzsicht gibt es keine Argumente für eine generelle Höhenbegrenzung von neuen Windenergieanlagen. Lediglich im Hinblick auf wichtige Vogelzugkorridore oder artspezifische Auswirkungen könnten Einschränkungen gerechtfertigt sein. Der Standort entscheidet auch beim Repowering über die Naturverträglichkeit. Auf naturschutzfachlich geeigneten und windhöffigen Flächen sollten aber die vorhandenen Potenziale durch Installation neuer Anlagentechnik unbedingt ausgeschöpft werden, um die Energieausbeute zu maximieren und damit den Bedarf für zusätzliche Ausweisungen zu verringern.

Der NABU fordert die Windbranche, Politik und Verwaltung auf, im Rahmen des Repowering durch den vorzeitigen Abbau von naturschutzfachlich besonders kritischen Windenergieanlagen aktiv zu einer Entlastung des regionalen Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes beizutragen. Dieser Beitrag kann dann im Rahmen der Eingriffsregelung bei der Beurteilung des Kompensationsbedarfs für Repowering-Projekte entsprechend angerechnet werden. Wenn für das Repowering dennoch an problematischen Standorten festgehalten werden soll, ist eine erneute Umweltverträglichkeitsprüfung wie im Falle einer Neuplanung eines Windparks durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Standortbedingungen unterstützt der NABU eine größtmögliche Leistungssteigerung durch Ersatz von Altanlagen auf vorhandenen und neuen Eignungsflächen für die Windenergie. In der Praxis gibt es vielfältige politische, rechtliche und finanzielle Hürden für die erfolgreiche Realisierung von Repowering-Projekten. Ein Leitfadens des Städte- und Gemeindebundes zeigt aber den Kommunen verschiedene Möglichkeiten auf, wie mit der richtigen Ausgestaltung von Bebauungs- und Flächennutzungsplänen, zum Teil in Kombination mit städtebaulichen Verträgen, die planungsrechtliche Verbindlichkeit des Abbaus und Ersetzens von Altanlagen durch Repowering abgesichert werden kann. Eine Fallsammlung der Deutschen WindGuard von bereits abgeschlossenen Projekten macht außerdem deutlich, dass neben der politischen Unterstützung ein solides und transparentes Genehmigungsverfahren, die

Einbindung der Öffentlichkeit und vor allem die Koordination und Interessenausgleich aller Betreiber von benachbarten Windparks und Einzelanlagen bei der Neuplanung zu den zentralen Erfolgsfaktoren für das Repowering zählen.

3. Windenergie und Vögel

Grundsätzlich lassen sich zwei wesentliche Wege der Beeinträchtigung von Vogelbeständen durch Windenergieanlagen unterscheiden: Entweder Vögel meiden Windenergieanlagen und die umgebenden Lebensräume oder sie sind durch den Aufenthalt im Bereich der Rotoren einem direkten Kollisionsrisiko ausgesetzt.

Störungen durch optische oder akustische Reize können dazu führen, dass Vögel die Umgebung von Windenergieanlagen meiden und eine von der Art und der Umgebung abhängige Mindestdistanz zu Windenergieanlagen einhalten. Dies führt dazu, dass bisher als Lebensraum nutzbare Flächen nicht mehr von den Vögeln aufgesucht werden und letztlich der verfügbare Lebensraum beschnitten wird. Hiervon sind in erster Linie Vogelarten betroffen, die in offenen Landschaften wie Feuchtgebieten, aber auch in strukturell entsprechenden Lebensräumen der Agrarlandschaft vorkommen. Während der Brutzeit trifft dies vor allem für die Gruppe der Wiesenbrüter zu. Für den Wachtelkönig ist dabei vermutlich die akustische Maskierung der Balzrufe der Männchen durch die Geräusche der Windenergieanlagen problematisch. Ähnliches gilt für einige Hühnervögel wie Wachtel oder Birkhuhn.

Außerhalb der Brutzeit zeigen vor allem weidende Wasservögel, insbesondere Schwäne, Gänse und einige Gründelenten, aber auch einige Schwimmvögel der offenen Wasserfläche von Binnengewässern und der offenen See (Seetaucher, Meerestenten) sowie Watvögel ein Meideverhalten gegenüber Windenergieanlagen. Für einige Arten, zum Beispiel Kiebitz und Goldregenpfeifer, zeigt sich eine mit der Größe der Anlagen zunehmende Meidedistanz (Hötter 2006). Bei Artengruppen wie zum Beispiel Gänsen, Gründelenten und einigen Watvögeln, deren Rastplätze und Nahrungsflächen räumlich getrennt sind, sind hiervon beide Teillebensräume und die verbindenden Flugkorridore betroffen.

Für den Kranich und andere ziehende Großvögel können durch in der Flugbahn befindliche Windenergieanlagen auch Störungen des Zugablaufs auftreten. Allerdings ist bisher nicht untersucht worden, wie sich diese auf die Fitness (Energiereserven) der betroffenen Individuen auswirken. Eine mögliche Barrierewirkung für Zugvögel könnte auch eines der wesentlichen Probleme des großflächigen Ausbaus der Offshore-Windenergieanlagen in Nord- und Ostsee und den angrenzenden Küstenbereichen darstellen und muss daher sorgfältig untersucht werden.

Für Arten, die kein ausgeprägtes Meideverhalten gegenüber Windenergieanlagen zeigen und die sich regelmäßig im Gefahrenbereich der Rotoren aufhalten, besteht ein Risiko der Kollision mit Windenergieanlagen. Hiervon sind in erster Linie Großvögel, insbesondere Greifvögel, an der Küste aber z. B. auch Möwen und Seeschwalben betroffen. Zum Kollisionsrisiko für Zugvögel, insbesondere nächtlich ziehende Singvögel, liegen für das Festland kaum Untersuchungen vor. Da moderne Anlagen aber in einen Höhenbereich reichen, in dem Nachtzug stattfindet, ist eine Gefährdung nicht auszuschließen, insbesondere an Konzentrationspunkten wie Bergkämmen (Bruderer & Liechti 2004).

Für Greifvögel ist ein mit der Größe der Anlagen zunehmendes Kollisionsrisiko festzustellen (Rasran et al. 2009). In Deutschland wurden bis 18.01.2011 u.a. 163 Mäusebussarde, 146 Rotmilane und 57 Seeadler als Opfer von Windenergieanlagen gemeldet (Dürr 2010). Da systematische Erhebungen durch methodisch einwandfreie Suche nach Schlagopfern unter Windenergieanlagen weitgehend fehlen und die meisten gemeldeten Schlagopfer auf zufälligen Funden beruhen, ist das tatsächliche Ausmaß dieser Problematik nur sehr schwer einzuschätzen. Die Dunkelziffer ist jedoch mit Sicherheit erheblich.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die durchschnittliche Kollisionsrate für Greifvögel bei einer einzeln stehenden Anlage deutlich höher ist als bei einer Anlage in einem Windpark. Weiterhin sind die Kollisionszahlen für Standorte im Freiland höher als am Waldrand. Für Rotmilan, Mäusebussard, Seeadler und Turmfalke konnte bisher kein statistischer Zusammenhang zwischen der Errichtung von Windenergieanlagen und der Brutbestandsentwicklung bzw. dem Bruterfolg nachgewiesen werden.

NABU-HINTERGRUND – Naturverträglicher Ausbau der Windenergie in Deutschland

Übersicht der Vogelarten und Artengruppen mit hoher Empfindlichkeit gegenüber bzw. Gefährdung durch Windenergieanlagen (Stand 2010)

Art/ Artengruppe	Störung zur Brutzeit	Störung außerhalb der Brutzeit	Kollisionsrisiko	Quelle
Alpenstrandläufer		x		Clemens & Lammen 1995
Bekassine	x	x		Hötker 2006, Pearce Higgins et al. 2009
Birkhuhn	x		x	Zeiler & Grünschnabel-Berger 2009
Blessgans		x		Kruckenberg & Jaene 1999, Schreiber 2000
Blesshuhn		x		Winkelmann 1992
Brandseeschwalbe			x	Garthe & Hüppop 2004
Eiderente		x	x	Garthe & Hüppop 2004
Feldlerche			x	Dürr 2010, in litt.
Flusseeschwalbe			x	Everaert & Stienen 2007
Goldregenpfeifer	x	x		Reichenbach 2003, Hötker 2006, Pearce Higgins et al. 2009
Graugans		x		Schreiber 2000
Großer Brachvogel	x	x		Pearce Higgins et al. 2009
Großstrappe	x	?		Dürr 2009
Gründelenten		x		Hötker 2006
Kampfläufer		x		Schreiber 2000
Kiebitz	x	x		Ketzberg et al. 2002, Reichenbach 2003, Hötker 2006
Kormoran		x	x	Garthe & Hüppop 2004
Kornweihe	x			Pearce Higgins et al. 2009, Whitfield & Madders 2006
Kranich		x		Nowald 1995, Brauneis 1999, 2000, Kaatz 1999
Kurzschnabelgans		x		Hartwig 1994, Larsen & Madsen 2000
Lachmöwe			x	Dürr 2010, in litt.
Mauersegler			x	Dürr 2010, in litt.
Mäusebussard	x		x	Dürr 2010, in litt., Pearce Higgins et al. 2009
Möwen			x	Dürr 2010, in litt.
Nonnengans (Weißwangengans)		x		Schreiber 2000, Kowallik & Borbach-Jaene 2001
Pfeifente		x		Hötker 2006
Prachittaucher		x		Garthe & Hüppop 2004
Reiherente		x		Winkelmann 1992
Ringelgans		x		Schreiber 2000
Rohrweihe			x	Dürr 2010, in litt.
Rotmilan			x	Dürr 2010, in litt.
Rotschenkel	x			Reichenbach 2003, Hötker 2006
Saatgans		x		Schreiber 2000
Samtente		x		Garthe & Hüppop 2004
Sandregenpfeifer		x		Clemens & Lammen 1995
Schellente		x		Clausager & Nøhr 1995
Schwäne		x		Hötker 2006
Schwarzmilan			x	Dürr 2010, in litt.
Schwarzstorch	x			Rohde 2009
Seeadler			x	Dürr 2010, in litt.
Seeschwalben			x	Hötker 2006
Seetaucher		x		Garthe & Hüppop 2004
Silbermöwe		x		Winkelmann 1992
Singschwan		x		Clausager & Nøhr 1995, Schreiber 2000
Steinschmätzer	x			Pearce Higgins et al. 2009
Sternaucher		x		Garthe & Hüppop 2004
Tafelente		x		Clausager & Nøhr 1995
Trauerente		x		Garthe & Hüppop 2004
Turmfalke			x	Dürr 2010, in litt.
Uferschnepfe	x			Reichenbach 2003, Hötker 2006
Wachtel	x			Bergen 2001, Müller & Illner 2001, Mehrere Beiträge der Tagung „Windkraft und Artenschutz in den Alpen“, 3.6.2008 in Graz
Wachtelkönig	x			Müller & Illner 2001, Joest 2009, auch Garniel et al. 2007
Wattvögel	x	x		Hötker 2006
Weißstorch			x	Dürr 2010, in litt.
Wiesenweihe	?		x	Grajczy et al in Hötker 2009

Erkenntnisse zu Rotmilan und Wiesenweihe

Seit dem 01.04.2007 koordiniert das Michael-Otto-Institut im NABU das vom Bundesumweltministerium geförderte Forschungsprojekt „Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge“. Dazu wurden die besonders häufig diskutierten Arten Rotmilan und Wiesenweihe in verschiedenen Teilen Deutschlands mit Sendern ausgestattet, um ihre Flugbewegungen in der Nähe von Windenergieanlagen erfassen und analysieren zu können. Auch wurden experimentelle Veränderungen der Umgebung von Windenergieanlagen vorgenommen, um Wege zu finden, Kollisionen von Greifvögeln an Windenergieanlagen möglichst zu vermeiden.



Greifvögel sind besonders kollisionsgefährdet

Eine Verdrängung von Rotmilanen durch Windenergieanlagen konnte bisher nicht festgestellt werden. Dafür sind sie von einem hohen Mortalitätsrisiko durch Kollisionen an den Rotorblättern betroffen, der Hauptteil der windenergiebedingten Mortalität entfällt auf adulte Vögel im Frühjahr. Die räumliche Aktivitätsverteilung eines Rotmilans innerhalb und außerhalb eines Windparks ist überwiegend durch die Nahrungsverfügbarkeit gesteuert. Die Größe des Aktionsraums schwankt in Abhängigkeit vom Nahrungsangebot sehr. Während in einigen Revieren in Sachsen-Anhalt rund die Hälfte der Aktivitäten im 1 km-Radius um den Horst stattfand, lag dieser Anteil in Thüringen meist nur um 20 %.

Da Rotmilane ihren weltweiten Verbreitungsschwerpunkt in Deutschland haben, tragen Behörden, Flächenbesitzer, Landwirte, Planer und Betreiber eine

besondere Verantwortung für ihren Schutz. Dies gilt auch, wenn Konflikte erst nach der Errichtung von Windenergieanlagen offensichtlich werden. Daher müssen - neben der Standortplanung - auch Möglichkeiten zur Reduzierung des Kollisionsrisikos durch Steuerung der landwirtschaftlichen Aktivitäten im und außerhalb eines Windparks genutzt werden. So können Mastfußbereiche und Zuwegungen z.B. durch Bepflanzungen und unterlassene Mahd als Jagdgebiete für Rotmilan unattraktiver gestaltet werden. Da sich Maßnahmen zur Anlage von Nahrungsflächen und damit zur Beeinflussung der Aktionsraumgröße oder -ausrichtung nicht im ausreichenden Umfang umsetzen lassen, fordert der NABU, die Kernlebensräume des Rotmilans von Windenergieanlagen freizuhalten.

Die Wiesenweihe ist in Deutschland eine seltene Brutvogelart und wird auf der Roten Liste als stark gefährdet eingestuft. Ihre Brutvorkommen konzentrieren sich auf wenige Gebiete in Bayern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen sowie die Küstenbundesländer Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Als Brutgebiete benötigt sie weiträumig offene Landschaften. Obwohl in der jetzigen Situation kein eindeutiges Meideverhalten erkennbar ist, kann der weitere Ausbau von Windenergieanlagen zusammen mit anderen Formen des Flächenverbrauchs dazu führen, dass für die Wiesenweihe als Brutgebiet erforderliche Mindestgröße an offenem Lebensraum unterschritten wird, insbesondere, wenn es sich um kolonieartige Ansiedlungen mit entsprechend großem Raumbedarf handelt.

In räumlicher Nähe zu Windenergieanlagen brütende Wiesenweihen unterliegen, wie entsprechende neuere Funde belegen, einem Kollisionsrisiko. Dabei sind neben den überwiegend in Bodennähe erfolgenden Jagdflügen vor allem die im Nestbereich in größerer Höhe erfolgende Balz, Feindabwehr, Beuteübergabe sowie das Thermiksegeln zwischen Brut- und Jagdgebieten von Bedeutung. In den Kernbrutgebieten von Wiesenweihen sollten deshalb keine Windparks errichtet werden. Diese Gebiete sind auf Grund des Kolonieverhaltens, der Verlagerung der Brutflächen mit der Fruchtfolge sowie der jährlich schwankenden Bestandsgröße ausreichend groß abzugrenzen und raumplanerisch abzusichern.

Wofür sich der NABU einsetzt

Für einen naturverträglichen Ausbau der Windenergienutzung in Deutschland ist eine übergeordnete räumliche Steuerung durch ökologische Ausschluss- und Abstandskriterien die zwingend erforderliche Voraussetzung (siehe vorheriges Kapitel). Als informelle Planungshilfe für die Standortausweisung und das Repowering von Windenergieanlagen sollten in Großlandschaften wie dem Nordwestdeutschen Tiefland oder den Mittelgebirgen Bereiche auf Basis der Vorkommen relevanter Brut- und Rastvögel mit hoher Sensibilität gegenüber Windenergieanlagen abgegrenzt werden. Als Vorbild für die räumliche Zonierung hinsichtlich der Sensibilität für Windenergieplanungen können Arbeiten der britischen Royal Society for the Protection of Birds in Schottland (Bright et al. 2008) und der Vogelbescherming Nederland (VBN) dienen – beide sind genauso wie der NABU Partner im Netzwerk von BirdLife International. Neben dem vorsorglichen Ausschluss aller europäischen Vogelschutzgebiete bieten die Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten für die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung und die Planung von konkreten Standorten an Land eine wichtige Orientierung, damit zu Brut- und Rastplätzen empfindlicher und durch Kollisionen gefährdeter Arten ausreichende Abstände eingehalten werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass diese Abstandsempfehlungen fortlaufend an neue Forschungserkenntnisse angepasst und ggf. artspezifisch auf Ebene der einzelnen Bundesländer konkretisiert werden.

Da die Datenbasis sowohl für die Ermittlung von Meideabständen als auch für die Kollisionsraten verschiedener Vogelarten immer noch lückenhaft und vom Umfang sehr dürftig ist, sollte zur wissenschaftlichen Absicherung von naturschutzfachlichen Aussagen eine verpflichtende Meldung von Totfunden für jedes Bundesland eingeführt sowie ein Monitoring an bestehenden Windparks nach Definition von einheitlichen Untersuchungsstandards eingeführt bzw. ausgeweitet werden. Durch intensive und systematische Kollisionsopfersuchen ist weiterhin zu klären, ob von den großen Windenergieanlagen der neuesten Generation eine Gefährdung des nächtlichen Vogelzuges ausgeht. Bisher konnte die Frage, wie sich die Mortalität an Windenergieanlagen auf die Populationsdynamik der betroffenen Arten auswirkt, nicht schlüssig und allge-

mein verbindlich beantwortet werden, weil ausreichend großräumig erhobene und langfristige Datenreihen selten sind. Einige Populationsstudien und -modellierungen z.B. zum Seeadler in Norwegen (Nygard et al. 2010), Steinadler (Hunt et al. 1995), Kanincheneule in Kalifornien (Smallwood 2007) und Schmutzgeier in Spanien (Carrete et al. 2009) zeigen, dass auch eine geringe zusätzliche Mortalität an Windenergieanlagen zur Schaffung von Sink-Populationen und einer mittel- bis langfristigen Bestandsabnahme führen kann. Auch wenn der Anteil der Windenergie am Bestandsrückgang des Rotmilans bislang nicht quantifiziert werden kann, lässt dies nicht den Schluss zu, dass die Windenergie bisher keinen Einfluss hatte. Selbst wenn bisher keine negativen Wirkungen auf den Bestand und die Lebensräume bestimmter Vogelarten nachgewiesen werden konnten, kann sich diese Bewertung mit Blick auf den geplanten Ausbau der Windenergie in Deutschland in Zukunft ändern. Zudem muss das kumulative Zusammenwirken der Windenergie mit anderen Faktoren (Netzausbau, Verkehr, Flächenverbrauch, Landwirtschaft) auf die Populationsentwicklung untersucht und bei künftigen Planungen berücksichtigt werden.

4. Windenergie und Fledermäuse

Seit etlichen Jahren ist bekannt, dass Fledermäuse an Windenergieanlagen verunglücken. Aufgrund einer Vielzahl von wissenschaftlichen und gutachtlichen Vor- und Begleituntersuchungen liegen hierzu gesicherte Erkenntnisse vor, die ein Handeln aus Sicht des Artenschutzes dringend erforderlich machen. Aber auch durch die Errichtung von Windenergieanlagen können Lebensräume von Fledermäusen, insbesondere im Wald, beeinträchtigt oder zerstört werden. Von den 24 in Deutschland vorkommenden Fledermausarten wurden inzwischen 19 Arten als Schlagopfer unter Windenergieanlagen gefunden. Fledermäuse gehören europa- und bundesrechtlich zu den streng geschützten Arten. Sie dürfen nicht absichtlich getötet, auf ihren Wanderungen und in ihren Lebensräumen nicht gestört oder beeinträchtigt werden. Nach aktuellem Kenntnisstand besteht für fünf Arten, auf die etwa 90 Prozent aller nachgewiesenen Totfunde entfallen, ein besonders hohes Kollisionsrisiko. Dies sind vorwiegend im freien Luftraum jagende und ziehende Arten wie Großer und Kleiner Abendsegler, Zweifarbfledermaus, Raufhautfledermaus und die Zwergfledermaus. Für die

Gattung *Myotis* wurde bis jetzt nur ein geringes Kollisionsrisiko nachgewiesen.

Warum Fledermäuse an Windenergieanlagen verunfallen ist noch nicht abschließend geklärt. Ein Grund könnte darin liegen, dass das Echoortungssystem der Fledermäuse bei den bis zu 300 Stundenkilometer schnellen Rotorblattspitzen versagt. Die Rotoren einer Windenergieanlage nähern sich der Fledermaus von oben oder unten und werden deshalb von den vorwiegend nach vorne gerichteten Echoortungslauten der Tiere nicht wahrgenommen. Kommen Fledermäuse im Jagdgebiet oder während ihrer Wanderungen in die Nähe einer Windenergieanlage, laufen sie Gefahr, mit den Rotoren zu kollidieren. Dabei sterben sie nicht nur durch eine direkte Kollision. Bereits die Verwirbelungen und Druckunterschiede im Nabenbereich der Rotoren reichen aus, um die Tiere zu verletzen oder zu töten. Wahrscheinlich geht sogar ein Anlockeffekt von den Windenergieanlagen selbst aus, wenn die Fledermäuse mögliche Quartiere im Gondelbereich suchen oder wenn eine hohe Insektdichte am Mast der Anlage genügend Nahrung verspricht.

Bislang ist man davon ausgegangen, dass es vorwiegend während der spätsommerlichen und herbstlichen Zugzeiten und nach der Jungtieraufzucht Ende Juli zu Kollisionen kommt. Neuere Untersuchungen belegen aber auch ein erhöhtes Kollisionsrisiko im Zeitraum von April bis Juli. Deshalb muss bei zukünftigen Planungen und Forschungen auch diesem Zeitraum verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet werden. Daneben gibt es Hinweise, dass der Abstand zum Wald und zu Gewässern, die einen bevorzugten Nahrungsraum für Fledermäuse darstellen, einen Einfluss auf die Fledermausaktivität und damit auf das Kollisionsrisiko hat. Wie neue Forschungen zeigen, haben Faktoren wie Windgeschwindigkeit, Monat und Tageszeit einen großen Einfluss auf die Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. Die Fledermausaktivität nimmt insbesondere bei höheren Windgeschwindigkeiten ab und findet häufig bevorzugt in Teilabschnitten der Nacht statt. Auch bei niedrigen Temperaturen oder bei Niederschlag ist die Fledermausaktivität relativ gering. Dies kann aber je nach Standort stark variieren und daher ist jeweils der Einzelfall zu betrachten.

Wofür sich der NABU einsetzt

Der NABU fordert, das Umfeld von Wochenstuben und regional bedeutsamen Lebensräumen kollisionsgefährdeter Fledermausarten von Windenergieplanungen freizuhalten. Insbesondere in Wäldern, an Gewässern sowie entlang von Gehölzstrukturen und der Umgebung von Feuchtgebieten können wertvolle Lebensräume durch die Errichtung der Anlagen sowie durch den Bau von Zuwegungen verloren gehen. Inzwischen ist es möglich, die Schlagopferquote massiv zu reduzieren, indem die Windenergieanlagen in Zeiten mit hoher Fledermausaktivität automatisch abgeschaltet werden. Deshalb setzt sich der NABU dafür ein, an allen Windenergieanlagen mit einem erhöhten Kollisionsrisiko für Fledermäuse diese effektive Vermeidungsmaßnahme einzusetzen. Aus Gründen des Artenschutzes ist dies sowohl für neu errichtete wie auch für bereits bestehende Anlagen erforderlich.

An kritischen Standorten muss der Betreiber durch ein geeignetes Monitoring nachweisen, wie groß die Schlagopferquote für Fledermäuse sind. Als Untersuchungsmethode für das Monitoring an bereits genutzten Windenergiestandorten (z.B. für die Aufstellung zusätzlicher Anlagen oder für das Repowering) werden nach heutigem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse akustische Messungen in Höhe des (künftigen) Gondelbereichs als geeignet zur Erfassung relevanter Fledermausaktivitäten angesehen. Für die Standortwahl und die Planung neuer Windparks wird vorgeschlagen, Vergleichsmessungen an Anlagen im direkten Umfeld des neuen Standortes ergänzt um bodengestützte Detektorerfassungen entlang von Leitstrukturen, Netzfänge zur Artbestimmung und ggf. Ballonmessungen am geplanten Standort durchzuführen. Das Monitoring sollte in Anlehnung an die EUROBATS-Richtlinien erfolgen sowie durch unabhängige und qualifizierte Institutionen durchgeführt werden. Die Auswahl von fachlich geeigneten Gutachtern sollte im Einvernehmen mit den Naturschutzverbänden und Genehmigungsbehörden erfolgen. Dem Habitatschutz für Fledermauslebensräume ist bei der Planung von Windenergiestandorten eindeutig der Vorrang gegenüber der Anordnung von Ersatzmaßnahmen einzuräumen. Letztere sind oft sehr spezifisch von Artenzusammensetzung und Quartierssituation für Fledermäuse vor Ort abhängig und können aus

Sicht des NABU nur dann erfolgreich sein, wenn die Betreuung der Umsetzung langfristig abgesichert ist.

Durch zahlreiche Studien ist mittlerweile belegt, dass Fledermäuse auf ihren Fernwanderungen in großem Umfang die Ostsee und vermutlich auch die Nordsee überqueren. Daher sollten die ökologischen Begleitforschungen im Offshore-Bereich um Untersuchungen zu möglichen Beeinträchtigungen von Fledermäusen erweitert werden. Auch für das Binnenland sieht der NABU noch Forschungsbedarf in Sachen Windenergie und Fledermausschutz. Zu den offenen Fragen zählen insbesondere die Überprüfung der Effektivität der oben beschriebenen Vermeidungsmaßnahmen wie der automatisierten Abschaltung, der mögliche Störeinfluss von Windenergieanlagen auf Jagdgebiete und auf Zugkorridore der verschiedenen Arten sowie die längerfristigen Auswirkungen auf die Populationen der besonders durch Kollisionen betroffenen Fledermausarten.

5. Offshore-Windenergie und Schutz der Meeresumwelt

Aufgrund der außergewöhnlichen Rahmenbedingungen (große Meerestiefen und Entfernungen zur Küste) ist der Ausbau der Windenergie in der deutschen Allgemeinen Wirtschaftszone (AWZ) mit enormen technischen Herausforderungen verbunden. Die Realisierung sämtlicher derzeit geplanter Windparkprojekte ist daher nicht sicher.

Der Ausbau der Offshore-Windenergie und die dadurch erforderliche Netzanbindung bringen durch Bau, Betrieb und Wartung erhebliche Risiken für die Meeresumwelt mit sich. Dabei geht es um schädliche Auswirkungen auf Vögel, Meeressäuger, Fische und benthische Lebensgemeinschaften. Durch den Bau und Betrieb von Windparks kommt es zu intensivem Schalleintrag ins Meer, zu Kollisionen mit den Rotoren, zu Habitatverlusten und zur Zerschneidung ökologisch zusammenhängender Lebensräume wie Rast-, Nahrungs- und Fortpflanzungsgebieten. Weiterhin sind negative Auswirkungen auf den jährlichen Vogelzug zu befürchten.

Die AWZ der Nordsee gehört zu den am stärksten genutzten und vom Menschen beeinflussten Meeresregionen der Welt. Deshalb muss besonderes Augen-

merk auf die Beurteilung kumulativer Effekte und auf Interaktionen mit Schutz- und anderen Nutzungsinteressen gelegt werden. Auch müssen Aspekte der Schiffssicherheit, veränderte Strömungsverhältnisse und Sedimentverlagerungen sowie die Möglichkeiten des späteren Rückbaus berücksichtigt werden. Die Ostsee ist aufgrund ihrer hydrologischen und biologischen Besonderheit, aber auch als Folge der vielfältigen Nutzungen und Belastungen vom intensiven Ausbau der Windenergie auszunehmen.



Plattform für Offshore-Anlage von Vestas Central Europe

Wie wichtig verbesserte Schutzkonzepte beim Ausbau der Offshore Windenergie sind, zeigten Untersuchungen, die im Frühjahr 2009 durchgeführt wurden. Während der ungedämpften Rammarbeiten beim Testfeld „Alpha Ventus“ wurden alle Schweinswale aus einem Radius von bis zu 20 Kilometer um die Baustelle vertrieben. Dies ist deshalb als so gravierend zu bewerten, weil es sich bei der Region des Borkum Riffgrunds um eines der ökologisch bedeutendsten Gebiete für Schweinswale in der deutschen AWZ handelt. Selbst bei einer temporären Vertreibung aus einem sensiblen Lebensraum, insbesondere in der Zeit der Paarung und Jungenaufzucht (Mai-August), sind negative Folgen auf den Bestand zu befürchten. Bisherige Erfahrungen aus Windparks in Dänemark ergeben ein unklares Bild, wann und in welcher Dichte sich Schweinswale nach Beendigung der Bauphase wieder in der betroffenen Region einstellen.

Neben den möglichen Auswirkungen auf Meeressäuger sind insbesondere die Effekte auf die Vogelwelt Gegenstand jüngerer Forschung. Dabei wurden unterschiedliche Empfindlichkeiten bei verschiedenen Vo-

gelarten ermittelt. Während Pracht- und Sterntaucher wie auch Samtenten und Brandseeschwalben negativ durch Lebensraumverlust und –zerschneidung oder Veränderungen im Nahrungsangebot beeinflusst werden können, scheinen Dreizehenmöwen, Lachmöwen oder Eissturmvögel weniger anfällig auf diese Form der Störung zu reagieren. Bezüglich der Gefahr der Kollision von See-, Zug- und Rastvögeln gibt es in den deutschen Meeresgebieten bisher nur unzureichende Erkenntnisse. Nach einer aktuellen britischen Studie an küstennahen Windrädern liegt die Todesrate zwischen 16,5 und 21,5 verunglückten Vögeln pro Windturbine und Jahr. Der Vogelschlag an Windrädern machte dabei 3 % aller erfassten Todesfälle von Vögeln aus. Auf diesem Gebiet sind dringend weitere Forschungsanstrengungen notwendig.

Wofür sich der NABU einsetzt

Wesentliche Kritikpunkte des NABU an der aktuellen Genehmigungs- und Ausbaupraxis von Offshore-Windparks sind eine mangelhafte räumliche Steuerung, eine unzureichend koordinierte Netzanbindung sowie fehlende, verbindlich vorgeschriebene und effektive Schallschutzkonzepte während der Bauphase. Der NABU fordert, dass Meeresschutzgebiete des Natura 2000 Netzwerkes dauerhaft von der Windenergienutzung ausgenommen bleiben. Darüber hinaus sollten besonders sensible Gebiete für See- und Zugvögel sowie Meeressäuger und Fische, die durch die Windenergienutzung gefährdet sind, für den weiteren Ausbau tabu sein. Die weitere räumliche Steuerung sollte

dabei wie an Land durch eine fachlich fundierte und frühzeitige – also im Vorfeld der konkreten Windparkplanungen – Ausweisung von Eignungsgebieten für die Windenergienutzung mit Ausschlusswirkung für alle anderen Flächen erfolgen.

Für die Stromableitung an Land ist ein übergeordnetes Konzept mit möglichst wenigen Kabeltrassen unerlässlich. Dabei sind Nationalparks und Natura2000-Gebiete weitestgehend zu meiden. Für Versorgungsfahrten und Helikopterflüge während der Bau- und Betriebszeiten sind naturschutzfachlich abgesicherte Korridore festzulegen.

Das derzeit angewandte Verfahren zur Gründung von Windenergieanlagen auf See, die Impulsrammung, birgt durch den damit verbundenen Lärmeintrag große Risiken für zahlreiche Meerestiere. Die Folgen reichen von Vergrämung, Meideverhalten, Maskierung bis zu physischen Verletzungen und Tod. Effektive Schallschutzkonzepte müssen weiterentwickelt und verpflichtend eingesetzt werden. Ohne technischen Schallschutz wird der vom Umweltbundesamt geforderte Grenzwert der Lärmbelastung für den Schallergebnispegel (SEL) nicht einzuhalten sein. Darüber hinaus müssen mit hoher Priorität alternative Gründungsverfahren (Bohrtechniken, schwimmende Fundamente) weiter erforscht und erprobt werden sowie wissenschaftliche Begleituntersuchungen während und nach der Bauphase intensiviert werden. Neue Erkenntnisse aus der Begleitforschung müssen auch auf bereits genehmigte Projekte angewandt werden.

Weitere Informationen

Sowohl dieses Hintergrundpapier als auch eine vierseitige Kurzfassung mit den wesentlichen Eckpunkten der NABU-Anforderungen an einen naturverträglichen Ausbau der Windenergienutzung in Deutschland können im Internet als PDF-Dateien unter www.NABU.de/windenergie abgerufen werden. Für die Öffentlichkeitsarbeit ist eine Neu-Auflage der NABU-Broschüre „Was Sie schon immer über Windenergie und Naturschutz wissen wollten“ geplant. Der kostenlose Bezug ist direkt beim NABU-Shop bzw. im Internet unter <http://www.nabu.de/shop/> möglich.

Tipps zum Weiterlesen und Vertiefen

- NABU-Grundsatzprogramm Energie: <http://www.nabu.de/themen/energie/07761.html>
- Status der Windenergienutzung in Deutschland: http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/statistiken/WE%20Deutschland/D_2010_1HI_Statistik.pdf
- Erneuerbare Energien in Zahlen: <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/46344/3860/>

NABU-HINTERGRUND – Naturverträglicher Ausbau der Windenergie in Deutschland

- Staatliche Vogelschutzwarte des Landesumweltamtes Brandenburg: Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse – Fundkartei der Anflugopfer, Ansprechpartner Tobias Dürr: <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.451792.de>
- Forschungsergebnisse des Michael-Otto-Instituts im NABU zu Windenergie und Vögeln: <http://bergenhusen.nabu.de/forschung/windenergie/> und <http://bergenhusen.nabu.de/forschung/greifvoegel/>
- Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen: http://www.umwelt.uni-hannover.de/fledermaeuse_wea.html
- Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – Ergebnisse aus dem Regierungsbezirk Freiburg mit einer Handlungsempfehlung für die Praxis: <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1302099/rpf-ref56-windkraft.pdf>
- Leitfaden: Repowering von Windenergieanlagen – Kommunale Handlungsmöglichkeiten: <http://www.repowering-kommunal.de/ueberuns/unserangebot/>
- Repowering von Windenergieanlagen in der Metropolregion Bremen-Oldenburg - Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Akzeptanz: http://www.windenergie-agentur.de/deutsch/projekte/Repowering_Dialog/WAB_Repowering-Dialog_final.pdf
- Europäische Kommission: Guidance Document – Wind energy developments and Natura 2000: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/guidance_en.htm
- Europäische Umweltagentur: Europe's onshore and offshore wind energy potential - An assessment of environmental and economic constraints: <http://www.energy.eu/publications/a07.pdf>
- NABU-Kommunikationsratgeber zum Ausbau erneuerbarer Energien: <http://www.nabu.de/themen/energie/erneuerbareenergien/allgemein/08397.html>
- NABU-Grundsätze Netzausbau und –anpassung zur Integration erneuerbarer Energiequellen: <http://www.nabu.de/themen/energie/erneuerbareenergien/allgemein/10867.html>
- Offshore-Windenergie: <http://www.offshore-wind.de> - Ökologische Begleitforschung: <http://www.alpha-ventus.de/index.php?id=56>
- Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee, hier FINO3: <http://www.fino3.de>
- Erprobung eines Bund/Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura 2000 - Berichtspflichten: http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/monitoring/BfN-Monitoring_MarineSaeugetiere_2008-2009.pdf
- Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen: http://www.uni-kiel.de/ftzwest/ag7/projekte/mammals/MINOSplus_TP2_final.pdf
- Seevögel und Offshore-Windkraftnutzung - Analyse des Konfliktpotenzials: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/garthe_14.pdf
- Zeitlich-räumliche Variabilität der Seevogel-Vorkommen in der deutschen Nord- und Ostsee und ihre Bewertung hinsichtlich der Offshore-Windenergienutzung: http://www.uni-kiel.de/ftzwest/ag7/projekte/birds/minos_tp5.shtml



Verwendete Quellen zu Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse

- Albrecht, K. & C. Grünfelder (2011): Standortplanung von Windenergieanlagen, NuL 43 (1), 5-14.
- Barrios, L. & A. Rodríguez (2004): Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at onshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72–81.
- Bergen, F. (2001): Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation.
- Brauneis, W. (1999): Der Einfluß von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der „Solzer Höhe“ bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rotenburg.- Untersuchung im Auftrag des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen e. V. - Ortsverband Alheim-Roteburg-Bebra: 91pp.
- Brauneis, W. (2000): Der Einfluß von Windkraftanlagen (WEA) auf die Avifauna, dargestellt insb. Am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. *Ornithologische Mitteilungen* Bd.52, 410-415.
- Bright et al. (2008): Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: A tool to aid planning and conservation. *Biological Conservation* 14 1: 2 3 4 2 –2 3 5 6.

NABU-HINTERGRUND – Naturverträglicher Ausbau der Windenergie in Deutschland

- Bruderer, B. & F. Liechti (2004): Welcher Anteil ziehender Vögel fliegt im Höhenbereich von Windturbinen? *Der Ornithologische Beobachter* 101: 327-335.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M. & Donázar, J. A. (2009): Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation* 142: 2954-2961.
- Clausager, I. & H. Nøhr (1995): Vindmøllers indvirkning på fugle. Status over viden. Danmarks Miljøundersøgelser. 51 S. Faglig rapport fra DMU, nr. 147.
- Clemens & Lammen (1995): Windkraftanlagen und Rastplätze für Küstenvögel - ein Nutzungskonflikt. *Seevögel* 16, 34-38.
- Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. (2008): Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Ann. N.Y. Academy Sciences* 1134: 233-266.
- Dürr, T. (2010): Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg.
- Everaert J. and E. Stienen (2007). Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodivers. Conserv.* 16: 3345-3359.
- Garniel, A., Daunicht, W. D., Mierwald, U. & U. Ojowski (2007): Vögel und Verkehrslärm. Quantifizierung und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna. Schlussbericht November 2007.
- Garthe, S. & O. Hüppop (2004): Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41: 724-734.
- Garthe, S. et al. (2008): Zeitlich-räumliche Variabilität der Seevogel-Vorkommen in der deutschen Nord- und Ostsee und ihre Bewertung hinsichtlich der Offshore-Windenergienutzung. Schlussbericht MINOSplus Teilprojekt 5.
- Hartwig, E. (1994). Naturschutz und Windenergienutzung - ein Konflikt? - *Seevögel* 15: 5 - 10.
- Hötter, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hötter, H. (2006): Auswirkungen des Repowering von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hötter, H. (Hrsg.) (2009): Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions. Bergenhusen. Documentation of an international workshop in Berlin, 21st and 22nd October 2008. Extended abstracts of talks and brief summaries of discussions. Bergenhusen.
- Hunt, W. G. et al. (1995): A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. Report to National Renewable Energy laboratory, Subcontract XCG-4-14200 to the Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.
- Institut für angewandte Ökologie (2008, aktualisiert in 2010): Ermittlung artbezogener Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzugs im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen. Abschlussbericht.
- Isselbacher, K. & T. Isselbacher (2001): Vogelschutz und Windenergie in Rheinland-Pfalz. Gutachten im Auftrag des LfUG, Oppenheim.
- Joest, R. (2009): Bestand, Habitatwahl und Schutz des Wachtelkönigs im Europäischen Vogelschutzgebiet Hellwegbörde in den Jahren 2007 und 2008. Jahresbericht, ABU.
- Kaatz, J. (1999): Einfluss von Windenergieanlagen auf das Verhalten von Vögeln im Binnenland. In: *Vogelschutz und Windenergie*. Hrsg.: Ihde, S. & Vauk-Hentzelt, E., Bundesverband Windenergie e.V., Osnabrück.
- Ketzenberg et al. (2002): Einfluss von Windenergieanlagen auf Brutvögel des Offenlandes. *Natur und Landschaft*: 144-153.
- Kowallik, C. & J. Borbach-Jaene (2001): Windräder als Vogelscheuchen? - Über den Einfluss der Windkraftnutzung in Gänserastgebieten an der nordwestdeutschen Küste. *Vogelkundliche Berichte Niedersachsachsen* 33: 97-102.
- Kruckenberg, H. & J. Jaene (1999): Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). *Natur und Landschaft*. 74: 420-427.
- Larsen, J. K. & J. Madsen (2000): Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by Pink-footed Geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective. *Landscape Ecology* 15: 755-764.
- Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VW) (2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. *Berichte zum Vogelschutz* 55: 151-153.
- Mammen, U. & K. Mammen (2008): Einschätzung der Situation und der Gefährdung des Rotmilans durch WEA in der Querfurter Platte. Halle an der Saale.
- Mammen, U. & Stubbe, M. (2009): Aktuelle Trends der Bestandsentwicklung der Greifvogel- und Eulenarten Deutschlands. *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten* 6: 9-25.
- Müller, A. & H. Illner (2002): Beeinflussen Windenergieanlagen die Verteilung rufender Wachtelkönige und Wachteln? In: *Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes*, Technische Universität Berlin. Vortrag und Kurzfassung.
- Nicolai, B., Günther, E. & M. Hellmann (2009): Artenschutz beim Rotmilan. Zur aktuellen Situation in seinem Welt-Verbreitungszentrum Deutschland/Sachsen-Anhalt (Grundlagen, Probleme, Aussichten). *Natur und Landschaft* 41: 69-77.
- Nowald, G. (1995): Zeitliche und räumliche Habitatnutzung einer Frühjahrsrastpopulation des Kranichs *Grus grus* in der Bock-Region. In: PRANGE, H. (ed.): *Crane Research and Protection in Europe*. Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg: 537-547.
- NYCTALUS-Themenheft 2-3 (2007): Fledermäuse und Nutzung der Windenergie

NABU-HINTERGRUND – Naturverträglicher Ausbau der Windenergie in Deutschland

- Nygard, T. et al. (2010): A study of White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla* movements and mortality at a wind farm in Norway. BOU Proceedings – Climate Change and Birds.
- Pearce-Higgins, J. W., Leigh, S., Langston, R. H. W., Bainbridge, I. P. & Bullman, R. (2009): The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology*. 46: 1323-1331.
- Reichenbach, M. (2003): Windenergie und Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung. Dissertation an der Technischen Universität Berlin. *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* Nr. 123, Schriftenreihe der Fakultät Architektur Umwelt Gesellschaft.
- Rhode, C. (2009): Funktionsraumanalyse der zwischen 1995 und 2008 besetzten Brutreviere des Schwarzstorchs *Ciconia nigra* in Mecklenburg-Vorpommern. *Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern*. Band 46, Sonderheft 2, 2009, 191-204.
- Rydell, J. et al. (2010): Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe / Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration?
- Schreiber, M. (2000): Windkraftanlagen als Störungsquellen für Gastvögel. 55. S. In: Bundesamt für Naturschutz Projektgruppe „Windenergienutzung“: Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturverträglichen Windkraftanlagen. Schriftenreihe des BfN
- Smallwood, K. S. (2007): Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management* 71: 2781–2791.
- Smallwood, K. S. & Karras, B. (2009): Avian and Bat Fatality Rates at Old-Generation and Repowered Wind Turbines in California. *Journal of Wildlife Management* 73: 1062–1071.
- D.P. Whitfield & M. Madders (2006): A Review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus Cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. *Natural research information note* 1.
- Winkelmann, J.E. (1992): The impact of the Sep wind park near Oosterbierum, The Netherlands, on birds. Arnhem.
- Zeiler, H. P. and V. Grünschachner-Berger (2009). "Impact of wind power plants on black grouse, *Lyrurus tetrix* in Alpine regions." *Folia Zoologica* 58: 173–182.

Kontakt

NABU-Bundesverband, Fachbereich Umweltpolitik und Naturschutz
Carsten Wachholz, Tel. 030-284984-1617, E-Mail: Carsten.Wachholz@NABU.de

Impressum: © 2011, Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V.

Charitéstraße 3, 10117 Berlin, www.NABU.de. Text: Carsten Wachholz unter Mitarbeit von Dr. Hermann Hötker, Ralf Joest, Ingrid Kaipf, Dr. Kim Detloff, Elmar Große Ruse, Jörg-Andreas Krüger auf Basis intensiver Diskussionen mit den Mitgliedern der NABU-Arbeitsgruppe Windenergie und Naturschutz
Fotos: Fotolia/C. Otte, Pixelio/G. Schönemann, Fotolia/pikealot, R. Schulte, E. Große Ruse, U. Mammen, Agentur für Erneuerbare Energien, M. Bunzel-Drüke, Vestas Central Europe, H. Kruckenberg, 03/2011