



**Thesenpapier zur DNR-Kampagne „Windkraft im Visier“**

**Windenergie und Biodiversität – Für eine Zukunft voller Leben**

Dr. Andreas von Lindeiner, Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV)

Dr. Friederike Scholz; Bund für Umwelt und Naturschutz e. V., Bundesgeschäftsstelle

Tina Rosenberger; Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV)

1. Allgemeine Einleitung.....1

2. Windenergie und Vögel.....2

3. Windenergie und Fledermäuse.....6

4. Windenergie und Insekten.....9

5. Zusammenfassende Betrachtung.....11

**1. Allgemeine Einleitung**

Der Klimawandel gehört zu den bedeutendsten Gefahren für den langfristigen Erhalt der Biodiversität. In Folge der Klimaveränderungen kommt es zur Verschiebung und Wanderung von Arten und zu einer Verschärfung des Artensterbens. Anpassungen der Arten müssen durch die im erdgeschichtlichen Kontext gesehen aktuell deutlich beschleunigte Klimaerwärmung sehr schnell erfolgen. Viele Arten sind dazu jedoch nicht zügig genug in der Lage oder können sich wie beispielsweise viele alpine Arten nicht in Ausweichlebensräume zurückziehen. Nach Berechnungen des Bundesamtes für Naturschutz sind durch den Klimawandel bis zum Ende dieses Jahrhunderts bis zu 30% der in Deutschland vorkommenden Pflanzen- und Tierarten vom Aussterben bedroht (Leuschner & Schipka 2004). Maßnahmen, den Klimawandel durch die Reduktion der Emission von Treibhausgasen abzumildern, tragen daher ganz massiv zum Schutz der Biodiversität bei. Neben energischen Bemühungen zur Energieeinsparung spielt dabei der Ausbau regenerativer Energien und somit auch die Nutzung von Windenergie eine entscheidende Rolle. Das energiepolitische

Ziel, bis 2050 den gesamten Energiebedarf Deutschlands über erneuerbare Energien zu decken (Umweltbundesamt 2010), kann nur mit Hilfe der Windenergie erreicht werden. Windenergieanlagen (WEA) sollen bis dahin den größten Anteil an der Stromerzeugung bereitstellen – ein großer Beitrag zum Klimaschutz und somit auch zum Erhalt der biologischen Vielfalt.

Bei allen Vorteilen kann die Nutzung der Windenergie jedoch für bestimmte Arten auch gewisse Nachteile mit sich bringen. So können Vögel und Fledermäuse mit WEA kollidieren oder durch sie vergrämt werden. Auch Insekten kommen an den Rotoren zu Tode. Daher müssen bei der Ausweisung und dem Betrieb von WEA selbstverständlich auch Belange des Naturschutzes berücksichtigt werden. Ob von WEA eine bestandsgefährdende Wirkung auf bestimmte Arten ausgehen kann, wird aktuell sehr kontrovers diskutiert. Diese Frage ist besonders für solche Arten von Belang, welche, wie alle heimischen Vogelarten und Fledermäuse, laut Vogelschutz- bzw. FFH-Richtlinie und Bundesnaturschutzgesetz streng geschützt und zugleich von Kollisionen mit WEA betroffen sind. Für eine sachliche und konstruktive Betrachtung und Einschätzung des potentiellen Gefährdungsrisikos dieser Arten ist es von Bedeutung, sich auf belastbare Fakten und Studien zu berufen. Dabei sollten WEA grundsätzlich nicht anders als andere Teile der Infrastruktur betrachtet werden, d.h. weder mit einem grünen Mantel umgeben, noch überkritisch behandelt werden. Um das vorhandene Wissen zum Thema zusammenzutragen, wurden im Rahmen der DNR-Kampagne „Windkraft im Visier“ detaillierte Literaturstudien zu den Themenbereichen Windkraft und Vögel, Fledermäuse bzw. Insekten erstellt (Rosenberger et al. 2011, Lustig & Zahn 2010, Ott 2010). Diese Literaturstudien dienen als Grundlage für die nachfolgende fachliche Einschätzung und Bewertung.

## **2. Windenergie und Vögel**

### ***2.1 Status der Avifauna in Deutschland***

Vögel fallen unter das nationale sowie europäische Artenschutzrecht. Alle heimischen europäischen Vogelarten sind besonders geschützte Arten (§ 7 Abs. 2 Nr. 13 b), bb) BNatSchG). Einige Vogelarten sind darüber hinaus streng geschützte Arten (§ 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG). Bei der Gewichtung der Vogelschutzbelange sind im Rahmen der Abwägung in erster Linie die Schutzwürdigkeit der betroffenen Vogelart und des betroffenen Raumes sowie die Intensität und die Auswirkung des Eingriffs durch den Bau einer WEA zu berücksichtigen. Je schutzwürdiger die betroffene Art und deren durch das Vorhaben

beeinträchtigt Lebensraum sind, desto geringer dürfen die Schwere des Eingriffs und die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung des geschützten Artenbestandes und dessen Lebensraum sein (VG Stuttgart 13 K 5609/ 03).

Im Zuge des Klimawandels wird es auch in der Vogelwelt Deutschlands Veränderungen geben, wobei es mehr Verlierer als Gewinner geben wird. Gegen Ende dieses Jahrhunderts könnte sich die Verbreitung der europ. Brutvögel im Durchschnitt ca. 550 km nach Norden und etwas nach Osten verändern. Dabei könnten viele Arten eine Verschiebung von tausend Kilometern und mehr erfahren. Wissenschaftler erwarten große Arealverluste für viele Arten und damit eine Abnahme der Biodiversität (Huntley et al. 2007).

## **2.2 Potentielle Gefährdung von Vögeln durch WEA**

Die Nutzung der Windenergie leistet bei umweltverträglicher Planung einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität bei und ist aus Sicht des Naturschutzes zu befürworten. Die Auswirkungen der WEA hängen sowohl in hohem Maße von den vorkommenden Arten und Habitattypen, als auch von der Größe, Lage und Gestaltung der Windenergieanlagen bzw. Windparks ab.

Zu den Gefährdungsursachen im Zusammenhang mit WEA und Avifauna zählen Kollisionen, negative Bestandsveränderungen durch Störung, Verdrängung oder Habitatverlust, Meidung und Barrierewirkung.

Die häufigsten Schlagopfer sind Greifvögel, gefolgt von Singvögeln und Möwenartigen. Die am meisten gefundenen Vogelarten sind der Mäusebussard (*Buteo buteo*), der Rotmilan (*Milvus milvus*), die Lachmöwe (*Chroicocephalus ridibundus*) und der Seeadler (*Haliaeetus albicilla*). Bei den Singvögeln fallen besonders Feldlerche (*Alauda arvensis*), Grauammer (*Emberiza calandra*), Mauersegler (*Apus apus*) und Goldammer (*Emberiza citrinella*) auf (Dürr 2010)<sup>1</sup>.

Aufgrund ihrer geringeren Abundanzen und relativ niedrigen Reproduktionsrate können Greifvögel Verluste an Individuen nicht so schnell ausgleichen (k-Strategen) (Percival S. M. 2000). In der aktuellen Studie über die Ursachen des Kollisionsrisikos von Greifvögeln mit

---

<sup>1</sup> Diese Daten stammen aus einer bundesweiten Fundkartei. Sie reichen zum Teil bis 1989 zurück, es gehen sowohl zufällig erhobene als auch systematische Funde mit in die Statistik ein. Da die Funde nicht ausschließlich auf systematischen Untersuchungen beruhen, können sie nicht in eine rechtskräftige Kollisionsrate umgesetzt werden. Verlässliche Kollisionsraten besitzen für die Entscheidungsfindung in der WEA-Planung herausragende Bedeutung und können durch systematische Untersuchungen ermittelt werden. Es können jedoch nützliche Informationen über einzelne Arten abgeleitet werden, für die ein hohes Sicherheitsrisiko besteht (vgl. Iller 2011)

WEA konnte bisher auf grober Landschaftsebene kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Populationsschwankungen und dem Aufbau von WEA nachgewiesen werden. Die Anwesenheit von WEA innerhalb der engeren „Home Range“ um einen Horst steigert die Kollisionsgefahr allerdings enorm (Rasan et al. 2010). Neben der Populationsentwicklung muss die demographische Struktur berücksichtigt werden – eine stabile Population ist nicht zwingend eine gesunde (Illner 2011): So wirken sich Kollisionsverluste von Nichtbrütern (Floater) indirekt auf die Population aus (Hunt 2002). Kollisionen können geschlechtsspezifisch erfolgen und sich langfristig schädlicher auf den Brutbestand mancher Arten auswirken als eine natürliche Geschlechterverteilung (Stienen et al. 2008). Darüber hinaus könnte sich die Kollisionssterblichkeit in eine sich selbst erhaltende Population transformieren, die sich ausschließlich durch Einwanderer erhält (Quellen-Senken-Dynamik) (vgl. Schaub et al. 2010).

Für viele Arten sind die Daten lückenhaft. Das derzeit als gering erachtete Kollisionsrisiko mancher Arten, z. B. das der Wiesenweihe (*Circus pygargus*), könnte größer sein als bisher angenommen. Um dem Vorsorgeprinzip gerecht zu werden, sollten diese Arten weiterhin als empfindlich behandelt werden.

Es gibt keine statistisch gesicherten Hinweise von Bestandsveränderungen durch WEA auf Brutvögel. Gastvögel und Vögel außerhalb der Brutzeit reagieren wesentlich empfindlicher, wobei vor allem ziehende Wat- und Wasservogelarten größere Distanzen gegenüber den Anlagen einhalten (Hötker et al. 2005).

Jede Vogelart besitzt eine spezifische Empfindlichkeitsschwelle. Es wurden in der Vergangenheit bereits zahlreiche Abstandsdaten und Meidetendenzen ermittelt. Die Gutachten von Reichenbach, Handke & Sinning (2004), Hötker (2005, 2006) können zur Ermittlung der Werte herangezogen werden. Jedoch ist die Artenliste der Autoren nicht vollständig, und es besteht für viele potentiell empfindliche Arten Forschungsbedarf, z. B. für Greifvögel, andere Großvögel und waldlebende Arten.

Ob Windenergieanlagen und Windparks einen Zerschneidungseffekt in der Landschaft besitzen und als Barrieren wirken, hängt von ihrem Standort und der Durchlässigkeit ab. WEA besitzen für Vögel dann eine Barrierewirkung, wenn sie in Flugrichtung bzw. Zugrichtung liegen und die Vögel auf Höhe der Rotoren oder der Anlagen fliegen. Dabei können sie entweder zwischen den Anlagen hindurch fliegen oder dem Windpark ausweichen (horizontal, vertikal), wobei das Ausmaß der Ausweichbewegungen von der Ausdehnung des Windparks abhängt (Bio Consult SH & ARSU 2010).

Mit zunehmender Zahl der Überflüge von WEA oder Windparks steigt das Kollisionsrisiko. Dieser Fall ist bei Flügen zwischen Rast-, Schlaf-, und Brutgebieten, aber auch beim Vogelzug gegeben (vgl. Kap. 3.1.3) (Bellebaum et al. 2010, Bio Consult SH & ARSU 2010). Betroffen sind vor allem Tagzieher. Der nächtliche Vogelzug findet überwiegend in großen Höhen statt und ist somit von WEA weitgehend nicht betroffen. Im Mittelgebirge sowie in den Alpen kommt es über Talzügen sowie Höhenrücken zu Zugverdichtungen. Im Küstenbereich und im flachen Binnenland können Vögel Hindernissen deutlich besser ausweichen. In den Gebirgsregionen werden die Ausweichmöglichkeiten als eher gering eingestuft (Stübing 2004, Hötker et al. 2005, Bio Consult SH & ARSU 2010). Darüber hinaus sind die besonders störungsempfindlichen oder durch WEA besonders gefährdeten Vogelarten gemäß LAG-VSW (2007) sowie die regional bedeutsame Avifauna im Einzelfall zu berücksichtigen.

### ***2.3 Ansätze zur Vermeidung von negativen Wirkungen***

Um den Erhalt der Biodiversität zu sichern, ist dem Vorsorgeprinzip (IUCN 2007) Folge zu leisten. Dessen Anwendung ist immer dann zu empfehlen, „wenn die wissenschaftlichen Informationen unvollständig sind oder keine eindeutigen Schlüsse zulassen und wenn es Anzeichen dafür gibt, dass die möglichen Folgen für die Umwelt oder die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen potentiell gefährlich und mit dem angestrebten Schutzniveau unvereinbar sein könnten“ (EU-Kommission 2000, § 8 BNatSchG). Mit gewissenhafter Planung lässt sich das Spannungsfeld zwischen Windenergiegewinnung und Avifauna verringern. Zur Konfliktvermeidung sollen WEA in der Nähe von Feuchtflecken, auf Berggründen und Geländekanten aus der Planung ausgeschlossen werden (Hötker et al. 2005, 2006).

Wenn an einem Ort ein n-faches Mehr an Vögeln zieht, ist auch die Beeinträchtigung als Summe der betroffenen Individuen n-fach erhöht (Stübing 2004). Sobald sich Rast-, Schlaf-, und Brutgebiete sensibler, lokal bedeutsamer Arten oder bekannte Zugrouten in dem betroffenen Gebiet befinden, ist zu prüfen, wie gravierend sich die Lebensraumzerschneidung im Falle des Baus von Anlagen oder Repowerings (ältere, kleinere und weniger effiziente Anlagen werden durch neuere, leistungsstärkere WEA ersetzt) darstellt. Dabei gilt auch hier der Grundsatz: Je mehr Überflüge der Anlagen am Tag, desto höher das Kollisionsrisiko, wobei dieses mit steigender Anlagenhöhe für Vögel zunimmt.

Abstandsregelungen tragen dem Vorsorgeprinzip Rechnung. Die Abstandsempfehlungen der Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG-VSW 2007) dienen als

Abwägungsgrundlage in der Regional- und Bauleitplanung sowie in immissionsschutzrechtlichen Verfahren der sachgerechten Entscheidungsfindung. Sie sind als Mindestanforderung zu verstehen und ergänzen ggf. länderspezifische Regelungen. Abweichende Festlegungen gibt es vor allem dann, wenn es um regionale Besonderheiten geht, wie zum Beispiel den Schutz der Restpopulation einer Art. Dabei kann es zur Festlegung weitaus größerer Abstände kommen. Die Abwägung im Einzelfall bleibt bei jedem Vorhaben erforderlich.

Dem Vorsorgeprinzip entsprechend sind folgende Standorte zu meiden (LAG-VSW 2007):

- Europäische Vogelschutzgebiete (EU-SPA)
- alle Schutzgebietskategorien nach nationalem Naturschutzrecht mit Vogelschutz im Schutzzweck
- Feuchtgebiete internationaler Bedeutung entsprechend Ramsar Konvention
- Gastvogellebensräume internationaler, landesweiter und regionaler Bedeutung
- Brutvogellebensräume nationaler, landesweiter und regionaler Bedeutung
- Schlafplätze (Kranich *Grus grus* > 1 %-Kriterium, Schwäne *Cygnus sp.* > 1%-Kriterium, Gänse *Anser sp.*, *Branta sp.* > 1%-Kriterium)
- Hauptflugkorridore zwischen Schlaf- und Nahrungsplätzen (Kranich *Grus grus*, Schwäne *Cygnus sp.*, Gänse *Anser sp.*, *Branta sp.*)
- Zugkonzentrationskorridore
- Einstandsgebiete und Hauptflugkorridore der Großtrappe *Otis tarda*
- Gewässer oder Gewässerkomplexe > 10 ha

Zu den Beeinträchtigungen von Vögeln durch WEA im Wald gibt es kaum Literatur. Daher ist dem Vorsorgeprinzip Folge zu leisten. Dementsprechend sind artenreiche Altholz- und höhlenreiche Bestände, ebenso Feuchtlebensräume sowie sonstige schützenswerte Waldbereiche als WEA-Standorte tabu. Die Empfehlung lehnt sich an jene der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Landesverband Bayern e.V. an (SDW 2010). Abstände zu Horstbereichen sind entsprechend den Abstandsregelungen der LAG-VSW zu entnehmen.

Im Zuge des Baues und des Betriebes von WEA muss die Beeinträchtigung der Avifauna durch Ausgleichsmaßnahmen kompensiert werden. Dabei sollten sich die Planer einerseits auf Vermeidungsmaßnahmen, andererseits auf die Konzeption von lebensraumverbessernden Maßnahmen konzentrieren. Beides muss den individuellen artspezifischen Ansprüchen genügen.

Die Anzahl aussagekräftiger populationsökologischer Untersuchungen zur Beurteilung der Eingriffswirkung ist nach wie vor zu schmal. Fehlende Daten müssen ergänzt werden, damit

rechtlich aussagekräftige Schwellenwerte formuliert werden können. Um Schwellenwerte für Arten oder Populationen mit besonderem gemeinschaftlichem Interesse zu ermitteln, sind in Zukunft länderübergreifende, regionale Auswertungen von nationalen Brutvogelmonitoring-Programmen zu gewinnen (Bellebaum et al. 2010).

### **3. Windenergie und Fledermäuse**

#### ***3.1. Status der Fledermausfauna in Deutschland***

Alle in Deutschland vorkommenden Fledermausarten sind im Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgelistet. Sie sind demnach streng geschützte Arten von gemeinschaftlichem Interesse, für die Deutschland verpflichtet ist, einen günstigen Erhaltungszustand anzustreben bzw. aufrechtzuerhalten. Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 des BNatSchG ist es verboten, diesen besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten. Die klimatischen Veränderungen im Zuge des Klimawandels werden es zukünftig deutlich erschweren, einen günstigen Erhaltungszustand der in Deutschland heimischen Fledermausarten zu gewährleisten. Während momentan die Diversität der Fledermausarten durch die Erweiterung der Reproduktionsareale südlicher Fledermausarten eher zunimmt, ist langfristig durch den Klimawandel mit einer deutlichen Reduktion der Fledermausvielfalt in Mitteleuropa zu rechnen (Rebello et al., 2010). Dies käme hauptsächlich durch eine Verkleinerung potentieller Verbreitungsgebiete und eine Zunahme der Konkurrenz durch einwandernde südliche Arten zustande (Robinson et al., 2005). Die Abmilderung des Klimawandels mit Hilfe regenerativer Energien und Windkraft kommt somit langfristig der heimischen Fledermausfauna deutlich zugute.

#### ***3.2. Potentielle Gefährdung von Fledermäusen durch WEA***

Da jedoch Fledermäuse an WEA zu Schaden kommen können, muss die Verpflichtung zum Erhalt eines günstigen Erhaltungszustandes auch aus dieser Perspektive betrachtet werden. Fledermäuse kommen hauptsächlich durch direkte Kollision, aber auch in Folge starker Luftverwirbelungen im Bereich der Rotorblätter zu Tode (Baerwald et al. 2008). Besonders betroffene Arten sind der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*), die Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Diese drei Arten machten allein 81,2 % von 1328 registrierten Schlagopfer-Funden aus (Dürr 2010). Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*), Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) und Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*)

werden ebenfalls regelmäßig als WEA-Schlagopfer nachgewiesen (Lustig und Zahn 2010). Von einem geringem Kollisionsrisiko kann für die Arten der Gattungen *Myotis*, *Plecotus* und *Barbastella* ausgegangen werden (Brinkmann et al. 2009, Rydell et al. 2010). Das höchste Gefährdungsrisiko für Fledermaus-Kollisionen besteht an WEA-Standorten in reich strukturierten, landwirtschaftlich genutzten Gebieten, in Küstennähe, auf bewaldeten Hügeln und auf Höhenzügen. In offenen, flachen Gebieten mit intensiver Landwirtschaft finden sich die wenigsten Schlagopfer (Lustig und Zahn 2010). An sehr kollisionsgefährdeten Standorten können bis zu 54 Fledermäuse pro WEA und Jahr verunglücken (Brinkmann et al. 2009), solch hohe Verlustraten stellen jedoch die absolute Ausnahme dar. Endl. et al. (2004) gehen beispielsweise von durchschnittlich 1,5 Fledermäusen/WEA/Jahr aus. Der zeitliche Konfliktschwerpunkt ist in Deutschland der Zeitraum Ende Juli bis Anfang September, wenn sich die Wochenstuben auflösen und der Herbstzug beginnt. Repowering-Maßnahmen, also der Ersatz älterer Anlagen durch höhere und leistungsstärkere WEA, tragen dazu bei, den Flächenverbrauch für neue Windparks zu reduzieren. Mit Hinblick auf die Fledermausproblematik ist hier allerdings zu beachten, dass das Kollisionsrisiko für Fledermäuse mit steigender Nabenhöhe und größerem Rotordurchmesser deutlich ansteigen kann (Barclay et al. 2007).

Hinsichtlich der möglichen Gefährdung von Fledermäusen durch WEA ist bisher nur sehr wenig darüber bekannt, inwieweit Verluste möglicherweise eine bestandsgefährdende Wirkung auf Populationsebene haben können. Fledermäuse können aufgrund ihrer Fortpflanzungsbiologie, welche sich durch eine relativ geringe Reproduktionsrate verbunden mit langer Lebensdauer auszeichnet, Populationsverluste weniger gut ausgleichen als z. B. Singvögel. Zudem werden durch WEA-Schlag nicht schwache Individuen gezielt selektiert, sondern oft starke, reproduzierende Individuen der Population entnommen. Um belastbare Populationsmodelle berechnen und damit den Einfluss von WEA-Schlagopfern auf die Populationsentwicklung einschätzen zu können, bedarf es der Kenntnis der ungefähren Bestandsgröße der zu untersuchenden Fledermausart. Solche Bestandszahlen sind aber für die meisten Fledermausarten nicht oder nur für lokale, gut untersuchte Populationen bekannt. Leider lässt der aktuelle Kenntnisstand keine verlässlichen und verallgemeinerbare Prognosen zu, inwieweit die Mortalität durch WEA Fledermauspopulationen langfristig gefährdet. An sehr ungünstigen Standorten mit vergleichsweise vielen Fledermaus-Schlagopfern kann man den Rückgang der betreffenden Teilpopulationen im weiteren Umkreis der WEA nicht ausschließen (Blohm & Heise 2009, Hötter et al. 2005). Belege für eine überregionale Gefährdung von Fledermauspopulationen durch WEA gibt es derzeit jedoch nicht. In

Kombination mit den vielfältigen anderen anthropogenen Gefährdungsfaktoren ist ein potentieller Einfluss von Fledermaus-Schlag an WEA auf den Erhaltungszustand der Fledermausfauna allerdings durchaus zu berücksichtigen.

### ***3.3. Ansätze zur Vermeidung von Fledermaus-Schlag***

WEA leisten einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz und damit auch Fledermausschutz. Der Ausbau der Windenergienutzung steht daher nicht im Widerspruch zum Artenschutz, sondern fördert diesen langfristig und nachhaltig. Fledermäuse können jedoch an WEA zu Tode kommen, wobei eine Bestandsgefährdung deutschlandweit unwahrscheinlich, an bestimmten Standorten jedoch lokal nicht auszuschließen ist. Die Erhaltung bzw. das Erlangen eines günstigen Erhaltungszustandes aller in Deutschland heimischen Fledermausarten muss gewährleistet sein. Daher muss gemäß dem Vorsorgeprinzip grundsätzlich eine Minimierung des Kollisionsrisikos beim Betrieb bestehender und der Ausweisung neuer Windparks angestrebt werden. Die sorgfältige Standortwahl für WEA ist daher von zentraler Bedeutung.

An potentiellen neuen WEA-Standorten durchgeführte Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) müssen von unabhängiger Seite erstellt werden und artenschutzrechtliche Belange ernsthaft und methodisch hochwertig untersuchen. Besonders Standorte, von denen man annehmen muss, dass sie von Fledermäusen intensiver genutzt werden könnten, müssen qualitativ besonders hochwertigen UVP unterzogen werden. In dieser Hinsicht problematisch sind Standorte in der Nähe von Sommer-, Winter-, Balz- und Schwärmquartieren lokaler Fledermaus-Populationen, im Bereich wichtiger Nahrungshabitate sowie in Gebieten, die während des Fledermauszuges genutzt werden. Standorte in der Nähe von Gewässern, am Waldrand, im Wald und in sehr strukturreichen Kulturlandschaften sowie an manchen Küstenabschnitten sollten daher möglichst frei von WEA gehalten werden. Sind keine Alternativflächen vorhanden, muss hier eine besonders gründliche Prüfung hinsichtlich des tatsächlich zu erwartenden Kollisionsrisikos für Fledermäuse durchgeführt werden. Dabei sollte das gesamte Artenspektrum an Fledermäusen einbezogen werden, da auch generell wenig durch WEA beeinflusste Arten durch besondere lokal Gegebenheiten betroffen sein können. Bei der aktuell im Ausbau befindlichen Windenergienutzung im Wald sollten lediglich homogen strukturierte, intensiv genutzte Wirtschaftswälder (Monokulturen) als mögliche Standorte für WEA in Frage kommen. Dabei ist zu prüfen, ob durch die mit der Errichtung von WEA verbundene Schaffung von kleinräumigen Waldrandstrukturen

attraktive Jagdhabitats für Fledermäuse entstehen und sich daraus ein erhöhtes Kollisionsrisiko ergibt.

An bestehenden WEA-Standorten mit hohem oder unklarem Konfliktpotential sollte über Monitoring-Maßnahmen geklärt werden, ob und in welchem Ausmaß eine erhöhte Gefährdung von Fledermäusen besteht. Dabei sollte zwischen April und Oktober sowohl ein akustisches Monitoring in Rotorhöhe erfolgen, als auch – möglichst zeitgleich – ein Schlagopfermonitoring am Boden. Zeigen sich in Folge dieses Monitorings Konflikte mit den Belangen des Fledermausschutzes ab, so sollten aus der Ökologie der Fledermäuse heraus begründete Schemata für Abschaltzeiten entwickelt und umgesetzt werden.

Im Hinblick auf die Kosten solcher Maßnahmen für die Betreiber von WEA ist zu bedenken, ob WEA nicht in etwas weniger windhöflichen, dafür aber konfliktarmen Standorten langfristig effektiver betrieben werden können. Dabei sollte der Fokus darauf liegen, bereits vorbelastete und hinsichtlich des Artenschutzes relativ unproblematische Standorte wie beispielsweise Gewerbegebiete oder Bereiche entlang von Autobahnen stärker als bisher für den Ausbau der Windenergie zu nutzen. Die maximale Windhöflichkeit darf nicht das alleinige Kriterium für die Bewertung eines potentiellen WEA-Standorts sein. Repowering bietet die Chance, innerhalb eines bestimmten Vorranggebietes ältere Anlagen an erwiesenermaßen konfliktträchtigen Standorten abzubauen und durch leistungsstärkere WEA an vergleichsweise unproblematischen Standorten zu ersetzen. Bei Repoweringmaßnahmen an bestehenden WEA-Standorten müssen erneute, gründliche UVP gewährleisten, dass ein deutlich erhöhtes Konfliktpotential für Fledermäuse durch höhere Anlagen nach bestem Wissen ausgeschlossen werden kann.

## **4. Windenergie und Insekten**

### ***4.1. Status der Insektenfauna in Deutschland***

Insekten genießen im Vergleich zu Wirbeltieren einen wesentlich weniger umfassenden Schutz. In der FFH-Richtlinie sind lediglich einige wenige Käfer, Libellen und Schmetterlinge berücksichtigt. Jedoch sind auf der Roten Liste gefährdeter Arten in Deutschland 46% der 5984 Käfer-, 60% der 80 Libellen- und 39% der 1450 untersuchten Großschmetterlingsarten zu finden. Jeweils mindestens über 40% der erfassten Schwebfliegen-, Köcherfliegen-, Zikaden-, Steinfliegen- und Eintagsfliegenarten stehen auf der Roten Liste. Insgesamt sind durch das BNatSchG in Deutschland zwar deutlich mehr

Insektenarten geschützt als allein durch die FFH-Richtlinie, jedoch bleibt die Erfassung und das Wissen um eine potentielle Gefährdung für einige Insektenordnungen recht lückenhaft.

Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass durch den Klimawandel von einer zunehmenden Gefährdung der Entomofauna Deutschlands und Europas auszugehen ist (z. B. Settele et al. 2008, Hering et al. 2009). Auch im Falle der Insekten ist somit deutlich zu betonen, welche Bedeutung der Klimaschutz und damit der Ausbau der Nutzung regenerativer Energien für die Bewahrung der Biodiversität hat.

#### ***4.2. Potentielle Gefährdung von Insekten durch WEA***

Hinsichtlich einer möglichen Beeinträchtigung von Insekten durch WEA finden sich kaum Hinweise, allerdings wurden bisher auch keine gezielten Untersuchungen dazu durchgeführt. Einige indirekte Hinweise können mit einer Wirkung von WEA auf Insekten in Zusammenhang gebracht werden. Zum einen betrifft das Kollisionen von Fledermäusen mit WEA, da man annehmen kann, dass viele Fledermäuse während der Jagd auf Insekten im Bereich der Rotorblätter verunglücken. Somit müssen sich nicht unbedeutende Insektenmengen im Bereich der Rotoren aufhalten. Zum anderen wird von mehreren Autoren das Phänomen des „insect foulings“ beschrieben. „Insect fouling“ kommt zustande, wenn die Rotorblätter durch tote Insekten so stark verschmutzt sind, dass ein gewisser Leistungsabfall auftreten kann (Corten & Veldkamp 2001, Dalili et al. 2009). In solchen Fällen kann man von einer großen Zahl erschlagener Insekten ausgehen. Durch moderne Radar-Studien ist bekannt, dass sich viele Insekten zumindest zeitweise in Luftschichten im Bereich von WEA-Rotoren aufhalten (Chapman et al. 2003). Es wird angenommen, dass Insekten durch die Wärmeabstrahlung der Gondeln, den hellem Abstrich der WEA und/oder nachts durch die Positionsleuchten der WEAs zusätzlich angezogen werden (Ott 2010). Der Nachweis von Insekten als Schlagopfer ist ausgesprochen schwierig und wenig erfolgversprechend: Sofern sie nicht an den Rotoren haften bleiben, werden Insekten schnell vom Wind verdriftet und tote Insekten am Boden werden innerhalb kürzester Zeit gefressen oder abgebaut und sind außerdem für das menschliche Auge in der Vegetation kaum zu finden (Ott 2010). Aufgrund der Phänologie der Insekten ist eine potentielle Gefährdung durch WEA nur zwischen April/Mai und September/Oktober möglich. Dabei ist mit einem erhöhten Insektenvorkommen und somit erhöhtem Konfliktpotential bezüglich WEA bei Temperaturen über 10-13° Celsius und an windarmen Standorten zu rechnen (Ott 2010). Eine populationsgefährdende Wirkung von WEA auf Insektenvorkommen wurde bisher nicht nachgewiesen. Nach den bisher vorliegenden Informationen ist eine solche Gefährdung als

unwahrscheinlich einzuschätzen, kann jedoch in Einzelfällen auf lokaler Ebene und im Zusammenspiel mit anderen Gefährdungsfaktoren nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Die Gefährdung von Insekten durch den Klimawandel ist grundsätzlich als wesentlich bedeutender anzusehen als die Wirkung von WEA auf die verschiedenen Insektengruppen.

#### ***4.3. Ansätze zur Vermeidung von Insektenverlusten durch WEA***

Soweit bekannt ist, dass wichtige Vorkommen streng geschützter Insektenarten im Umkreis eines geplanten Windparks zu finden sind, muss eine mögliche Gefährdung dieser Population durch die Errichtung und den Betrieb der WEA besonders gründlich geprüft werden (Beispiel Apollofalter). Grundsätzlich besteht das Problem, dass potentielle Auswirkungen von WEA auf die Insektenfauna an den jeweiligen Standorten noch wesentlich schwieriger einzuschätzen sind als die auf Vögel und Fledermäuse. Dementsprechend können meist nur grundsätzliche und nicht an den Standort angepasste Maßnahmen ergriffen werden, um eine Beeinträchtigung der Insektenfauna durch WEA zu minimieren. In Frage käme dabei beispielsweise, für Insekten möglichst unattraktive Anstriche für WEA zu wählen. Auch ist ohnehin in Diskussion, die Positionsleuchten von WEA nur zeitweise zu aktivieren, wenn sich Flugzeuge in der Nähe befinden. Eine so erreichte Verminderung der Anziehungswirkung dieser Leuchten auf Insekten wäre sicherlich von Nutzen, um ein mögliches Gefährdungspotential von WEA auf nachtaktive Insekten zu verringern. Da es jedoch momentan keine fundierten Nachweise für eine tatsächliche, weitreichende Gefährdung von Insekten durch WEA gibt, sollte die Verhältnismäßigkeit aufwändiger Maßnahmen zum Insektenschutz an WEA im Hinblick auf die tatsächlich erreichte Wirkung berücksichtigt werden.

### **5. Zusammenfassende Betrachtung**

Der Ausbau der Windenergie besitzt für die Erreichung der Klimaziele der Bundesrepublik Deutschland eine große Bedeutung. Außerdem dient die Windenergienutzung, bei umweltgerechter Planung, grundsätzlich dem Erhalt der Biodiversität und ist aus Sicht des Naturschutzes zu befürworten. Die bau-, anlagen- und betriebsbedingten Auswirkungen einer WEA bedeuten einen Eingriff und eine Veränderung in Natur und Landschaft. Wie generell alle technischen Bauwerke, führen auch WEA zu einer ökologischen Verschlechterung. Dies kann sich unter Umständen in einem Verlust an Biodiversität niederschlagen. Die negativen

Anlagenwirkungen sind im Einzelfall gemäß dem Vorsorgeprinzip zu prüfen und nach bestem Gewissen zu minimieren.

Von besonderer Bedeutung ist die sorgfältige Wahl der Standorte für den Bau von WEA. Stärker als bisher sollten stark vorbelastete Areale genutzt werden, statt neue, vergleichsweise wenig belastete Flächen für in Anspruch zu nehmen. Sorgfältige UVP müssen gewährleisten, dass die Errichtung und der Betrieb von WEA sich mit den Belangen des Natur- und Artenschutzes vereinbaren lassen. Für die einzelfallbezogene Konfliktfeldbetrachtung sind aus naturschutzfachlicher und –rechtlicher Sicht insbesondere die Auswirkungen auf Vögel und Fledermäuse relevant. Beim Vorkommen streng geschützter Insekten muss eine mögliche Gefährdung der Population ebenfalls geprüft werden. Des Weiteren sind die möglichen kumulativen Auswirkungen, in Anbetracht der großen Zahl an Neugenehmigungen von Windparks, sowie alle bereits vorhanden Störungen (z.B. Bahntrassen, Stromleitungen usw.) in die Prüfung miteinzubeziehen. Ökologisch bedeutsame Gebiete sollten grundsätzlich frei von WEA gehalten werden, um eine Beeinträchtigung betroffener Artengruppen zu umgehen. Fundierte Arterfassungen mit der einhergehenden artspezifischen Differenzierung hinsichtlich des Konfliktpotentials schaffen Planungssicherheit. Die Abstandsempfehlungen der Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG-VSW 2007) dienen als Abwägungsgrundlage in der Regional- und Bauleitplanung, sowie in immissionsschutzrechtlichen Verfahren der sachgerechten Entscheidungsfindung. Sie sind als Mindestanforderung zu verstehen und ergänzen ggf. länderspezifische Regelungen. Am Einzelprojekt anzusetzende Vermeidungsmaßnahmen hinsichtlich der artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände müssen in ihrer Effizienz durch Monitoringmaßnahmen überprüft werden. Ergeben sich beispielsweise verschärfte Konflikte mit vorkommenden Fledermausarten, sollten ökologisch begründete Abschaltzeiten entworfen und umgesetzt werden. Darüber hinaus sind sinnvolle Ausgleichsmaßnahmen zu entwickeln (vgl. Lustig & Zahn 2010, Ott 2010, Rosenberger et al. 2011).

Um weitere, belastbare Kenntnisse für die Planungspraxis zu gewinnen, ist zusätzliche Forschung zum Themenkomplex dringend erforderlich. Dabei ist insbesondere die Frage von Bedeutung, ob und inwieweit Arten auf Populationsniveau durch WEA beeinträchtigt werden. Solange die Gefährdung einer (lokalen) Population nicht ausgeschlossen werden kann, ist gemäß dem Vorsorgeprinzip zu handeln.

## Literatur

- Baerwald, E.F., D'Amours, G.H., Klug, B.J. & Barclay, R.M.R. (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. In: *Current Biology* Vol. 18 No. 16, S. R695-R696.
- Barclay, R.M.R., Baerwald, E.F. & Gruber, J.C. (2007): Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. In: *Canadian Journal of Zoology* 85, S. 381-387.
- Bellebaum, J.; Grieger, C.; Klein R.; Köppen; U., Kube J.; Neumann, R. et al. (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. Bericht vom Juli 2008, aktualisierte Fassung vom März 2010. Herausgegeben von Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ 0329948) Neu Broderstorf FKZ 0329948 Des Forschungsvorhaben Bundesministeriums für Umwelt.
- Bevanger, K.; Clausen, S.; Dahl, E.L.; Flagstad, Ø; Follestad, A., Gjershaug, O.G.; Halley, D.; Hanssen, F., Hoel; P.L., Jacobsen K.Ø.; Johnsen L.; May, R.; Nygård, T.; Pedersen, H.C.; Reitan, O.; Stenheim, Y. & Vang, R. (2008): Pre- and postconstruction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway. Progress Report 2008 – NINA Report 409, 55 pp.
- Bio Consult SH; ARSU (2010): Zum Einfluss von Windenergieanlagen auf den Vogelzug auf der Insel Fehmarn. Gutachterliche Stellungnahme auf Basis der Literatur und eigener Untersuchungen im Frühjahr und Herbst 2009. Herausgegeben von Fehmarn Netz GmbH & Co. OHG. Online verfügbar unter [http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/literatur/2010\\_bioconsult\\_vogelzug%20fehmar.pdf](http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/literatur/2010_bioconsult_vogelzug%20fehmar.pdf).
- Blohm, T. & Heise, G. (2009): Windkraftnutzung und Bestandsentwicklung des Abendseglers *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) in der Uckermark. In: *Nyctalus* (N.F.), Berlin 14 (2009), Heft 1-2, S. 14-26.
- Brinkmann, R., Niermann, I., Behr, O., Mages, J. & Reich, M. (2009): Fachtagung zur Präsentation der Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“. Hannover: Leibniz Universität, in Kooperation mit Universität Erlangen und weiterer Partner.
- Chapman, J.W., Reynolds, D.R. & A.D. Smith (2003): Vertical-Looking Radar: A New Tool for Monitoring High-Altitude Insect Migration. *BioScience* Vol. 53 (5): 503-511
- Corten, G.P. & H.F. Veldkamp (2001 a): Insects can halve wind-turbine power. *Nature* 412: 42-43
- Dalili, N., A. Edrissy & R. Carriveau (2009): A review of surface engineering issues critical to wind turbine performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 : 428-438

- Dürr (2010): Fledermausverluste an Windenergieanlagen – Daten aus der zentralen Fundkartei der staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Stand: 15. September 2010.
- Dürr, T. (2010): Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg.
- Endl, P., Engelhart, U., Seiche, K., Teufert, S. & Trapp, H. (2004): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen. Landkreise Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz. Im Auftrag von: Staatliches Umweltfachamt Bautzen.
- EU-Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften) (2000): Mitteilung der Kommission. Die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:de:PDF>.
- EU-Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften) (2010): Guidance Document. Wind energy developments and Natura 2000. Online verfügbar unter [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind\\_farms.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf).
- Hering, D., Schmidt-Kloiber, A., Muphy, J., Lücke, S., Zamora-Munoz, C., López-Rodríguez, M.J., Huber, T. & W. Graf (2009): Potential impact if climate change on aquatic insects: A sensitivity analysis for European caddisflies (Trichoptera) based on distribution patterns and ecological preferences. *Aquatic Sciences* 71: 3-14
- Hötker, H., Thomsen, K-M. & Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Endbericht des Michael-Otto-Institut im NABU. Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz.
- Hötker, H. (2006): Auswirkungen des Repowering von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Herausgegeben von NABU. Michael-Otto-Institut im NABU - Forschungs- und Bildungszentrum für Feuchtgebiete und Vogelschutz.
- Hunt G. (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\\_500-02043F.pdf](http://www.energy.ca.gov/reports/2002-11-04_500-02043F.pdf)).
- Huntley, B., R. E. Green, Y. C. Collingham & S. G. Willis (2007): A Climatic Atlas of European Breeding Birds. - Durham University & RSPB/BirdLife International. Lynx Edicions.
- Illner H. (2011): Comments on the report “Wind Energy Developments and Natura 2000”. [http://www.wattenrat.de/wpcontent/uploads/2011/02/H\\_Illner\\_15Febr2011\\_comments\\_EU-Guidance\\_wind\\_turbines\\_NATURA\\_2000.pdf](http://www.wattenrat.de/wpcontent/uploads/2011/02/H_Illner_15Febr2011_comments_EU-Guidance_wind_turbines_NATURA_2000.pdf)

- IUCN (ed) 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
- Krone, O.; Langgemach, T.; Sömmer, P.; Kenntner, N. (2002): Krankheiten und Todesursachen von Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) in Deutschland. In: Corax, Ausgabe 19, 2002, S. 102–108.
- LAG-VSW (Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten) (2007): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten. In: Berichte zum Vogelschutz, Nr. 44.
- Leuschner, C. & Schipka F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. – Bonn (BfN). (BfN-Skripten 105)
- Lustig, A. & Zahn, A. (2010). Potentielle Auswirkungen durch Windkraftanlagen und Klimawandel auf Fledermauspopulationen. Unveröff. Gutachten im Auftrag des BUND e. V., 34 S.
- Ott, J. (2010). Potentielle Auswirkungen durch Windkraftanlagen und Klimawandel auf Insekten. Unveröff. Gutachten im Auftrag des BUND e. V., 17 S.
- Percival S. M. (2000): Birds and wind turbines. In: British Wildlife, 12 (1), S. 8–15.
- Rebelo, H., Tarroso P., Gareth J. (2010): Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. Global Change Biology Vol. 16, S. 561-576.
- Rasan, L.; Mammen, U.; Grajetzky, B. (2010): Modellrechnungen zur Risikoabschätzung für Individuen und Populationen von Greifvögeln aufgrund der Windkraftentwicklung. NABU-Berichte und Vorträge-Projektabschlussstagung. Online verfügbar unter [http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebs/ite/modellrechnungen\\_band\\_fl\\_\\_che\\_rasan.pdf](http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebs/ite/modellrechnungen_band_fl__che_rasan.pdf)
- Reichenbach, M.; Handke, K.; Sinning, F. (2004): Der Stand des Wissens zur Empfindlichkeit von Vogelarten gegenüber Störungswirkungen von Windenergieanlagen. In: BUND für Umwelt und Naturschutz Deutschland (Hg.): Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz. Aurich: Druckerei Finke ("Vögel und Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie", 7), S. 229–243.
- Rosenberger, T., von Lindeiner, A., Sitkewitz, M. (2011). Literaturstudie über die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die Avifauna. Unveröff. Gutachten im Auftrag des LBV e. V.
- Robinson, A.R., Learmonth, J.A., Hutson, A.M., u.a. (2005): BTO Research Report 414: Climate Change and Migratory Species. Thetford, Norfolk: British Trust for Ornithology.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodriguez, L. & Hedenström, A. (2010a): Bat mortality at wind turbines in Northwestern Europe. In: Acta Chiropterologica: 12(2), (im Druck).

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. *Biol. Conserv.* 143: 1911-1918  
([http://xa.yimg.com/kq/groups/4619000/578488749/name/Schaub\\_BiolCons2010Bubo.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/4619000/578488749/name/Schaub_BiolCons2010Bubo.pdf)).

SDW (2010): Wald und Windkraft. Positionspapier. SDW. München.

Settele, J., Kudrna, O., Harpke, A., Kühn, I., van Swaay, C., Verovnik, W. M., Wiemers, M., Hanspach, J., Hickler, T., Kühn, E., van Halder, I., Veling, K., Vliegthart, A., Wynhoff, I., Schweiger, O. (2008): Climatic Risk Atlas of European Butterflies, *Biorisk* 1 (Special Issue) 710 S.

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.  
[www.vliz.be/imisdocs/publications/136744.pdf](http://www.vliz.be/imisdocs/publications/136744.pdf)

Stübing, S. (2004): Reaktionen von Herbstdurchzüglern gegenüber Windenergieanlagen in Mittelgebirgen. Ergebnisse einer Studie im Vogelsberg (Hessen). In: *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* (7), S. 181–192.

Umweltbundesamt (2010). 2050: 100%. Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Energien. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau

VG Stuttgart: Urteil vom 3.5.2005, Aktenzeichen 13 K 5609/ 03.