



WINDENERGIEANLAGEN UND LANDSÄUGETIERE


**Literaturübersicht
und Situation in der Schweiz**



INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	1
1 Ausgangslage	2
2 Vorgehen	2
3 Übersicht über die Fachliteratur	4
4 Synthese der möglichen Auswirkungen	12
5 Situation in der Schweiz.....	16
6 Fazit und Empfehlungen.....	21
Literatur	24

IMPRESSUM

Titel	Windenergieanlagen und Landsäugetiere. Literaturübersicht und Situation in der Schweiz.	
Herausgeber	FaunAlpin GmbH, Böcklinstr. 13, 3006 Bern www.faunalpin.ch	
Autor	Andreas Boldt, Dr. phil. nat. Sarah Hummel, B. Sc.	
Layout & Redaktion	FaunAlpin GmbH, Bern	
Bildnachweise	Alle Fotos und Grafiken ohne Quellenhinweis: FaunAlpin, Bern.	
Titelbild	Viele der nordamerikanischen Studien fanden in grossflächigen offenen Landschaften statt, wie hier gezeigt am Beispiel dieser Maultierhirsche. (Foto: Mike Schroeder / Washington Wildlife Habitat Connectivity Working Group)	
Bezugsquelle	FaunAlpin, Böcklinstr. 13, 3006 Bern	
Copyright	© April 2013, FaunAlpin	

DANK

Der Dank gilt allen Kontaktpersonen im In- und Ausland, die Literatur und andere Informationen beigesteuert haben, sowie unseren Kolleginnen und Kollegen bei FaunAlpin für die fruchtbaren Diskussionen und Anregungen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Studie gibt eine Übersicht über die bekannte Fachliteratur zu den Auswirkungen von Windenergieanlagen (WEA) auf landlebende Säugetiere (d.h. ohne Fledermäuse). Zudem wurde recherchiert, ob und wie die Landsäugetiere bisher in der Schweiz in Windkraftprojekten berücksichtigt wurden.

Auch wenn der Wissensstand in keiner Weise mit der Situation bei Fledermäusen oder Vögeln verglichen werden kann, gibt es doch eine Reihe von Publikationen, Studien und Gutachten aus Europa und Nordamerika zu Huftieren, Raubtieren und einigen anderen Arten. Die Resultate sind schwierig zu interpretieren, uneinheitlich und teilweise widersprüchlich. Zudem bestehen noch sehr grosse Wissenslücken.

In vielen Fällen dürfte die folgende, generelle Aussage zutreffen: WEA haben vermutlich für viele terrestrische Säugetierarten selten grössere negative Auswirkungen. Besonders grosse und mittelgrosse Säugetiere können sich offenbar recht gut an eine WEA gewöhnen. Nach einer vorübergehenden Meidung des Gebiets während der Bauphase werden die Lebensräume wieder genutzt, falls in der Zwischenzeit Alternativlebensräume nutzbar sind.

In einigen Fällen wurden aber Auswirkungen von WEA auf Säugetiere festgestellt. Einzelne Säugetierarten können durch WEA und deren Begleitinfrastrukturen einen dauerhaften oder zeitweisen Lebensraumverlust erleiden. Auch Verhaltensänderungen können durch WEA ausgelöst werden. Insbesondere die Bauphase kann zu einer grossflächigen Meidung eines Gebiets führen, Wildtierkorridore können unterbrochen werden und störende menschliche Aktivitäten können wegen der besseren Erschliessung eines Gebiets zunehmen.

Bei der Beurteilung der möglichen Auswirkungen eines konkreten Projekts müssen immer die lokalen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Sämtliche Auswirkungen können sehr unterschiedlich sein je nach Tierart, Lebensraum, Jahreszeit, Fläche eines Windparks und Anordnung der WEA. In offenen Graslandschaften können die Konsequenzen beispielsweise ganz anders sein als in bewaldeten oder gebirgigen Regionen, für kleinräumig und stationär lebende Arten anders als für grossräumig wandernde Arten.

Bisher umfasste die Planung von WEA in der Schweiz kaum Abklärungen zu den Landsäugetieren. Für viele grössere Säugetiere wäre es aber möglich, grundlegende Informationen ohne grossen Aufwand zu beschaffen. Es wird empfohlen, die folgenden Aspekte zukünftig zu berücksichtigen:

- Dokumentation des Ist-Zustands zur Landsäugetierfauna
- Berücksichtigung von Wildtierkorridoren und Wildruhezonen analog zu anderen Schutzgebietstypen
- Prognose und Beurteilung möglicher Auswirkungen mit grossräumigem Ansatz und mit besonderem Augenmerk auf der Bauphase und dem indirekten Lebensraumverlust durch erhöhte Störung
- Längerfristiges Monitoring im Sinne einer Kontrolle
- Grundlegende Untersuchungen zur Schliessung von Wissenslücken

1 AUSGANGSLAGE

Zu den potenziellen Konsequenzen für Natur und Umwelt, welche im Rahmen von Projekten für Windenergieanlagen (WEA) in der Regel vertieft abgeklärt werden, gehören die Auswirkungen auf Vögel und Fledermäuse. Dies ist angesichts der unmittelbaren Unfallgefahr durchaus gerechtfertigt (Übersichten für die Schweiz: Horch & Keller 2005; Leuzinger et al. 2008). Im Leitfaden des Schweizer Bundesamts für Energie sind Abklärungen zu Vögeln und zu Fledermäusen deshalb explizit vorgesehen (Ott et al. 2008b).

Bei der Beschäftigung mit dem Thema „Windenergieanlagen & Säugetiere“ fällt auf, dass Landsäugetiere (d.h. Säugetiere exkl. Fledermäuse) in solchen Abklärungen kaum je berücksichtigt werden und dass noch grosse Wissenslücken bestehen. Es gibt aber durchaus einige Publikationen, Gutachten oder Abklärungen. Sie sind aber sehr zerstreut, schwer zugänglich und/oder kaum in Übersichten publiziert. Für die Beurteilung konkreter Projekte steht also nur eine schwache fachliche Basis zu Verfügung, im Gegensatz zur Situation beispielsweise für Vögel oder Fledermäuse (Horch & Keller 2005; Leuzinger et al. 2008).

Deshalb ist es sinnvoll, das vorhandene Fachwissen in einer Literaturübersicht zusammenzustellen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Situation in der Schweiz.

2 VORGEHEN

Tierarten

In der vorliegenden Literaturstudie wurden alle terrestrischen Säugetierarten berücksichtigt, insbesondere die in der Schweiz vorkommenden Gruppen. Dazu gehören folgende einheimischen Arten:

- Huftiere: Reh, Rothirsch, Gämse, Steinbock, Wildschwein
- Raubtiere: Luchs, Wolf, Bär, Wildkatze, Rotfuchs, Dachs, Steinmarder, Baumwilder, Hermelin, Mauswiesel, Iltis
- Hasenartige: Feldhase, Schneehase, Wildkaninchen
- Nagetiere: z.B. Eichhörnchen, Siebenschläfer, Haselmaus
- Insektenfresser: z.B. Westigel

Explizit nicht berücksichtigt wurden Fledermäuse und Vögel. Falls in diesem Dokument der Begriff „Wildtiere“ verwendet wird, bezieht er sich immer nur auf die Landsäugetiere.

Literatursuche

Zu den möglichen Auswirkungen von WEA oder Windparks auf terrestrische Säugetiere wurde eine Literatursuche durchgeführt. Nebst einer allgemeinen Internetsuche wurden die gängigen Datenbanken abgefragt (Wildlife & Ecology Studies Worldwide, Schweizer Dokumentationsstelle für Wildbiologie, Google Scholar, Open Grey) nach Stichwortkombinationen wie Windpark/-anlage/-rad/-energie/-kraft, Wildtier/Wild, Säugetier/Säuger, Natur, Raumnutzung, Verhalten, Jagd (und den entsprechenden englischen Begriffen). Soweit es Zeit und Aufwand zulassen, wurden die meisten Publikationen beschafft. In den gefundenen Dokumenten wurden die Literaturverzeichnisse nach weiteren Publikationen durchsucht.

Umfrage zu Windenergieprojekten

Im Februar und März 2013 wurde recherchiert, ob und wie terrestrischen Säugetiere in der Schweiz bei bestehenden oder geplanten WEA berücksichtigt wurden. Mittels einer Internetrecherche und einer Telefonumfrage wurden möglichst viele Projektverantwortliche kontaktiert und nach ihren Erfahrungen befragt. Zu den Kontaktpersonen zählten Energieunternehmen, Öko- & Planungsbüros, Suisse Eole (Dachverband zur Förderung der Windenergie in der Schweiz), Schw. Vogelwarte Sempach, kantonale Fledermausverantwortliche, sowie weitere einzelne Fachpersonen. Wenn vorhanden, wurden entsprechende Publikationen oder Berichte bei den angefragten Stellen beschafft.

Bemerkung zur Vollständigkeit

Die vorliegende Übersicht hat nicht den Anspruch, sämtliche existierenden Dokumente zu umfassen. Sie ist vielmehr das Resultat von zeitlich und finanziell engen Rahmenbedingungen. Insbesondere das Auffinden und Sichten von „grauer Literatur“ ist enorm aufwändig. Dazu gehören z.B. nicht öffentliche Gutachten, nicht wissenschaftliche Publikationen, Umweltverträglichkeitsberichte, etc. Es kann im Voraus nur selten abgeschätzt werden, ob solche Dokumente überhaupt relevante Informationen enthalten. Zitiert sind nur Publikationen, die explizit Windparks oder WEA erwähnen. Die Literatur über Auswirkungen von anderen Infrastruktur- oder Energieanlagen (z.B. Stromleitungen, Strassen) ist weitaus vielfältiger, und überschneidet sich teilweise mit der Literatur zu WEA. Artikel in populären Zeitschriften werden nur exemplarisch berücksichtigt.

3 ÜBERSICHT ÜBER DIE FACHLITERATUR

Vergleich zum Wissenstand bezüglich Vögel und Fledermäuse

Über die Auswirkungen von einzelnen WEA oder ganzen Windparks auf terrestrische Säugetiere ist sehr wenig bekannt. Im Vergleich zu den Landsäugetieren erscheinen Publikationen zu Vögeln oder Fledermäusen in den letzten Jahren geradezu inflationär. Bei den Vögeln gibt es beispielsweise Übersichtspublikationen, Literaturstudien, zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen, Abklärungen und Gutachten im Rahmen konkreter Bauprojekte, themenspezifische Tagungen, Empfehlungen und Wegleitungen auf internationaler und Schweizer Ebene durch Behörden, NGOs oder Wissenschaftler (z.B. Deiwick et al. 2001; Horch et al. 2003; Horch & Keller 2005; Drewitt & Langston 2006; Hötter 2006; Kunz et al. 2007a; Kuvlesky et al. 2007; Horch & Liechti 2008; Johnson et al. 2009; Grünschachner-Berger & Kainer 2011; Suchant 2012). Ähnlich ist die Situation bei den Fledermäusen (z.B. Hötter 2006; Kunz et al. 2007a,b; Kuvlesky et al. 2007; Arnett et al. 2008; Leuzinger et al. 2008; Johnson et al. 2009). Auch bezüglich Meereslebewesen (Wale, Delfine, Robben, Fische) und Insekten gibt es zahlreiche Untersuchungen (z.B. Madsen et al. 2006; Thomsen et al. 2006; Bailey et al. 2010; Long et al. 2011).

Grosse Kenntnislücken bezüglich Landsäugetiere

Zu terrestrischen Säugetieren gibt es die analogen Dokumente wie für Vögel und Fledermäuse nur ansatzweise. Als Beispiel für diese Wissenslücke kann der Übersichtsartikel von Kuvlesky et al. (2007) gelten. Er enthält neben den Kapiteln „Birds“ und „Bats“ auch ein Kapitel mit dem irreführenden Titel „Other Wildlife“. Es geht darin aber eher um andere Typen der Auswirkungen als um andere Wildtierarten. Beispielsweise werden Strassen und Stromleitungen als Unfallgefahr diskutiert. Zwar werden in dem Kapitel Landsäugetiere und andere Organismengruppen kurz genannt, die Beispiele und die zitierten Quellen im Zusammenhang mit WEA nennen aber wiederum nur Vögel und Fledermäuse.

Eigentliche wissenschaftliche Untersuchungen des Themas gibt es nur sehr wenige. Sie sind sehr unterschiedlich bezüglich Tierarten, Lebensräumen, Untersuchungsgebieten und Methodik. Viele Publikationen lassen sich der Studie Hannover oder den skandinavischen Rentier-Studien zuordnen, daneben gibt es noch einige weitere Studien (Details in den folgenden Kapiteln).

Übersichtspublikationen

Nur wenige Übersichtspublikationen zum Thema „Windenergieanlagen & Fauna“ behandeln auch Landsäugetiere – und dies zumeist nur sehr marginal. Eine solche Zusammenstellung wurde im Rahmen des internationalen Alpine-Windharvest-Programms erstellt (Kusstascher 2005). Die Publikation ist nicht sehr ergiebig für Originalliteratur, dafür hinsichtlich Schlussfolgerungen und Konsequenzen. Als Forschungsbedarf führen die Autoren u. A. auf: Lokale Effekte von WEA auf Wildtiere durch Habitatfragmentierung und -verlust, Effekte von Lärm auf aquatische und terrestrische Arten, sowie Habituation. Auch eine ähnliche Synthese der Situation in den US-Nordweststaaten zitiert nur wenige Publikationen und steuert selbst kaum neue Erkenntnisse bei (Mockrin & Gravenmier 2012).

Die Übersicht von Arnett et al. (2007) legt den Schwerpunkt darauf, dass insbesondere verschiedene Huftierarten während der Bauphase gestört werden. Daraus resultieren ein vorübergehender Lebensraumverlust und allenfalls auch ein Rückgang der Populationsdichte. Es wird auch darauf hingewiesen, dass für viele Arten negative Auswirkungen von menschlichen Erschliessungen belegt sind. Das betrifft z.B. den Bau von Strassen, Infrastrukturen, Gebäuden oder die Förderung von Öl- und Gasvorkommen. Ein Potenzial für solche negativen Auswirkungen besteht auch bei Windkraftprojekten. Wenn Windparks an kritischen Orten erstellt werden, können sie durchaus Konsequenzen für die Säugetiere haben. Viele der von Arnett et al. (2007) als Empfehlungen und Forschungsbedarf aufgelisteten Aspekte sind auch für Landsäugetiere relevant.

Die **einzig existierende Übersichtspublikation ausschliesslich zu Landsäugetieren** (Helldin et al. 2012) basiert hauptsächlich auf den skandinavischen Studien (siehe unten). Sie ist deshalb zwangsläufig sehr einseitig bezüglich Tierarten (v.a. Rentier), Lebensräumen und Regionen. Nach einer generellen Einführung zum Thema Störung von Wildtieren (ohne direkten Bezug zu WEA), diskutieren die Autoren mögliche Auswirkungen von WEA bzw. Windparks. Sie unterscheiden dabei die folgenden Einflusskategorien:

- Störende Effekte während dem Auf- und Abbau
- Lärm und visuelle Störung durch WEA im Betrieb
- Elektromagnetismus
- Störung durch Unterhaltsverkehr
- Störung durch Freizeitverkehr, Jagd und andere Outdoor-Aktivitäten
- Lebensraumveränderungen
- Barrieren- und Korridoreffekte
- Stromleitungen
- Einzäunung

In allen Kategorien ist die Literatur mit Bezug zu verwandten Themen (z.B. Strassenbau, Freizeitanlagen, Ölförderung, Stromleitungen) viel zahlreicher als bezüglich Windparks.

Das Fazit der schwedischen Autoren deckt sich grundsätzlich mit unseren Schlussfolgerungen im nächsten Kapitel. Als bedeutendste Wissenslücken identifizieren Helldin et al. (2012):

- Effekte von Lärm und visuelle Einflüsse
- Kumulative Effekte von WEA und anderen Entwicklungen
- Grossräumige Effekte auf Landschaftsebene

Bemerkenswert an ihrer nach Tierartgruppen und Auswirkungstyp differenzierten Zusammenstellung ist der Parameter „Verlässlichkeit“ (Tab. 1, entspricht Tabelle 1 in Helldin et al. 2012). Von den insgesamt 16 bewerteten Faktoren erhalten nur 2 den überdurchschnittlichen Wert 3 und gar keine den höchsten Wert 4. In allen anderen Fällen sind die Aussagen sehr unzuverlässig, weil die Grundlagen weitgehend oder völlig fehlen. Auch dies zeigt die eklatanten Wissenslücken.

Tab. 1: Übersicht der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf terrestrische Säugetiere.

Für die detaillierte Erläuterung der Kriterien siehe Helldin et al. (2012). Verlässlichkeit: 1 = Studien fehlen, Beurteilung basiert auf allgemeinem Wissen zur Art und zum Verhalten; 2 = Die Literatur ist sehr limitiert, Informationen werden aus verwandten Wissensgebieten abgeleitet und geben ein gewisses Fundament für eine wissenschaftlich basierte Beurteilung; 3 = Die Wissensbasis ergibt ein adäquates Fundament für eine wissenschaftlich basierte Beurteilung; 4 = Die Wissensbasis ist solid und ermöglicht eine verlässliche Beurteilung.

	Einflussfaktor	Verlässlichkeit	Effekt	Raumbezug	Zeitbezug
Gross- raubtiere	Störung während Bauphase	2	Stark	Klein	Kurz-Lang
	Lärm/visuelle Störung durch WEA in Betrieb	1	Moderat	Klein	Lang
	Störung durch Freizeitverkehr & Erholung	2	Stark	Gross	Lang
	Strassen als Barrieren/Korridore	2	Schwach (ev. positiv)	Klein	Lang
Huftiere	Störung während Bauphase	2	Moderat	Klein	Kurz-Lang
	Lärm/visuelle Störung durch WEA in Betrieb	1	Schwach	Klein	Lang
	Störung durch Unterhaltsverkehr	2	Schwach	Klein	Lang
	Störung durch Freizeitverkehr & Erholung	2	Moderat-Stark	Gross	Lang
	Habitatveränderungen	2	Schwach (ev. positiv)	Klein	Lang/Permanent
	Strassen als Barrieren/Korridore	2	Schwach (ev. positiv)	Gross	Lang
	Stromleitungen	2	Moderat	Klein	Lang
Kleinsäuger	Lärm/visuelle Störung durch WEA in Betrieb	2	Schwach	Klein	Lang
	Habitatveränderungen	2	Schwach-Moderat (ev. positiv)	Klein	Lang/Permanent
	Strassen als Barrieren/Korridore	3	Schwach-Moderat	Klein	Lang
Nutztiere	Lärm/visuelle Störung durch WEA in Betrieb	3	Schwach	Klein	Lang
	Elektromagnetismus	2	Schwach	Klein	Lang

Studie Hannover

Die Studie der Tierärztlichen Hochschule Hannover ist im deutschsprachigen Raum die einzige grössere Untersuchung der Auswirkungen von Windparks auf Landsäugetiere mit wissenschaftlichen Methoden (Hauptpublikation: Pohlmeier & Menzel 2001a; siehe auch Menzel 2001a; Menzel & Pohlmeier 1999; Pohlmeier & Menzel 2001b). Die Raumnutzung von **Reh**, **Feldhase** und **Rotfuchs** (sowie verschiedener Vogelarten) wurde zwischen 1998 und 2001 im Bereich mehrerer WEA in Niedersachsen und Bremen untersucht.

Es konnte keine grundsätzliche Meidung der Windparks festgestellt werden, auch nicht des Nahbereichs der WEA (Abb. 1). Zwar fehlten bei einzelnen WEA in einzelnen Entfernungsbereichen die Nachweise der Nutzung für bestimmte Arten. Daraus ergab sich aber kein einheitlicher Hinweis für die Meidung bestimmter Bereiche oder für Bestandsrückgänge. Beim Feldhasen wurde in einigen Gebieten sogar eine leichte Bestandszunahme registriert, die aber auch indirekte Gründe haben kann (z.B. eine extensivere Bewirtschaftung oder eine Meidung des Gebiets durch Greifvögel). Einzelne Hinweise deuteten auf einen möglichen Einfluss der Rotordrehgeschwindigkeit und der Geräuschemissionen auf Feldhase und Reh hin. Dies konnte jedoch nicht eindeutig evaluiert werden. Hingegen waren eindeutige Störungen während der Bauzeit feststellbar.

Die Auswirkungen scheinen sehr stark abhängig zu sein von der Tierart und vom Standort (Typ des Lebensraums, Ausmass der bereits vorhandenen Störung, etc.). Die Autoren warnen davor, ihre Ergebnisse als pauschales Zeugnis zu werten: „... kann den WEA keine allgemeingültige Unbedenklichkeit bescheinigt werden“ (Pohlmeier & Menzel 2001a). Da die Studie in ihrer Art in Mitteleuropa einzigartig und grundlegend ist, wird im Folgenden das Fazit in Auszügen zitiert:

„... Für alle Wildarten wurde in allen Gebieten ganz überwiegend eine flächendeckende Nutzung – auch des Nahbereiches der WEA – bestätigt. Insgesamt konnte eine Meidung bestimmter Areale nicht nachgewiesen werden. Eine Ausnahme bildet hier der Zeitpunkt der Errichtung der Anlagen, der als sichere Störungszeit anzusehen ist. Gravierende Wirkungen wie Bestandsreduzierungen sind hier nicht die Folge möglicher Störreizquellen. Das Wild scheint sich an das Vorhandensein und den Betrieb der WEA gewöhnen zu können, da sie eine in Raum und Zeit kalkulierbare Störquelle darstellen. WEA können in der Summe der vorhandenen Störfaktoren jeweils einen anderen Stellenwert einnehmen, denn ihre potentiell negative Wirkung mag je nach Gebiet erst zum Tragen kommen, wenn durch ihre Inbetriebnahme das Mindestmaß an für das Wild tolerierbaren bzw. populationsverträglichen Störungen überschritten wird. Daher müssen die lokalen Gegebenheiten sowie die Summe möglicher Störfaktoren differenziert werden. ... Regionale und lokale Gegebenheiten können einen möglichen Störeinfluss durch die WEA überdecken. Die Untersuchungen belegen eindeutig eine Lebensraumnutzung der gesamten Bereiche um die WEA. Einzelne Hinweise auf Störwirkungen sollten in weiterführenden Studien detailliert herausgearbeitet werden. Eine denkbare Beeinflussung der Hasen durch die Geräuschemission, ... sowie Aufenthaltspräferenzen werden diskutiert. Es muss abschließend auf die Notwendigkeit einer deutlichen Unterscheidung zwischen den heimischen Wildarten hingewiesen werden. Die vorgestellten Ergebnisse und Schlussfolgerungen gelten nur für die in dieser Studie ausgewählten Arten Hase, Fuchs, Reh, Für weniger vertraute Wildarten wie z.B. das Rotwild mag diese Aussage nicht zutreffend sein, kann aber auf Grund fehlenden Vorkommens in den Untersuchungsgebieten nicht beantwortet werden.“ (Menzel 2001a)



Abb. 1: In der norddeutschen Studie wurde u.A. die Raumnutzung der Rehe untersucht, welche die Windparks offenbar nicht meiden. Das Foto zeigt aber auch die im Vergleich zu den Schweizer Tieren stark veränderte Sozialstruktur und Raumnutzung dieser Rehe. (Foto: Jörg Stemmler / Naturfotografen-Forum)

Skandinavische Rentier-Studien

In Skandinavien werden in mehreren Gebieten (v.a. in Norwegen) seit längerer Zeit Studien mit freilebenden und halb-domestizierten **Rentieren** (*Rangifer tarandus*) durchgeführt. Dabei geht es häufig um die möglichen Auswirkungen von menschlichen Aktivitäten (Tourismus, Sport, Strassen, Erschliessungen, Infrastrukturen, Stromleitungen, etc.)

Die Auswirkungen von Windparks waren in mehreren Projekten nur ein Faktor unter vielen und nur ganz selten der eigentliche Anlass der Studie. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass weniger die WEA selbst problematisch für die Rentiere sind. Vielmehr können die damit verbundenen Begleitinfrastrukturen wie Strassen (Abb. 2) oder Stromleitungen Barrieren für die Tiere darstellen, was natürlich besonders für weit wandernde Arten wie Rentiere sehr gravierend ist. Rentiere scheinen besonders empfindlich auf solche neuen Landschaftselemente zu reagieren und ihre Populationsdichte nimmt in deren Umfeld ab. In einem Fall war ein Effekt noch 30 Jahre nach der Errichtung der Stromleitung feststellbar. In der Bauphase erfolgt häufig eine Verdrängung durch anthropogene Störungen. Auch der zunehmende Freizeittourismus, der von solchen Strassen in vormals unzugängliche Gebiete geführt wird, sowie die generelle Landnutzung durch Land- und Forstwirtschaft, die sich im Falle der skandinavischen Windparks häufig verändert, haben einen Einfluss auf die Raumnutzung der Tiere (z.B. Nellemann et al. 2001; Vistnes et al. 2001, 2004; Colman et al. 2009; Helldin et al. 2012).



Abb. 2: In Skandinavien werden für viele Windparks breite Erschliessungsstrassen in vormals eher unzugängliche Gebiete gebaut mit den entsprechenden negativen Auswirkungen auf Wildtiere. In der Schweiz sind solche Verhältnisse kaum anzutreffen. (Foto: Tom Sullivan / SR International)

Nur in wenigen Fällen lag der Fokus der Rentier-Studien auf Windparks bzw. WEA. An frei lebenden Rentieren wurde beobachtet, dass sie nach Abschluss der Bauphase die Umgebung von Windparks wieder häufiger nutzen als während der Bauphase. Gegenüber den Kontrollflächen schien es sogar eine Bevorzugung der Windparks zu geben. Das lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass bei den betrachteten norwegischen Windparks meistens grössere Lebensraumveränderungen erfolgten (z.B. Waldrodungen oder geändertes Beweidungsregime durch Nutztiere). Davon konnten die Rentiere teilweise profitieren (Eftestøl & Colman 2009).

Mehrere Gruppen semi-domestizierter Rentiere, die in sehr grossen Gehegen lebten, wurden verschiedenen Situationen ausgesetzt: WEA in Betrieb, stillstehende WEA oder Gebiet ohne WEA. Beobachtet wurden die Raumnutzung, Aktivitätsänderungen, das Aufmerksamkeitsverhalten und verschiedene Varianten der Fortbewegung. Die Resultate waren sehr uneinheitlich. Einzelne Gruppen oder Tiere reagierten negativ, andere positiv, andere gar nicht. Ein eindeutiger Effekt der sich drehenden Rotoren einer WEA konnte nicht festgestellt werden (Flydal et al. 2003).

Bei halb-domestizierten Rentieren im nördlichen Norwegen wurde keine grundsätzliche Meidung eines neu erbauten Windparks gefunden. Allerdings war die Populationsdichte während der Bauphase und in den ersten Jahren danach leicht reduziert, besonders in der Umgebung der Zufahrtsstrassen. Die Autoren weisen zudem auf die Bedeutung der Habitatqualität hin. In Gebieten mit minderwertigen Habitaten scheinen die Auswirkungen von Windparks (und deren Begleitstrukturen) weniger gravierend zu sein als in guten Habitaten. Auch Strassen und Stromleitungen wirkten in den gleichen Gebieten viel weniger stark als Barrieren für die Wanderungen der Rentiere. Es scheint, dass die Qualität von sowieso schon minderwertigen Habitaten durch WEA kaum weiter geschmälert werden kann, während dies bei guten Habitaten durchaus möglich ist. Ebenso spielt das Ausmass der Störung durch menschliche Aktivitäten (mit und ohne WEA) eine Rolle bei der Beurteilung. (Colman et al. 2012a,b; Colman et al. in Naturvårdsverket 2013).

In Schweden konnte ebenfalls gezeigt werden, dass die Rentiere besonders Strassen und Stromleitungen meiden, die für einen neuen Windpark gebaut wurden. Zudem schienen sie sich im Umfeld des Windparks schneller fortzubewegen (Skarin et al. in Naturvårdsverket 2013).

Zurzeit laufen in Norwegen und Schweden drei Langzeitprojekte mit Rentieren, die sich mit den Auswirkungen von Windparks beschäftigen (Übersicht in Helledin et al. 2012): Colman et al. (Univ. Oslo, VindRein); Skarin et al. (SLU); Nellemann & Skarin (Norut Alta & SLU). Zudem existieren noch zahlreiche weitere Dokumente aus Skandinavien zu diesem Thema. Zumeist handelt es sich um nicht-wissenschaftliche Publikationen zu den oben genannten Projekten, die zudem in norwegisch oder schwedisch verfasst sind. Sie werden deshalb hier nicht aufgeführt.

Weitere Studien zu Huftieren

Eine Untersuchung beim Tauernwindpark in der Steiermark hat signifikante Änderungen des Verhaltens von **Rothirschen** (*Cervus elaphus*) aufgezeigt. Die Tiere hielten einen Abstand von 150 m zu den WEA und ein wichtiger Wildwechsel wurde nicht mehr benutzt (Haslacher & Seifert 2004, in Kusstatscher 2005 fälschlich als Hasslinger 2004 zitiert). Gemäss Website des Tauernwindparks hat der Windpark so gut wie keine Auswirkungen auf die Fauna. Dennoch soll das Zusammenspiel von Schalenwild (Reh, Hirsch, Gams) und Windrädern detailliert untersucht werden (www.tauernwind.com/windpark/windpark_ujagd.htm).

Rothirsche verliessen in Norwegen die Umgebung eines im Bau befindlichen Windparks vorübergehend (Veiberg & Pedersen 2010).

In einer Studie in Oklahoma (USA) wurden **Wapitihirsche** (*Cervus canadensis*) besendert und beobachtet. Ihre Raumnutzung und die Zusammensetzung der Nahrung wurden nicht signifikant durch den Windpark und die Zufahrtstrassen beeinflusst. Während der Bauphase war ein gewisser Störungseffekt feststellbar, der aber nach Abschluss der Bauarbeiten wieder verschwand (Walter et al. 2006).

Eine sehr umfangreiche Studie zu einem Windpark in Wyoming (USA) listet zwar die Huftierarten **Gabelbock** (*Antilocapra americana*), **Wapitihirsch**, und **Maultierhirsch** (*Odocoileus hemionus*, Abb. 3) auf. Sie werden aber nur als „vorkommend“ registriert und spielen in der weiteren Diskussion im Gegensatz zu den Vögeln und Fledermäusen keine Rolle mehr (Johnson et al. 2009).

In einer sehr anwendungsorientierten Publikation aus dem Mittleren Westen der USA wird eine Methode zur grossräumigen Identifizierung von geeigneten bzw. weniger geeigneten Gebieten für Windparks vorgestellt. Darin werden u.A. Wanderkorridore und wichtige Saisonstände von **Gabelbock**, **Wapitihirsch** und **Maultierhirsch** als potenziell relevante Gebiete berücksichtigt. Das geschieht allerdings ohne Begründung oder Quellenangabe und die Säugetiere werden in den Resultaten und der Diskussion nicht mehr erwähnt (Fargione et al. 2012).

Weitere Publikationen

Schwarzbären (*Ursus americanus*) mieden die Umgebung eines Windparks im Nordosten der USA während der Bauphase, kehrten danach aber wieder zurück (Wallin 1998, 2006).

Wölfe (*Canis lupus*) in Portugal nutzten zwar Gebiete mit Windparks weiterhin. Sie mieden aber die unmittelbare Umgebung der WEA für die Geburt und Aufzucht der Jungen und ihr Reproduktionserfolg schien vermindert. Zudem wurden sie durch vermehrten Verkehr und die Bautätigkeit gestört. Die negativen Auswirkungen nahmen mit zunehmender Anzahl WEA innerhalb eines Territoriums zu (Alvares et al. 2011). Der Windpark schien auch einen Einfluss auf das Vorkommen von Nutztierrassen durch die Wölfe zu haben (Loureiro et al. in Naturvårdsverket 2013).

Kojote (*Canis latrans*) und **Silberdachs** (*Taxidea taxus*) werden in der oben genannten Studie von Johnson et al. (2009) genauso marginal aufgeführt wie die Huftiere.

In Schweden mieden **Vielfrasse** (*Gulo gulo*) die Umgebung eines Windparks während der Bauphase (Flagstad & Tovmo 2010).

In einem Windpark in Portugal konnte beobachtet werden, dass verschiedene Fleischfresser, z.B. **Rotfuchs** (*Vulpes vulpes*) und einzelne **Gartenschläfer** (*Eliomys quercinus*) davon profitieren können, dass unter den WEA vermehrt verunfallte Vögel und Fledermäuse zu finden sind (Paula et al. in Naturvårdsverket 2013).

In einer Studie mit **Kalifornischen Zieseln** (*Spermophilus beecheyi*) wurden zwar keine Veränderungen der Raumnutzung, wohl aber des Verhaltens gefunden. In der Umgebung einer WEA sicherten und kommunizierten die Ziesel häufiger. Dies führen die Autoren bei dieser stark auf akustische Kommunikation angewiesenen Art auf die Geräusentwicklung der WEA zurück (Rabin et al. 2006).

Die einzige europäische Studie zu **Kleinsäugetern** ergab in einem spanischen Untersuchungsgebiet keine nachweisbaren Auswirkungen auf die Populationsdichte (DeLucas et al. 2005).



Abb. 3: Viele anekdotische Beobachtungen zeigen, dass Säugetiere wie dieser Maultierhirsch selbst das unmittelbare Umfeld von Windenergieanlagen nutzen können. Aber auch die Verdrängung und Störung von Wildtieren kommt vor. Die Zusammenhänge und Mechanismen sind noch weitgehend unbekannt. (Foto: David Lesko)

Einige wenige Tagungsbeiträge befassen sich mit den Auswirkungen auf terrestrische Säugetiere. Häufig verweisen sie aber nur auf die wenigen Fachpublikationen ohne selbst viel Neues zur Diskussion beizutragen (z.B. Helldin & Alvares 2011; May & Bevanger 2011; Suchant 2012; Naturvårdsverket 2013).

In populären Publikationen, z.B. Zeitschriften im Umfeld von Jagd, Naturschutz, Landwirtschaft, Raumplanung oder umweltfreundlicher Energieerzeugung, wird die Frage nach möglichen Auswirkungen auf Säugetiere ab und zu thematisiert (z.B. Menzel 1999, 2001b; Helm 2012). In der Regel wird die Frage sehr pauschal ablehnend beantwortet: Negative Auswirkungen werden nicht erwartet. Diese Aussagen beruhen auf den mehr oder weniger fundierten Kenntnissen der Lebensweise der Arten, auf deren (postulierter) hohen Anpassungsfähigkeit, auf anekdotischen Beobachtungen bei bestehenden WEA und sehr selten auf dem Verweis auf die wenigen vorhandenen Studien. Die Aussagen beruhen in vielen Fällen sicher auf einer guten fachmännischen Einschätzung, sie sind aber nur selten wirklich mit Fakten oder Quellenangaben belegt. Dort wo eine Rückverfolgung der Informationen überhaupt möglich ist, landet man im deutschsprachigen Raum fast immer bei der Studie der Hochschule Hannover (Pohlmeyer & Menzel 2001a).

4 SYNTHESE DER MÖGLICHEN AUSWIRKUNGEN

Übersicht

Die Vielfalt an Tierarten, Lebensräumen und möglichen Auswirkungen von einzelnen WEA oder ganzen Windparks (Tab. 2) macht es schwierig, pauschale Schlussfolgerungen zu ziehen.

Tab. 2: Übersicht der Auswirkungen von Windenergieanlagen und Windparks auf terrestrische Säugetiere. Literatur über Auswirkungen von Infrastruktur- oder anderen Energieanlagen (z.B. Stromleitungen, Strassen) ohne Bezug zu WEA oder Windparks ist nicht in der Tabelle enthalten.

Tierart	Auswirkungen	Quelle
Reh	<ul style="list-style-type: none"> Keine grundsätzliche Meidung z.T. Meidung einzelner Flächen Unveränderter Bestand ev. Störung durch Rotordrehung & Geräuschemission Störung während Bauphase 	Pohlmeyer & Menzel 2001a
Rothirsch	<ul style="list-style-type: none"> Wildwechsel nicht mehr genutzt Meidung der unmittelbaren Umgebung 	Kusstatschner 2005
	<ul style="list-style-type: none"> Meidung während der Bauphase 	Veiberg & Pedersen 2010
Rentier (frei)	<ul style="list-style-type: none"> Nach der Bauphase wieder verstärkte Nutzung 	Eftestøl & Colman 2009
Rentier (halb-domestiziert)	<ul style="list-style-type: none"> z.T. Meidung einzelner Standorte Kaum Verhaltensänderungen 	Flydal et al. 2003
	<ul style="list-style-type: none"> Reduzierte Populationsdichte während Bauphase Reaktion beeinflusst durch Habitatqualität Einfluss der Störung durch Menschen Kaum Barrierewirkung durch Strassen & Stromleitungen 	Colman et al. 2012a,b
	<ul style="list-style-type: none"> Meidung von Strassen & Stromleitungen Schnellere Fortbewegung 	Skarin et al. 2013
Wapitihirsch	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung von Raumnutzung & Nahrungszusammensetzung Geringe Störung während Bauphase 	Walter et al. 2006
	<ul style="list-style-type: none"> Im Windpark vorkommend 	Johnson et al. 2009
	<ul style="list-style-type: none"> Wanderkorridore & wichtige Saisoneinstände sind potenziell relevante Gebiete für die Beurteilung 	Fargione et al. 2012
Maultierhirsch	<ul style="list-style-type: none"> Im Windpark vorkommend 	Johnson et al. 2009
	<ul style="list-style-type: none"> Wanderkorridore & wichtige Saisoneinstände sind potenziell relevante Gebiete für die Beurteilung 	Fargione et al. 2012
Gabelbock	<ul style="list-style-type: none"> Im Windpark vorkommend 	Johnson et al. 2009
	<ul style="list-style-type: none"> Wanderkorridore & wichtige Saisoneinstände sind potenziell relevante Gebiete für die Beurteilung 	Fargione et al. 2012
Diverse Huftiere	<ul style="list-style-type: none"> Lebensraumverlust während Bauphase Reduzierte Populationsdichte Kritische Orte können relevant sein 	Arnett et al. 2007
Schwarzbär	<ul style="list-style-type: none"> Meidung während der Bauphase 	Wallin 1998, 2006
Rotfuchs	<ul style="list-style-type: none"> Keine grundsätzliche Meidung z.T. Meidung einzelner Flächen Störung während Bauphase 	Pohlmeyer & Menzel 2001a
	<ul style="list-style-type: none"> Unfalltiere als Nahrungsquelle 	Paula et al. 2013

Tierart	Auswirkungen	Quelle
Wolf	<ul style="list-style-type: none"> Keine grundsätzliche Meidung Verlassen von Wurfplätzen Verminderter Reproduktionserfolg Störung während Bauphase 	Alvares et al. 2011
	<ul style="list-style-type: none"> Einfluss auf Nutztierrisse 	Loureiro et al. 2013
Kojote	<ul style="list-style-type: none"> Im Windpark vorkommend 	Johnson et al. 2009
Silberdachs	<ul style="list-style-type: none"> Im Windpark vorkommend 	Johnson et al. 2009
Vielfrass	<ul style="list-style-type: none"> Meidung während Bauphase 	Flagstad & Tovmo 2010
Feldhase	<ul style="list-style-type: none"> Keine grundsätzliche Meidung z.T. Meidung einzelner Flächen z.T. erhöhte Bestände ev. Störung durch Rotordrehung & Geräuschemission Störung während Bauphase 	Pohlmeyer & Menzel 2001a
Kalifornisches Ziesel	<ul style="list-style-type: none"> Keine Veränderungen der Raumnutzung Häufigeres Sicherungsverhalten Häufigere Kommunikation (ev. wegen Lärmemission) 	Rabin et al. 2006
Diverse Kleinsäuger	<ul style="list-style-type: none"> Keine Auswirkungen auf Populationsdichte nachweisbar 	DeLucas et al. 2005

Nach wie vor sind viele Aspekte unzureichend oder gar nicht untersucht. Die Aussagen in den folgenden Abschnitten sind deshalb teilweise nur sehr vage formuliert und können nicht auf jeden Einzelfall übertragen werden. Sie decken sich grundsätzlich mit den Aussagen von Helldin et al. (2012).

Direkte Auswirkungen der WEA

Bisher gibt es keine Hinweise darauf, dass WEA als **Unfallgefahr** und somit Mortalitätsursache für terrestrische Säugetiere wirken (im Gegensatz zur Situation bei Vögeln und Fledermäusen).

WEA im Betrieb produzieren **Geräusche** und sie werfen einen **Schatten**. Prinzipiell könnten Wildtiere davon beeinträchtigt werden und als Konsequenz die Umgebung der WEA meiden oder ihr Verhalten zeitweise ändern. Untersuchungen an wildlebenden Säugetieren gibt es dazu kaum. Es wird angenommen, dass sich Huftiere und andere grössere Arten relativ gut an regelmässige, nicht allzu laute Geräusche und an statische oder sich regelmässig bewegende Schatten gewöhnen können. Eine gewisse Anpassungsfähigkeit muss bei wildlebenden Tieren vorhanden sein, denn solche Reize kommen auch durch natürliche Ursachen vor. Es gibt einzelne Hinweise darauf, dass Raubtiere und akustisch kommunizierende Arten sich eher durch akustische Reize und Kleinsäuger sich eher durch wechselnde optische Reize beeinflussen lassen. Diese Zusammenhänge sind allerdings nicht untersucht.

Direkter und indirekter Lebensraumverlust

Wie jedes Bauwerk beansprucht auch eine WEA eine gewisse Fläche (inkl. Gebäude, Zufahrten, etc.), was zu einem **direkten Lebensraumverlust** führt. Dieser ist aber in der Regel sehr kleinflächig und deshalb höchstens für Kleinsäuger relevant. Wenn zudem keine grösseren Gebäude für Unterhalt oder Technik vorgesehen sind, ist dieser Flächenverlust wohl vernachlässigbar. Wichtig ist zudem, welche Fläche aus- oder neugebaute Zufahrtsstrassen und Bauplätze beanspruchen, ob diese nach dem Bau wieder rückgebaut werden oder ob grössere Areale eingezäunt werden.

Zusätzlich zum direkten Lebensraumverlust durch die WEA ist auch ein **indirekter Lebensraumverlust** durch die Meidung von Windparkarealen möglich, auch wenn diese theoretisch frei zugänglich sind. Solche Effekte wurden zwar in verschiedenen Fällen bei Huftieren beobachtet, in anderen Fällen erfolgte keine Meidung. Die Zusammenhänge konnten aber nicht wirklich belegt oder erklärt oder auf einen einzelnen Aspekt der Anlage zurückgeführt werden. Es kann beispielsweise sein, dass ein Windpark zwar weiterhin zur Nahrungsaufnahme aufgesucht wird, aber in sensiblen Zeitperioden (z.B. zur Setz- oder Wurfzeit) gemieden wird. Zu einer veränderten Nutzung können auch Verhaltensanpassungen führen, z.B. im Kontext der Fortpflanzung oder der Kommunikation. Die Zusammenhänge sind allerdings noch weitgehend unklar.

Die bisher genannten, eher lokalen Effekte können sich auch grossräumig auswirken, falls vom Lebensraumverlust Wanderkorridore, Verbindungsachsen oder Vernetzungselemente betroffen sind. Besonders für kleinere Arten genügen schon wenige Meter ungeeigneten Lebensraums (z.B. durch eine asphaltierte Strasse), um eine Verbindungsachse zu unterbrechen.

Störung durch menschliche Tätigkeiten

Viele Wildtiere reagieren sensibel auf menschliche Aktivitäten in ihrem Lebensraum. Die Spannweite der Auswirkungen reicht von einem kurzen Sichern bis zu einem vollständigen und dauerhaften Verlassen des Lebensraums. Die Störung kann dabei – je nach Art – bis auf mehrere Kilometer Distanz wirken. Zu den sensibleren Arten gehören in der Regel bestimmte Raubtiere (z.B. Luchs, Wildkatze) und auch einzelne Huftiere (z.B. Rothirsch, Gämse).

Das weitaus grösste Störungspotenzial besteht während der **Bauphase** einer WEA. In dieser Zeit können Baubetrieb, Strassen- & Luftverkehr, Anwesenheit von Menschen oder Hunden, Lärm etc., zu einer Verdrängung der Tiere führen. Weil sich während der Bauphase die Störreize häufig räumlich, zeitlich und in ihrer Intensität verändern, ist eine Gewöhnung daran nur schwer möglich. Grössere Arten, die auch eine grossräumige Raumnutzung haben, können das Gebiet zeitweise meiden. In der Regel kehren sie einige Zeit nachdem die Störung beendet ist wieder ins Gebiet zurück. Bei kleinen Arten, die nicht grossräumig ausweichen können, oder bei besonders störungsempfindlichen Arten kann der Baubetrieb aber auch zu einer definitiven Verdrängung führen.

Während der **Betriebsphase** fallen die meisten genannten Störreize wieder weg oder werden auf ein viel tieferes Intensitätsniveau reduziert. Der Strassenverkehr und die Anwesenheit von Menschen sind im Idealfall wieder ähnlich intensiv wie vor dem Bau, sofern Strassen nicht markant und dauerhaft ausgebaut werden. Wenn der verbleibende menschliche Betrieb zudem zeitlich und räumlich regelmässig auftritt, können sich die meisten Wildtiere offenbar daran

gewöhnen. Sie werden nach einer gewissen Zeit auch die Lebensräume des Windparks wieder nutzen. Ob und wie rasch das geschieht, ist besonders bei den sensibleren Arten fraglich.

Problematisch für die Wildtiere wird die Situation dann, wenn durch den Windpark das Ausmass der Störungen zunimmt, beispielsweise weil eine neue oder bessere Erschliessung eines Gebiets zu mehr Besuchern (Touristen, Sportler, etc.) führt. Weil sich verschiedene Störungsquellen kumulativ auswirken können, ist das Ausmass der Störung durch einen Windpark stark abhängig vom bereits bestehenden Störungsniveau, das durch Verkehr, Tourismus oder Landwirtschaft verursacht wird.

Weitere Auswirkungen

Unter Umständen können Windparks auch **positive Lebensraumveränderungen** bewirken. Durch eine extensivere land- oder forstwirtschaftliche Bewirtschaftung, eine weniger intensive Beweidung durch Nutztiere oder den Abbau von Weidezäunen können Huftiere und andere Arten vormals verlorenen Lebensraum zurückgewinnen. Von Kleinstrukturen um die WEA, den Nebengebäuden und entlang der Strassen können Kleinsäuger und Marderartige profitieren. Raubtiere können indirekt positiv oder negativ beeinflusst werden, indem sich in ihrer Nahrungsgrundlage etwas verändert (bzw. umgekehrt für Beutetiere).

5 SITUATION IN DER SCHWEIZ

Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus der Literatur auf die Schweiz

Es ist generell gefährlich biologische Erkenntnisse, die unter bestimmten Rahmenbedingungen gewonnen wurden, unkritisch auf andere Fälle zu übertragen (z.B. bezüglich Tierart, Lebensraum, Region, Jahreszeit, Methode). Häufig geschieht dies im Rahmen von gutachterlichen Einschätzungen, die sich nicht auf eine qualitativ und quantitativ ausreichende Datengrundlage abstützen können. Dieses Vorgehen ist durchaus legitim und kann mit der nötigen Sorgfalt und Fachkenntnis zu brauchbaren und korrekten Aussagen führen. Die so erzielten Resultate oder Beurteilungen müssen aber immer kritisch hinterfragt werden.

Von einer undifferenzierten und unkritischen Übertragung der wenigen Erkenntnisse aus dem Ausland auf die Schweizer Situation ist abzuraten.

In Bezug auf die Auswirkungen von WEA auf Landsäugetiere gilt es im Vergleich zum Ausland folgendes zu berücksichtigen:

- Es gibt keine wissenschaftlichen Studien aus der Schweiz.
- Es gibt kaum ausländische Studien mit Landsäugetierarten, die auch in der Schweiz heimisch sind (Ausnahmen: „Studie Hannover“ zu Reh, Rotfuchs, Feldhase; Gutachten im Tauernwindpark zum Rothirsch).
- Praktisch alle Studien wurden in Landschaften durchgeführt, die in der Schweiz in dieser Art oder Ausdehnung nicht vorkommen (Abb. 4). Dazu gehören grosse ausgedehnte Waldgebiete, grosse offene Graslandschaften oder Landwirtschaftsgebiete, sowie vorwiegend flache Landschaften. Im Gegensatz dazu liegen die meisten der Schweizer Windkraftprojekte in – im internationalen Vergleich – bergigen, bewaldeten und kleinräumig strukturierten Landschaften.



Abb. 4: Viele der ausländischen Studien wurden in solchen Landschaften durchgeführt, die sich doch deutlich von den Schweizer Verhältnissen unterscheiden. (Foto: Kevin Wittig)

- Dadurch unterscheiden sich auch die Lebensraumsprüche der betroffenen Tierarten. Rehe haben beispielsweise in Norddeutschland eine andere Lebensweise als in der Schweiz (Ökotypen Waldreh und Feldreh, Abb. 1).
- Windkraftprojekte im Ausland liegen häufiger in grossräumig wenig erschlossenen Gebieten (v.a. in Skandinavien und Nordamerika). Deshalb werden dazu viel mehr begleitende Infrastrukturen wie Strassen gebaut als in der Schweiz – mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Wildtiere (Abb. 2).
- Aus dem gleichen Grund ist das bereits existierende Störpotenzial (z.B. durch Freizeitaktivitäten) in diesen ausländischen Gebieten eher gering. Im Gegensatz dazu sind die meisten Schweizer Standorte bereits mit Störungen belastet und ein Windpark könnte eine zusätzliche Belastung darstellen, durch die das kritische Störungsniveau überschritten würde.
- Im Ausland sind mit dem Bau eines Windparks häufiger grössere Lebensraumveränderungen (z.B. Waldrodungen, Abb. 5) oder eine sich stark verändernde Landnutzung verbunden (z.B. Zu- oder Abnahme von Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Tourismus). Dadurch ist auch das Spektrum der möglichen Auswirkungen sehr gross.



Abb. 5: Grosse Waldrodungen sind eine Begleiterscheinung vieler Windparks in Skandinavien und Nordamerika. (Foto: MDWind.org)

Behördliche Grundlagen in der Schweiz

Gemäss der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) besteht in der Schweiz für „Anlagen zur Nutzung der Windenergie mit einer installierten Leistung von mehr als 5 MW“ die Pflicht, eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) durchzuführen. Das massgebliche Verfahren wird durch das kantonale Recht bestimmt.

Für solche Verfahren hat das Bundesamt für Energie die „raumplanerischen Grundlagen und Auswirkungen von Windkraftanlagen“ publiziert (Ott et al. 2008a). Darin werden die Auswirkungen auf Wildtiere als „eher unproblematisch“ eingeschätzt. Dementsprechend sind im „Leitfaden für die Analyse der Umweltauswirkungen“ (Ott et al. 2008b) Säugetiere gar nicht mehr erwähnt. Selbst die Wildtierkorridore von nationaler Bedeutung sind in den Anhängen A-3 und A-4 nicht unter den relevanten Biotop- oder Landschaftsinventaren enthalten. Die Beurteilung von Ott et al. (2008a) geschieht auf einer äusserst schwachen Faktenbasis und beruft sich auf Kunz et al. (1998), welche ohne jegliche Quellenangabe von einem Gewöhnungseffekt ausgehen.

Diese sehr pauschalen Aussagen sind aus unserer Sicht basierend auf dem heutigen Wissensstand nicht mehr haltbar, sondern müssen differenziert werden. Diese Einschätzung teilen auch Helldin et al. (2012) in Bezug auf die analogen behördlichen Empfehlungen in Schweden.

Berücksichtigung der Landsäugetiere in Schweizer Windkraftprojekten

Bei der Übersicht der Schweizer Windenergieanlagen gilt es folgendes zu berücksichtigen:

- Es gibt bisher in der Schweiz nur relativ wenige Anlagen in Betrieb: 9 Anlagen mit insgesamt 32 WEA mit einer Leistung von mehr als 0.5 MW, dazu 20 Kleinwindanlagen mit einer Leistung von weniger als 0.5 MW (Suisse Eole 2012).
- Eine UVP-Pflicht besteht nur für Anlagen mit mehr als 5 MW Leistung. Das betrifft bisher nur die Anlagen Mont-Crosin BE und La Peuchapatte JU.
- Eine grosse Anzahl von Anlagen ist geplant und steht in unterschiedlichen Phasen der Projektierung. Die Prüfung von umweltrelevanten Faktoren ist in diesen Projekten demnach im Gang oder erst geplant, zumindest in denjenigen Projekten, die der UVP-Pflicht unterliegen.

Insgesamt 32 Anlagen oder Anlageprojekte wurden angefragt (Tab. 3). Davon haben 23 Kontaktpersonen geantwortet und mehr oder weniger ausführliche Informationen geliefert.

In Bezug auf die Abklärungen zu Landsäugetieren lassen sich die meisten Rückmeldungen in eine oder mehrere der folgenden Kategorien aufteilen:

- Die Anlage ist nicht UVP-pflichtig. Deshalb wurden keine Abklärungen durchgeführt.
- Es wurden umweltrelevante Abklärungen durchgeführt, z.B. zum Landschaftsbild, zur Vegetation, zur Landwirtschaft (Einfluss auf Nutztiere).
- Es wurden faunistische Abklärungen zu Vögeln, Fledermäusen und vereinzelt zu anderen Organismengruppen (z.B. Schmetterlinge) durchgeführt.

- Landsäugetiere wurden nicht berücksichtigt, weil es keine gesetzliche Pflicht oder behördlichen Vorgaben, keinen sachlichen Anlass und/oder kein entsprechendes Fachwissen gibt.
- Die Prüfung umweltrelevanter Faktoren ist geplant, der genaue Umfang ist beim aktuellen Stand des Projektes allerdings noch unklar, da noch kein konkretes Pflichtenheft ausgearbeitet wurde.

Tab. 3: Windenergieanlagen in der Schweiz und ihre Berücksichtigung in dieser Studie. Anlagen in Betrieb mit mehr als 0.5 MW Leistung sind vollständig aufgelistet. Die übrigen Anlagen (kleine oder geplante Anlagen) sind nur aufgelistet, wenn sie in die Umfrage einbezogen wurden. Keine Antwort = Anlage wurde angefragt, aber keine Informationen erhalten. Werte in Klammern sind Prognosen gemäss aktuellem Planungsstand. (Quellen: Suisse Eole 2012; diverse Websites)

Standort	Kanton	Anzahl WEA	Leistung (MW)	In Umfrage einbezogen
Anlagen in Betrieb				
<i>Leistung > 5 MW, UVP-pflichtig</i>				
Mont-Crosin	BE	16	23.6	X
Le Peuchapatte	JU	3	6.9	Keine Antwort
<i>Leistung 0.5 – 5 MW, nicht UVP-pflichtig</i>				
Saint-Brais	JU	2	4.0	Keine Antwort
Collonges	VS	2	4.0	X
Gütsch-Andermatt	UR	4	3.3	X
Charrat	VS	1	3.0	X
Griespass-Nufenen	VS	1	2.3	Keine Antwort
Vernayaz-Martigny	VS	1	2.0	X
Entlebuch-Feldmoos	LU	2	1.9	X
<i>Leistung < 0.5 MW, nicht UVP-pflichtig</i>				
Taggenberg 1 & 2	ZH	2	0.01	X
Brütten 1 & 2	ZH	2	0.01	X
Geplante Anlagen				
<i>Leistung > 5 MW, UVP-pflichtig</i>				
Val de Travers	NE	(20-30)	(90)	X
Altaventa Surselva	GR	(40)	(80)	X
EolJorat (Nord / Sud)	VD	13	(36)	Keine Antwort
Col du Mollendruz	VD	12	(24-36)	X
Tous-Vents	VD	8	(16-24)	X
Le Brassus / Grands Plats	VD	(7)	(21)	Keine Antwort
Lindenberg	AG/LU	(7)	(21)	X
Montagne de Tramelan	BE	(10)	(18)	X
Gotthardpass	TI	(5)	(17)	Keine Antwort
Grenchenberg	SO	6	(12)	X
Ste-Croix	VD	(6)	(9-11)	X
La Givrine	VD	(5)	(10)	X
Crêt Meuron	NE	(7)	(9.1)	X
Hinterrhein Tällialp	GR	(6)	(9)	X
Mont-Crosin	BE	4	8	X
Grandsonnaz	VD	(20)	(?)	Keine Antwort
Mont de Boveresse	NE	(18)	(?)	Keine Antwort
Bourg St. Bernard	VS	(13)	(?)	Keine Antwort
Vue des Alpes	NE	(6)	(?)	X
La Berra – Le Cousimbert	FR	(5)	(?)	X
<i>Leistung 0.5 – 5 MW, nicht UVP-pflichtig</i>				
Haldenstein	GR	1	3.0	X

In den folgenden Ausnahmefällen wurden explizit Angaben zu den Landsäugetieren gemacht:

- Für die schweizweit grösste Anlage auf dem **Mont-Crosin (BE)** wurden seit 1996 im Rahmen mehrerer Errichtungs- und Ausbauschritte gutachterliche Abklärungen zu den Säugetieren gemacht. (Mitt. J. Vollenweider, Juvent SA)
Demnach wurde beim Bau der ersten WEA 1996 der natürliche Lebensraum der Säugetiere nicht unterbrochen und deshalb seien keine Auswirkungen zu erwarten (ohne Quellenangabe oder konkrete Daten). Beim Ausbauschritt 2012 wurden auch die Landsäugetiere berücksichtigt, wobei ausdrücklich erwähnt wird, dass dies auf Verlangen des kantonalen Jagdinspektorats geschehen ist und nicht weil es vorgeschrieben ist. Beurteilt wird nur der neue Ausbauschritt, der die Gesamtsituation bezüglich Störung oder Lebensraumbeeinträchtigung nicht grundsätzlich verändert. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass keine negativen Auswirkungen erwartet werden. Die Situation bezüglich Säugetieren am Standort wird beschrieben, bemerkenswerterweise ohne eine einzige Tierart namentlich zu nennen. Es wird erwartet, dass es während der Bauphase zu gewissen Störungen der Wildtiere kommen kann. Deren Auswirkungen seien aber im Vergleich zum bereits bestehenden Störungsdruck vernachlässigbar. Besonders sensible Arten oder Wintereinstände seien nicht betroffen.
- Für den geplanten Windpark auf dem **Grenchenberg (SO)** wurde ein Gutachten speziell für die Landsäugetiere erstellt. Es dokumentiert den Ist-Zustand für die wichtigsten Säugetierarten (Huftiere, Raubtiere, Hasen, Kleinsäuger) und beurteilt mögliche Auswirkungen. Weil es für die betroffenen Tierarten praktisch keine Erfahrungswerte oder gar wissenschaftliche Studien gibt, beruhen die Beurteilungen und Empfehlungen auf einer sehr schwachen Faktenbasis. (A. Boldt, FaunAlpin)
- Bei den geplanten Anlagen **Beinwil-Lindenberg (AG/LU)** und **Kienberg-Oberdorf (SO)** sind Befragungen der Wildhüter vorgesehen. (Mitt. L. Lutz, AEW Energie AG)
- Für mehrere geplante Anlagen im Jura (**Vue des Alpes, Crêt Meuron, Ste-Croix, Montagne de Buttes, VD/NE**) sind Wildhüterbefragungen und Datenbankabfragen (CSCF) vorgesehen oder bereits durchgeführt worden. (Mitt. A. Perrenoud, Le Foyard)
- Eine Beeinträchtigung der Landsäugetiere wird besonders dort erwartet, wo WEA direkt in Wildtierkorridoren platziert werden. Dies wurde bisher jedoch nicht berücksichtigt, weil konkrete Richtlinien der Kantone oder genauere Abklärungen fehlen. (Mitt. S. Bocherens, Ecoscan SA)
- Bei der geplanten Anlage in Haldenstein (GR) hat die kant. Jagdverwaltung bemängelt, dass die WEA in einem Wildtierkorridor erstellt wird, wo zudem in den nächsten Jahren der Bau einer Wildtierüberführung über Autobahn und Eisenbahn vorgesehen ist. Mangels belegbarer Fakten wurde die Kritik abgewiesen. (Mitt. H. Jenny, AJF GR)
- Die Anfragen bei den Experten für Vögel und Fledermäuse ergaben wenige Hinweise auf die erwähnten Projekte und einige zusätzliche Literaturhinweise. Generell wurde aber bestätigt, dass Landsäugetiere nur sehr selten ein Thema sind. (Mitt. J. Aschwanden & P. Horch, Schw. Vogelwarte; H. Krättli, F. Bontadina, C. Eicher et al., Fledermausexperten)

Die Zusammenstellung der Rückmeldungen zeigt, dass Landsäugetiere bisher so gut wie gar nicht in den Abklärungen und Gutachten zu WEA erfasst wurden. Für die Situation in Schweden hat Lundberg (2011) eine etwas bessere Berücksichtigung der Landsäugetiere in UVPs gefunden, allerdings mit fast vollständiger Beschränkung auf das Rentier.

6 FAZIT UND EMPFEHLUNGEN

Fazit

Im Zusammenhang mit möglichen Umweltauswirkungen von WEA werden Landsäugetiere in der Schweiz und in den meisten anderen Ländern nur äusserst marginal berücksichtigt. Diese geringe Relevanz ist einerseits nachvollziehbar, denn ...

- es besteht keine offensichtliche Unfallgefahr wie bei Vögeln und Fledermäusen,
- es sind selten bedrohte Tierarten betroffen,
- und es gibt nur wenige Studien oder Erfahrungen auf die sich ein Gutachter berufen könnte.

Andererseits gibt es durchaus Hinweise und Belege auf die Auswirkungen von Windparks für einzelne Tierarten, Lebensräume oder Regionen. Diese Informationen sind aber kaum bekannt und häufig nicht eindeutig interpretierbar.

In vielen Fällen dürfte die folgende, generelle Aussage zutreffen:

Windparks haben vermutlich für die meisten terrestrischen Säugetierarten selten grössere negative Auswirkungen. Besonders grosse und mittelgrosse Säugetiere können sich offenbar recht gut an einen Windpark gewöhnen. Nach einer vorübergehenden Meidung des Gebiets während der Bauphase werden die Lebensräume wieder genutzt. Negative Konsequenzen auf Populationsebene konnten bisher kaum beobachtet werden.

In einigen Fällen wurden aber Auswirkungen von WEA auf Säugetiere festgestellt:

Einzelne Säugetierarten können durch Windparks und die Begleitinfrastrukturen einen dauerhaften oder zeitweisen Lebensraumverlust erleiden. Auch Verhaltensänderungen können durch WEA ausgelöst werden. Insbesondere die Bauphase kann zu einer grossflächigen Meidung eines Gebiets führen, Wildtierkorridore können unterbrochen werden und störende menschliche Aktivitäten können wegen der besseren Erschliessung eines Gebiets zunehmen.

Bei einer Beurteilung der möglichen Auswirkungen müssen immer die lokalen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden:

Sämtliche Auswirkungen können sehr unterschiedlich sein je nach Tierart, Lebensraum, Jahreszeit, Fläche eines Windparks und Anordnung der WEA. In offenen Graslandschaften können die Konsequenzen beispielsweise ganz anders sein als in bewaldeten oder gebirgigen Regionen, für kleinräumig und stationär lebende Arten anders als für grossräumig wandernde Arten.

Empfehlungen

Selbstverständlich ist die Brisanz und Relevanz des Themas bezüglich Landsäugetiere auf einem anderen Niveau angesiedelt als bei Vögeln oder Fledermäusen, nicht zuletzt weil die unmittelbare Unfallgefahr fehlt. Aber gerade weil viele Zusammenhänge noch unklar sind und die bekannten Studien teilweise widersprüchliche Resultate geliefert haben, sind sorgfältige Abklärungen zu den möglichen Auswirkungen eines Windkraftprojekts auch für Landsäugetiere sinnvoll und notwendig. Einfache Grundlagen können ohne viel Aufwand abgeklärt und beurteilt werden. Ein erster, vermutlich noch unvollständiger Entwurf für Empfehlungen könnte die folgenden Aspekte umfassen:

1. **Dokumentation des Ist-Zustands zur Landsäugetierfauna.**

Dazu gehören eine Auflistung und Lebensraumbeschreibung, ev. auch Kartierung der wichtigsten (potenziell) vorkommenden Arten, besonders der Huftiere, Raubtiere, Hasenartigen und einzelner Nagetiere. Die Informationen dazu können meistens ohne allzu grossen Aufwand beschafft werden, ohne dass aufwändige Feld- und Kartierarbeit notwendig ist. Für viele der betroffenen Arten sind weitreichende Kenntnisse bei Wildhütern, Jagdaufsehern & -pächtern, Jagdgesellschaften & -verwaltungen, Naturschützern und andere Personen vorhanden. Dazu gibt es Datenbanken und Jagdstatistiken. Diese Informationen müssen nur abgeholt, geordnet und gewichtet werden.

2. **Berücksichtigung von Wildtierkorridoren und Wildruhezonen.**

Die verschiedenen Typen von Schutzgebieten werden in einer UVP in der Regel berücksichtigt. Einige davon (z.B. Wasser- und Zugvogelgebiete, Naturschutzgebiete) sind auch für Landsäugetiere von Bedeutung, denn sie wirken – je nach Bestimmungen – ähnlich wie eine Wildruhezone. Aber die besonders wildtier-relevanten Schutzgebiets-typen sind häufig nicht enthalten, obwohl dort Beeinträchtigungen besonders gravierend wären. Dazu gehören die Wildtierkorridore von nationaler und regionaler Bedeutung, kantonale und kommunale Wildruhezonen, eidgenössische und kantonale Jagdbanngebiete. Die entsprechenden Inventare sind vorhanden und sollten unbedingt berücksichtigt werden.

3. **Prognose und Beurteilung möglicher Auswirkungen.**

Bezüglich der Landsäugetiere gibt es (noch) keine standardisierten, schematischen und pauschalen Beurteilungsprozesse wie sie in umweltrelevanten Projekten für andere Themen verbreitet sind. Das darf aber kein Argument dafür sein, die Säugetiere völlig zu ignorieren. Mit der nötigen Sorgfalt und Fachkenntnis sind plausible gutachterliche Beurteilungen möglich. Die Grundlage an Fakten, Erfahrungen und Publikationen ist zwar sehr dünn. Trotzdem darf sie nicht unbeachtet bleiben. Eine Prognose möglicher Auswirkungen kann sich daran orientieren, ebenso wie an den Fachkenntnissen zu Biologie, Ökologie, Verhalten und Lebensräumen der betroffenen Tierarten, sowie an den lokalen Rahmenbedingungen.

4. **Besonderes Augenmerk auf die Bauphase.**

Es scheint unbestritten, dass besonders in der Bauphase mit Beeinträchtigungen zu rechnen ist. Das zeigen die bekannten Studien zu WEA und anderen Bauprojekten deutlich. Weil sich während der Bauphase die Störreize häufig räumlich, zeitlich und in ihrer Intensität kurzfristig und unvorhersehbar verändern, ist eine Gewöhnung daran für die Tiere nur schwer möglich. Zu den relevanten Störreizen gehören der Strassen- &

Luftverkehr, die Anwesenheit von Menschen & Hunden (z.B. Wachhunde), Lärmemissionen durch Maschinen, Fahrzeuge und Menschen. Diese Störungen sind soweit wie möglich zu reduzieren, insbesondere in den sensiblen Zeiten im Winter und während der Setzzeit (Dez – Juni). Auf Bautätigkeiten und Transportfahrten/-flüge nachts und während der Dämmerung ist möglichst zu verzichten. Auf eine Beleuchtung der Baustellen und der WEA sowie das Einzäunen grösserer Flächen ist möglichst zu verzichten, auch nach Abschluss der Bauphase.

5. **Indirekter Lebensraumverlust durch erhöhte Störung.**

Wichtig ist die Störungsvermeidung aber auch während des Betriebs. Dabei geht es weniger um die direkt durch die WEA verursachten Störungen, sondern um Freizeitaktivitäten und/oder Bewirtschaftung, die einen indirekten Lebensraumverlust verursachen können. In vielen Fällen ändert sich die derartige Nutzung quantitativ, qualitativ oder in der zeitlich-räumlichen Verteilung. Beispielsweise werden durch neue Erschliessungsstrassen zusätzliche Personen in ein zuvor wenig erschlossenes Gebiet geführt. Es sollte deshalb möglichst vermieden werden, dass (nach der Bauphase) neue Strassen oder Wege vorhanden sind, die auch von Besuchern genutzt werden. Ebenso sollten keine neuen touristischen Infrastrukturen oder Anziehungspunkte erstellt werden (z.B. Sitzbänke, Picknickplätze, Feuerstellen, Aussichtspunkte, öV-Haltestellen, Informationsangebote).

6. **Beurteilung mit grossräumigem Ansatz.**

Beurteilungen im Rahmen einer UVP legen ihren Ansatz manchmal sehr kleinräumig auf den effektiven Projektperimeter, d.h. auf das geplante Windparkareal. Gerade Säugetiere, besonders Huftiere sowie grosse und mittlere Raubtiere, leben jedoch in viel grossräumigeren Dimensionen. Auch wenn kleinräumig Lebensraumverluste unvermeidbar sind, muss das grossräumig nicht unbedingt negative Konsequenzen haben. Viele Landsäugetiere können sich gut an veränderte Umweltbedingungen anpassen, wenn Ausweichmöglichkeiten und Alternativlebensräume in ausreichender Zahl, Qualität und Vernetzung zu Verfügung stehen. Dieser Aspekt ist im Fall der überregionalen Wanderkorridore offensichtlich, er ist aber auch auf die einzelnen Lebensräume und deren Vernetzungsachsen übertragbar. Ein solcher grossräumiger Ansatz wird bei anderen Organismengruppen teilweise angewendet (z.B. bei den Zugvögeln), kommt aber bei Landsäugetieren häufig zu kurz.

7. **Längerfristiges Monitoring im Sinne einer Kontrolle.**

Wie erwähnt basiert eine Beurteilung auf gutachterlicher Basis auf einer sehr schwachen Grundlage an Fakten. Bezüglich vieler Aspekte ist es durchaus möglich, dass ein negativer Effekt trotz gegenteiliger Prognose eintritt. Deshalb ist es dringend notwendig, die prognostizierten Auswirkungen (auch wenn keine erwartet werden) während der Bau- und Betriebsphase eines Windparks zu überwachen. Jedes Monitoring bringt neue Erkenntnisse, die bei zukünftigen Projekten enorm wertvoll sein können. Alle neueren, internationalen und fachlich basierten Publikationen empfehlen ein solches Vorgehen (Pohlmeyer & Menzel 2001a; DeLucas et al. 2005; Kustatscher 2005; Arnett et al. 2007; Helldin & Alvares 2011; Helldin et al. 2012), während die Vorgaben des Bundesamtes für Energie (Ott et al. 2008a,b; basierend auf Kunz et al. 1998) diesen Aspekt völlig ausblenden.

Grundlegende Untersuchungen

Weitere grundlegende Studien zum Einfluss von WEA und Windparks auf Landsäugetiere sind dringend nötig, um die bestehenden Wissenslücken zu füllen. Das wird in den meisten der zitierten Publikationen immer wieder betont (Pohlmeyer & Menzel 2001a; Kusstatscher 2005; Arnett et al. 2007; Helldin et al. 2012). Aktuell gibt es weltweit nur die drei oben genannten skandinavische Projekte an Rentieren, die sich dem Thema widmen (Helldin et al. 2012). Zu untersuchende Aspekte sind – gerade auch im Schweizer Kontext – etwa:

- Ausmass und verhaltensbiologische Prozesse, die zur Meidung von Windparks durch Landsäugetiere führen (im Schweizer Kontext v.a. Huftiere, Raubtiere, Hasen).
- Ausmass der kleinräumigen direkten Lebensraumveränderungen für Kleinsäuger.
- Ausmass und Wirkung von Störungen während der Bauphase.
- Ausmass und Wirkung von Störungen während der Betriebsphase.
- Ausmass und Wirkung der Erschliessung neuer Gebiete.
- Zusätzliche Wirkung in bereits stark gestörten bzw. gut erschlossenen Gebieten.
- Räumliche Modellierung des Lebensraumverlusts durch Anlagen und Erschliessung.
- Wirkung von Lärmemissionen der WEA auf Landsäugetiere.
- Wirkung des Schattenwurfs der WEA auf Landsäugetiere, besonders Kleinsäuger.
- Möglichkeiten und Grenzen der Gewöhnung.
- Bedeutung von Ausweichmöglichkeiten und Alternativlebensräumen

LITERATUR

- Alvares, F., H. Rio-Major, S. Roque, M. Nakamura, D. Cadete, S. Pinto & F. Petrucci-Fonseca (2011): Assessing ecological responses of wolves to wind power plants in Portugal: methodological constraints and conservation implications. Proc. Conf. on wind energy and wildlife impacts, Trondheim: 10.
- Arnett, E.B., D.B. Inkley, D.H. Johnson, R.P. Larkin, S. Manes, A.M. Manville, J. Mason, M. Morrison, M.D. Strickland & R. Thresher (2007): Impacts of wind energy facilities on wildlife and wildlife habitat. Wildl. Soc. Tech. Rev. 07-2.
- Arnett, E.B., W.K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.K. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley (2008): Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. J. Wildl. Manage. 72: 61-78.
- Bailey, H., B. Senior, D. Simmons, J. Rusin, G. Picken & P.M. Thompson (2010): Assessment of underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. Mar. Poll. Bull. 60: 888-897.
- Colman, J.E., A. Myrsetrud, N.H. Jørgensen & S.R. Moe (2009): Active land use improves reindeer pastures: evidence from a patch choice experiment. J. Zool. 279: 358-363.
- Colman, J.E., S. Eftestøl, D. Tsegaye, K. Flydal & A. Myrsetrud (2012a): Summer distribution of semi-domesticated reindeer relative to a new wind-power plant. Eur. J. Wildl. Res. 58: DOI 10.1007/s10344-012-0682-7.
- Colman, J.E., S. Eftestøl, D. Tsegaye, K. Flydal & A. Myrsetrud (2012b): Is a wind-power plant acting as a barrier for reindeer *Rangifer tarandus tarandus* movements? Wildl. Biol. 18: 439-445.
- Deiwick, B., A. Fritsche, J. Köppel & M. Reichenbach (2001): Windenergie und Vögel – Ausmass und Bewältigung eines Konflikts. Fachtagung, Berlin, 2001.

- DeLucas, M., G.F.E. Janss & M. Ferrer (2005): A bird and small mammal BACI and IG design studies in a wind farm in Malpica (Spain). *Biodiv. Conserv.* 14: 3289–3303.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston (2006): Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29–42.
- Eftestøl, S. & J.E. Colman (2009): Do windmill parks affect the range use of free ranging semi-domestic reindeer? *Rangifer Report* Nr. 13.
- Fargione, J., J. Kiesecker, M.J. Slaats & S. Olimb (2012): Wind and wildlife in the Northern Great Plains: identifying low-impact areas for wind development. *PLoS ONE* 7: e41468.
- Flagstad, Ø & M. Tovmo (2010): The wolverine at Uljabuouda – what does the DNA analyses show. NINA Report 305. (In Norwegisch)
- Flydal, K., S. Eftestøl, E. Reimers & J.E. Colman (2003): Effects of wind turbines on area use and behaviour of semi-domestic reindeer in enclosures. *Rangifer* 24: 55–66.
- Grünschachner-Berger, V. & M. Kainer (2011): Birkhühner *Tetrao tetrix* (Linnaeus 1758): Ein Leben zwischen Windrädern und Schiliften. *Egretta* 52: 46–54.
- Hasslacher, P. & W. Seifert (2004): Windparks gefährdeten die Brennerberge bereits vor Jahren. Österreichischer Alpenverein.
- Helldin, J.O. & F. Alvares (2011): Large terrestrial mammals and wind power – is there a problem? Conference on wind energy and wildlife impacts, Trondheim, 2011.
- Helldin, J.O., J. Jung, W. Neumann, M. Olsson, A. Skarin & F. Widemo (2012): The impacts of wind power on terrestrial mammals. Report Nr. 6510, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- Helm, Gertrud (2012): Wirbel ums Wild. *Jagd in Bayern* Nr. 8/2012: 32–35.
- Horch, P., B. Bruderer, V. Keller, P. Mollet & H. Schmid (2003): Windenergiekonzept Schweiz – Beurteilung der 40 prioritären Standorte aus ornithologischer Sicht. Schw. Vogelwarte, Sempach.
- Horch, P. & V. Keller (2005): Windkraftanlagen und Vögel – ein Konflikt? Eine Literaturrecherche. Schw. Vogelwarte, Sempach.
- Horch, P. & F. Liechti (2008): Windenergienutzung und Vögel. Standpunkt der Schweizerischen Vogelwarte Sempach. Schw. Vogelwarte, Sempach.
- Hötker, H. (2006): Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut des NABU, Bergenhusen.
- Johnson, G., K. Bay & J. Eddy (2009): Wildlife baseline studies for the Dunlap Ranch wind resource area, Carbon County, Wyoming. Western EcoSystems Technology, Cheyenne.
- Kunz, S., J. Remund, D. Wittwer & H. Buser (1998): Planung von Windenergieanlagen. Leitfaden für die Schweiz – Bausteine einer Windenergie-Strategie. Bericht z.Hd. BFE, Meteotest, Bern & Ökoskop, Gelterkinden.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett, B.M. Cooper, W.P. Erickson, R.P. Larkin, T. Mabee, M.L. Morrison, M.D. Strickland & J.M. Szewczak (2007a): Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally Active birds and bats: a guidance document. *J.Wildl.Manage.* 71: 2449–2486.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher & M.D. Tuttle (2007b): Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front. Ecol. Environ.* 5: 315–324.
- Kusstascher, K. (2005): Alpine windharvest work package 9: Impacts on wildlife and plant life. Büro Trifolium, Bozen.
- Kuvlesky, W.P., L.A. Brennan, M.L. Morrison, L.K. Boydston, B.M. Ballard & F.C. Bryant (2007): Wind energy development and wildlife conservation: challenges and opportunities. *J. Wildl. Manage.* 71 : 2487–2498.
- Leuzinger, Y., A. Lugon & F. Bontadina (2008): Éolienne en Suisse. Mortalité de chauves-souris. Bericht z.Hd. BAFU, NATURA, Les Reussilles.
- Long, C.V., J.A. Flint & P.A. Lepper, P.A. (2011): Insect attraction to wind turbines: Does colour play a role? *Europ. J. Wildl. Res.* 57: 323–331.
- Lundberg, P. (2011): Wind power and landliving mammals – will there be effects and how do we prove them? SLU, Umea. (In Schwedisch)
- Madsen, P.T., M. Wahlberg, J. Tougaard, K. Lucke & P.L. Tyack (2006): Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 309: 279–295.
- May, R. & K. Bevanger (2011): Proceedings Conference on wind energy and wildlife impacts, 2-5 may 2011, Trondheim. NINA Report 693.

- Menzel, C. (1999): Vom Winde verweht? Niedersächsischer Jäger Nr. 22/1999: 16-19.
- Menzel, C. (2001a): Windkraftanlagen. Stiftung Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- Menzel, C. (2001b): Mehr Hasen gezählt. Wildtiere lassen sich durch Windturbinen nicht stören. Neue Energie Nr. 4/2001: 24-25.
- Menzel, C. & K. Pohlmeier (1999): Indirekter Raumnutzungsnachweis verschiedener Niederwildarten mit Hilfe von Losungsstangen („dropping marker“) in Gebieten mit Windkraftanlagen. Z. Jagdwiss. 45: 223-229.
- Mockrin, M.H. & R.A. Gravenmier (2012): Synthesis of wind energy development and potential impacts on wildlife in the Pacific Northwest, Oregon and Washington. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-863, Dep. of Agriculture, Portland.
- Naturvårdsverket (2013): Book of Abstracts. Conference on wind power and environmental impacts, 5-7 february 2013, Stockholm. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nellemann, C., I. Vistnes, P. Jordhøy & O. Strand (2001): Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. Biol. Conserv. 101: 351-360.
- Ott, W., Y. Kaufmann, P. Steiner, K. Gilgen & A. Sartoris (2008a): Windkraftanlagen in der Schweiz. Raumplanerische Grundlagen und Auswirkungen. Bundesamt für Energie, Bern.
- Ott, W., Y. Kaufmann, P. Steiner, K. Gilgen & A. Sartoris (2008b): Windkraftanlagen in der Schweiz. Leitfaden für die Analyse der Umweltauswirkungen. Bundesamt für Energie, Bern.
- Pohlmeier, K. & C. Menzel (2001a): Projekt Windkraftanlagen. Untersuchungen zur Raumnutzung ausgewählter heimischer Niederwildarten im Bereich von Windkraftanlagen. Abschlussbericht. Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- Pohlmeier, K. & C. Menzel (2001b): Projekt Windkraftanlagen (Zusammenfassung). Stiftung Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- Rabin, L.A., R.G. Coss & D.H. Owings (2006): The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*). Biol. Conserv. 131: 410-420.
- Suchant, R. (2012): Windkraft und Wildtiere. Wildtierforum Baden-Württemberg, Bad Wildbad, 2012.
- Suisse Eole (2012): Windenergie in der Schweiz – Ausbau aktuell. Stand 26.11.2012. Suisse Eole.
- Thomsen, F., K. Lüdemann, R. Kafemann & W. Piper (2006): Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola. Hamburg.
- Veiberg, V. & H.C. Pedersen (2010) Expansion of Hitra wind-power plant – consequences related to wildlife except birds. NINA Report 533. (In Norwegisch)
- Vistnes, I., C. Nellemann, P. Jordhøy & O. Strand (2001): Wild reindeer: impacts of progressive infrastructure development on distribution and range use. Polar Biol. 24: 531-537.
- Vistnes, I., C. Nellemann, P. Jordhøy & O. Strand (2004): Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. J. Wildl. Manage. 68: 101-108.
- Wallin, J.A. (1998): A movement study of black bears in the vicinity of a wind turbine project, Searsburg, Vermont. Multiple Resource Management Inc., Leicester.
- Wallin, J.A. (2006): Black bear corridor crossings in the vicinity of the Searsburg wind turbines as investigated in 1995. Multiple Resource Management Inc., Leicester.
- Walter, W.D., D.M. Leslie & J.A. Jenks (2006): Response of Rocky Mountain elk (*Cervus elaphus*) to wind-power development. Am. Midl. Nat. 156: 363-375.